

**Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863  
(Brachyura: Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern  
Rio de Janeiro State, Brazil**

**Caroline Cabral Tudesco<sup>1</sup>, Laís Pinho Fernandes<sup>1</sup> & Ana Paula Madeira Di Beneditto<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Ciências Ambientais, Centro de Biociências e Biotecnologia – CBB,  
Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF,

Av. Alberto Lamego, 2.000, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil

<sup>2</sup>Corresponding author: Ana Paula Madeira Di Beneditto, e-mail: anapaula@uenf.br

TUDESCO, C.C., FERNANDES, L.P. & DI BENEDITTO, A.P.M. **Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn00712012012>

**Abstract:** This study provides the first data on the population structure of swimming crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 bycatch from coastal shrimp fishing in northern Rio de Janeiro State, Brazil (21° 30'–21° 50' S and 41° 05'–41° 07' W). Crabs were collected monthly from April 2006 to March 2007. A total of 5,611 specimens were analyzed, of which 3,951 were males and 1,660 ovigerous and non-ovigerous females. The overall sex ratio (2:1) differ significantly from the expected 1:1 proportion, being the mature males significantly predominant as bycatch in this fishery. The specimens' carapace width and weight varied from 27 to 126 mm (mean: 77.3 ± 12.3 mm) and 1.2 to 128.2 g (mean: 31.0 ± 14.4 g) for males, and 30 to 101 mm (mean: 63.4 ± 9.3 mm) and 1.7 to 66.0 g (mean: 16.4 ± 7.4 g) for ovigerous and non-ovigerous females. Seasonal comparisons did not reveal differences between the number of specimens captured in dry and rainy periods considering both sexes and maturity stages. The size at first maturity was 79 mm for males and 65 mm for females, and the carapace width-weight relationship indicated an allometric pattern for both sexes. The bycatch swimming crabs are locally used as bait, but the capture tendency for a specific sex/age-group can affect this population structure over time.

**Keywords:** crab, bycatch, shrimp fishing, southeastern Brazil, South Atlantic ocean.

TUDESCO, C.C., FERNANDES, L.P. & DI BENEDITTO, A.P.M. **Estrutura populacional do siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) capturado incidentalmente na pesca de camarão no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn00712012012>

**Resumo:** Este estudo fornece os primeiros dados sobre a estrutura populacional do siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 capturado incidentalmente através da pesca camaroneira realizada no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil (21° 30'–21°50' S e 41° 05'–41° 07' O). Os siris foram coletados mensalmente entre abril de 2006 a março de 2007. Um total de 5.611 espécimes foram analisados, dos quais 3.951 eram do sexo masculino e 1.660 fêmeas ovígeras e não ovígeras. A razão sexual (2:1) diferiu significativamente da proporção 1:1 esperada, sendo os machos maduros significativamente predominantes como captura incidental nesta pescaria. A largura da carapaça e o peso dos espécimes variaram de 27 a 126 mm (média: 77,3 ± 12,3 mm) e 1,2 a 128,2 g (média: 31,0 ± 14,4 g) para machos, e 30 a 101 mm (média: 63,4 ± 9,3 mm) e 1,7 a 66,0 g (média: 16,4 ± 7,4 g) para fêmeas ovígeras e não ovígeras. As comparações sazonais não revelaram diferenças entre o número de espécimes capturados nos períodos seco e chuvoso, considerando ambos os sexos e estágios de maturidade. O tamanho de primeira maturação foi de 79 mm para machos e 65 mm para as fêmeas, e a relação largura da carapaça-peso indicou padrão alométrico para ambos os sexos. Os siris capturados incidentalmente são utilizados localmente como isca, mas a tendência de captura sobre um grupo sexual/etário específico pode afetar a estrutura dessa população ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** siri, captura incidental, pesca camaroneira, sudeste do Brasil, oceano Atlântico Sul.

## Introduction

The genus *Callinectes* consists of 14 species of swimming crabs, living in marine and estuarine areas of the American Atlantic coast (excepted *C. ornatus*, which was introduced in Europe and Japan). These animals belong to the family Portunidae and are commonly found inhabiting the shallow coastal waters (Williams 1974, Powers 1977, Ng et al. 2008). The swimming crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 is distributed along the Western Atlantic, from North Carolina, USA ( $\sim 34^\circ$  N) to Rio Grande do Sul, Brazil ( $\sim 33^\circ$  S), on sandy or muddy bottoms near river mouths and bays, up to a depth of 75 m (Melo 1996). Environments with temperatures between 28-32 and 16-20  $^\circ$ C are preferred for males and females, respectively (Mantelatto & Martinelli 1999). This species has an opportunistic omnivore feeding habit and plays an important role in the marine food web, especially in the benthic community (Mantelatto & Christofoletti 2001, Mantelatto et al. 2002, Batista et al. 2003, Branco & Fracasso 2004).

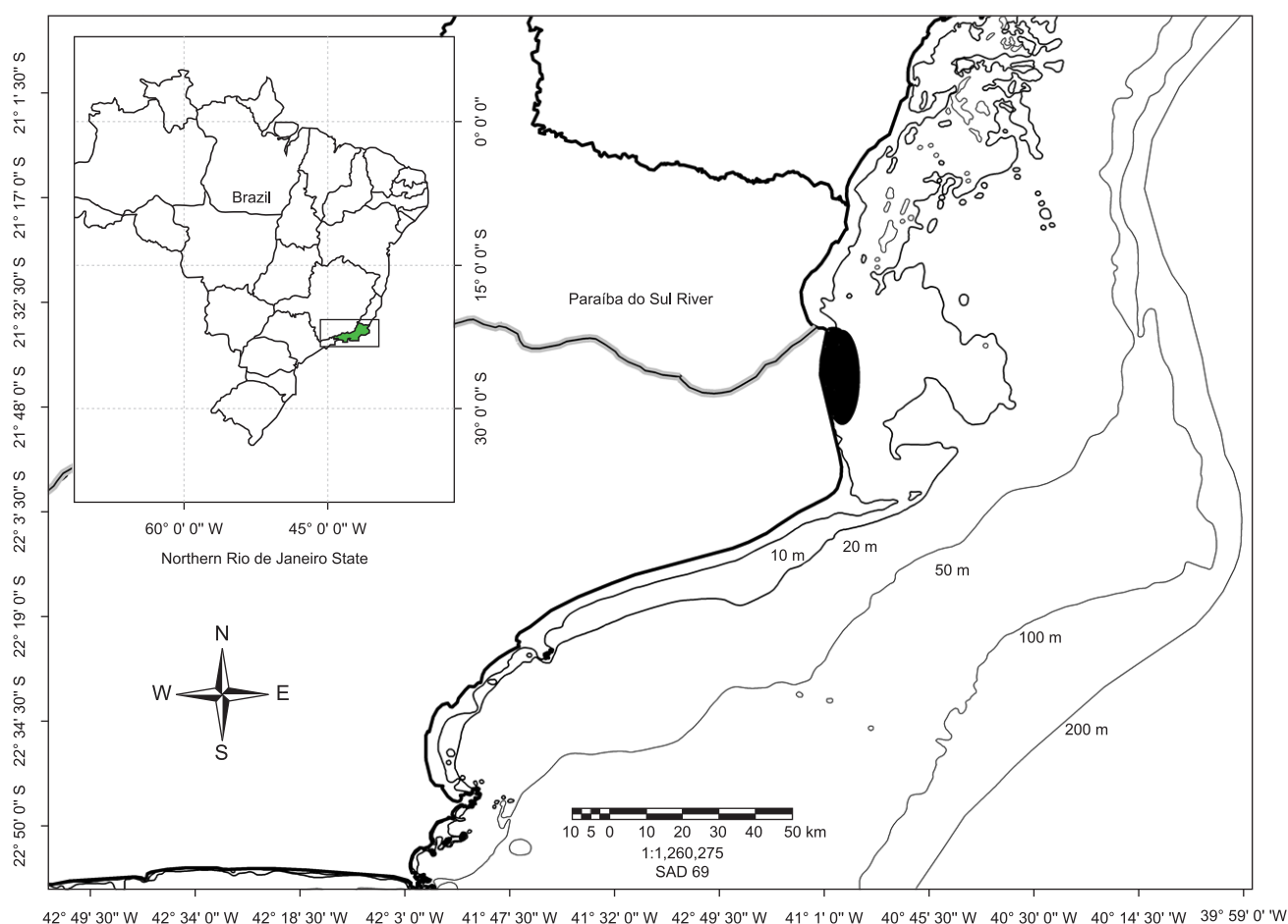
The presence of crab species as bycatch in shrimp fishing is well documented around the world (Saila 1983, Alverson et al. 1994, Svane et al. 2009). Along the Brazilian coast, many authors have already reported these bycatches, and species of genus *Callinectes* are the most affected (e.g. Graça-Lopes et al. 2002, Severino-Rodrigues et al. 2002, Branco & Fracasso 2004). In northern Rio de Janeiro State, southeastern Brazil, the species *C. ornatus* is the commonest bycatch in this fishery (Costa & Di Benedetto 2009, Di Benedetto et al. 2010), but data about its population structure are nonexistent to this region.

The northern Rio de Janeiro State is permanently influenced by Paraíba do Sul River discharge, whose plume reaches the open ocean waters in velocities ranging from 1.6 to 2.6  $\text{km.d}^{-1}$ , carrying particle and dissolved organic matter (Souza et al. 2010). The water temperature in adjacent marine coastal areas is around 22-26  $^\circ$ C throughout the year and the coastal sediment is sandy-muddy, reflecting the river influence (Muehe & Valentini 1998). These characteristics favor the shrimp fishing practice (Fernandes et al. 2011) and the occurrence of many species, both estuarine and marine, which include *C. ornatus* (Di Benedetto & Lima 2003, Di Benedetto et al. 2010).

The aim of the present study is to describe for the first time the population structure of *C. ornatus* that is continuously affected by shrimp fishing in northern Rio de Janeiro State, southeastern Brazil, providing data for population status evaluation. In the study area, the environmental conditions to the species maintenance have little changes around the year, and we hypothesized that *C. ornatus* is well distributed in all seasons. The utilization of the bycatch crabs by the local community is also discussed.

## Material and Methods

This study was conducted in northern Rio de Janeiro State ( $21^\circ 30' - 21^\circ 50' \text{ S}$  and  $41^\circ 05' - 41^\circ 07' \text{ W}$ ), where the shrimp fishing is practiced in coastal areas that are influenced by the Paraíba do Sul River discharge, from less than 1 to 6 km from the coastline, in depths up to 15 m (Figure 1). The northeast wind is predominant in this



**Figure 1.** Northern Rio de Janeiro State indicating the fishing ground where the specimens of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 were bycatch (black circle).



region, and the seasons can be grouped into dry (April-September) and rainy (October-March), which are characterized by lowest and highest values of temperature and rainfall, respectively (Martins et al. 1998). From April 2006 to March 2007, monthly samples of crabs were collected from the local shrimp fishing and the fishing effort in each sampling was constant (around 3 to 4 hours). The bottom trawl net measure 10 m in length with a horizontal opening of 6 m and a cod-end mesh size of 30 mm (opposite knots).

After disembarking, *C. ornatus* was sorted out from the other bycatch crabs and then classified by gender and maturity stages by abdomen shape (females) and by moving the abdomen with a probe (males), which is possible in mature specimens (Haefner 1990). The carapace width (CW) was measured to the nearest 1 mm as the distance between the tips of the longest lateral spines using a vernier calliper ( $\pm 0.1$  mm accuracy), and the size class distributions of males and females (5 mm intervals) were recorded. The body weight was obtained to the nearest 0.1 g of each specimen with no pereopods missing. Voucher specimens were deposited in the zoological collection of the Universidade Estadual do Norte Fluminense with the numbers: UENF-CO001 to UENF-CO005 for male specimens and UENF-CO006 to UENF-CO010 for female specimens.

The Chi-square test ( $\chi^2$ ) was applied to check the significant differences between sex ratio and maturity stages along the studied period. After verifying the assumptions of normality and homoscedasticity, the *t*-test was applied to verify differences between males and females regarding carapace width and body weight, and also between dry and rainy seasons regarding number of bycatch specimens. The statistical analysis was performed using Statistica 7.0 for Windows (StatSoft, Inc 1984-2004, USA) and a *p* value equal or less than 0.05 was chosen to indicate statistical significance.

The proportions of mature crabs in each size class were adjusted to a logistic model to estimate the size at first maturity ( $CW_{50\%}$ ) for both sexes:  $PM = a / (1 + \exp(-cCW))$ , where *PM* is the percentage of mature crabs (Stearns 1992). The carapace width-weight relationships were described for each sex separately by the equation:  $W = aCW^b$ , where *W* is the weight (g) and *CW* the carapace width (mm) (Hartnoll 1982).

## Results

A total of 5,611 specimens of *C. ornatus* were collected during sampling period, being 3,951 males (70.4%) and 1,660 ovigerous and non-ovigerous females (29.6%). A low number of ovigerous females

were present (Table 1), and they were grouped with the non-ovigerous mature females for data analyses. The Chi-square test indicated a significant difference from the expected sex ratio of 1:1 ( $\chi^2 = 935.42$ ;  $p \leq 0.05$ ), with a male tendency (2:1). Regarding maturity, mature specimens were more frequent than immature ones for both sexes (males:  $\chi^2 = 1,427.6$ ;  $p \leq 0.05$  and females:  $\chi^2 = 148.2$ ;  $p \leq 0.05$ ).

The minimum and maximum carapace widths (CW) were 27 and 126 mm for males (mean:  $77.3 \pm 12.3$  mm; median: 79.0 mm) and 30 and 101 mm for females (mean:  $63.4 \pm 9.3$  mm; median: 63.0 mm). The size frequency distributions of both sexes are shown in Figure 2. Males presented a size-frequency distribution concentrated in the 82-86 mm interval, while females' size-frequency distribution assumed a bell-shape pattern in which the specimens are concentrated around 57-71 mm. Regarding the body weight (*W*), the values for males were 1.2 to 128.2 g (mean:  $31.0 \pm 14.4$  g; median: 30.8 g) and for females were 1.7 to 66.0 g (mean:  $16.4 \pm 7.4$  g; median: 15.4 g). Males were significantly larger ( $t = 36.2$ ;  $p < 0.001$ ) and heavier ( $t = 33.3$ ;  $p < 0.001$ ) than females. Seasonal comparisons did not reveal significant differences ( $p > 0.05$ ) between the number of specimens captured in dry and rainy periods considering both sexes and maturity stages.

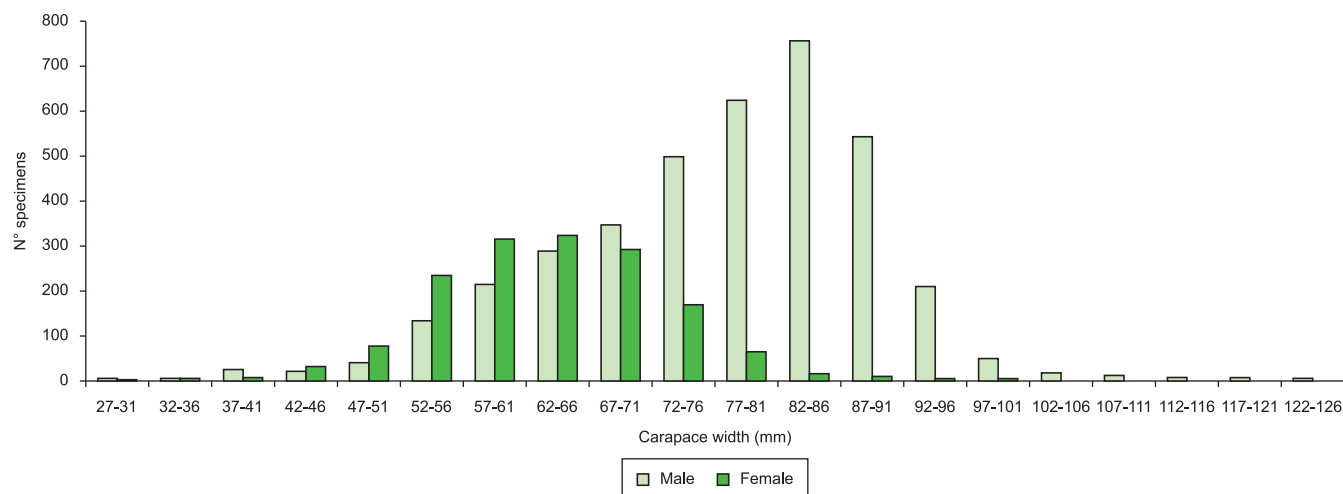
The size at first maturity (CW) was also different for both sexes, with males and females reaching sexual maturity around 79 mm and 65 mm, respectively (Figure 3). The carapace width-weight relationship is represented by  $W = 0.00005CW^{3.0513}$  ( $r^2 = 0.88$ ;  $n = 2,819$ ) (males) and  $W = 0.00007CW^{2.9623}$  ( $r^2 = 0.89$ ;  $n = 1,097$ ) (females), indicating allometric growth for both sexes (positive for males and negative for females).

## Discussion

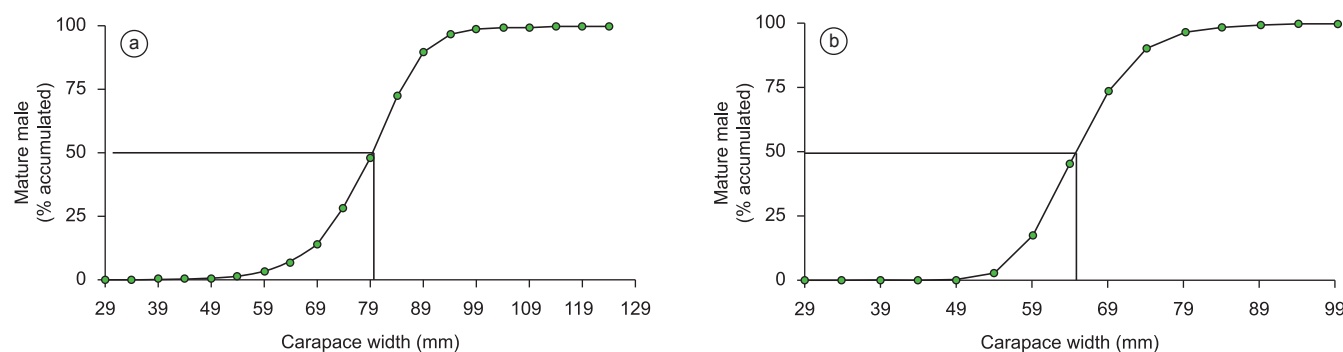
The presence of *C. ornatus* year-round in northern Rio de Janeiro State indicates a local resident pattern. The species occurs in marine habitats with muddy bottoms and moderate salinity, depending on estuarine areas to complete its life cycle (Pita et al. 1985, Mantelatto & Fransozo 1999, Reigada & Negreiros-Fransozo 2001, Guerra-Castro et al. 2007). Regarding to these requirements, in the study area, the marine coastal region is continuous and strongly influenced by discharge from the Paraíba do Sul River (Souza et al. 2010), which favours the species' presence. Our hypothesis of a regular distribution in all seasons was confirmed.

**Table 1.** Number of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 collected in northern Rio de Janeiro State considering sex and maturity status, and sex ratio.

| Season | Date     | Males    |        |       | Females  |        |       | Sex ratio (M:F) |               |
|--------|----------|----------|--------|-------|----------|--------|-------|-----------------|---------------|
|        |          | Immature | Mature | Total | Immature | Mature | Total |                 |               |
|        |          |          |        |       |          |        |       |                 | Non-ovigerous |
| Dry    | Apr./06  | 141      | 552    | 693   | 112      | 127    | 1     | 240             | 2:1           |
| Dry    | May/06   | 58       | 310    | 368   | 83       | 41     | 4     | 128             | 2:1           |
| Dry    | June/06  | 9        | 173    | 182   | 10       | 46     | 0     | 56              | 3:1           |
| Dry    | July/07  | 101      | 235    | 336   | 101      | 104    | 0     | 205             | 2:1           |
| Dry    | Aug./06  | 48       | 100    | 148   | 18       | 50     | 3     | 71              | 2:1           |
| Dry    | Sept./06 | 62       | 219    | 281   | 8        | 94     | 0     | 102             | 3:1           |
| Rainy  | Oct./06  | 120      | 212    | 332   | 123      | 281    | 0     | 404             | 1:1           |
| Rainy  | Nov./06  | 50       | 272    | 322   | 9        | 47     | 0     | 56              | 6:1           |
| Rainy  | Dec./06  | 58       | 414    | 472   | 14       | 52     | 3     | 69              | 7:1           |
| Rainy  | Jan./06  | 40       | 124    | 164   | 31       | 42     | 0     | 73              | 2:1           |
| Rainy  | Feb./07  | 84       | 452    | 536   | 63       | 155    | 8     | 226             | 2:1           |
| Rainy  | Mar./07  | 17       | 100    | 117   | 10       | 20     | 0     | 30              | 4:1           |
|        | Total    | 788      | 3,163  | 3,951 | 582      | 1,059  | 19    | 1,660           | 2:1           |



**Figure 2.** Size frequency distribution of males and females of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 in northern Rio de Janeiro State.



**Figure 3.** Size of first mature ( $CW_{50\%}$ ) for males (a) and females (b) of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 in northern Rio de Janeiro State.

Previous studies on natural and bycatch populations of *C. ornatus* conducted in shallow waters have shown a male predominance in the sex ratio (e.g. Pita et al. 1985, Branco & Lunardon-Branco 1993, Mantelatto & Fransozo 1999, Baptista et al. 2003, Branco & Fracasso 2004, Keunecke et al. 2008), as also recorded in northern Rio de Janeiro State. Sexual differences in preferential habitat might explain this sex ratio. After mating, females can move offshore to high-salinity areas where the larval fluctuation is facilitated (Pita et al. 1985, Branco & Lunardon-Branco 1993), staying out of the shallow waters where the studies cited above were conducted. Moreover, females preferred lower water temperatures when compared to males, what is generally found in offshore areas (Mantelatto & Martinelli 1999).

The sampling area comprised marine coastal waters, where crab adult specimens were more numerous than the juveniles. The specimens capture was biased by the mesh size that excludes most of the crabs with carapace width lower than 30 mm (mesh size). However, the size groups of *C. ornatus* can be spatially segregated in accordance with environmental features. Studies concerning *Callinectes* spp. have revealed that juveniles preferred calm and shallow waters with more organic material and low salinity (Negreiros-Fransozo & Fransozo 1995, Mantelatto 2000, Chazaro-Olivera & Peterson 2004, Posey et al. 2005, Fernandes et al. 2006). It is likely that the juveniles would be distributed inside the estuary, where trawlers do not operate. The spatial segregation between size groups can favour the juveniles' protection because the preferred habitat is outside of the trawlers' fishing grounds. The low number of ovigerous females recorded in the present study can also indicate a spatial segregation, as explained above, which can reflect behavioural

differences between them and the non-ovigerous ones (Pita et al. 1985, Branco & Lunardon-Branco 1993).

The size class distribution in the study area showed differences between males and females, with incidental capture tendency towards specimens that have already reached the sexual maturity. In crustaceans, growth differences between sexes are verified (Hartnoll 1982). In the genus *Callinectes*, males are larger than females, as shown in Table 2. This difference is related to reproductive and somatic investments. The female's growth slows after the puberty moult because they expend more energy during gametogenesis. The male has a longer growth period, expending more energy for this, as a larger size represents a competitive advantage over other males, in addition to facilitating the mating process (Mantelatto & Fransozo 1999, Baptista et al. 2003). The allometric growth in length-weight relationship verified in the present study is expected in crustaceans (Hartnoll 1982). Similar results were reported by Baptista et al. (2003) and Branco & Fracasso (2004) for *C. ornatus* specimens from southern Brazil, and the allometric coefficients considering the three studies had little variation: 3.0513 to 3.1649 (males) and 2.9626 to 3.1047 (females).

According to the local fishermen, the biomass of bycatch crabs can represent up to 50% of the total shrimp production in a fishery operation. Di Benedetto et al. (2010) recorded eight crab species from shrimp fishing in the study area, with *C. ornatus* being the most representative species, totaling 82% of the bycatch crabs. Locally, the specimens of *C. ornatus* can be used as bait in Balistidae (triggerfishes) fishing and, despite its low commercial value, around R\$ 1.50 per kg (or US\$ 0.85), it is not discarded as other bycatch species

**Table 2.** Comparison between maximum carapace width of males (M) and females (F) of genus *Callinectes* in Brazil.

| Local                                  | Species           | Carapace Width (mm) |      | References                                    |
|----------------------------------------|-------------------|---------------------|------|-----------------------------------------------|
|                                        |                   | M                   | F    |                                               |
| Espírito Santo (20° 18' S)             | <i>C. ornatus</i> | 78.3                | 67.3 | Fernandes et al. (2006) <sup>1</sup>          |
| Rio de Janeiro (21° 30' and 21° 50' S) |                   | 126                 | 101  | Present study <sup>2</sup>                    |
| Rio de Janeiro (~22°S)                 | <i>C. ornatus</i> | 110                 | 94   | Keunecke et al. (2008) <sup>2</sup>           |
|                                        | <i>C. danae</i>   | 120                 | 113  |                                               |
| São Paulo (23° 20' and 23° 35' S)      | <i>C. ornatus</i> | 84.6                | 74.8 | Negreiros-Franzoso et al. (1999) <sup>1</sup> |
| São Paulo-Paraná (25° 51' S)           | <i>C. sapidus</i> | 112                 | 106  | Mendonça et al. (2010) <sup>2</sup>           |
| Paraná (25° 37' S)                     | <i>C. ornatus</i> | 62.6                | 51   | Baptista et al. (2003) <sup>2</sup>           |
| Santa Catarina (26° 02' and 26° 28' S) | <i>C. danae</i>   | 130                 | 110  | Pereira et al. (2009) <sup>1</sup>            |
|                                        | <i>C. sapidus</i> | 160                 | 130  |                                               |
| Santa Catarina (27° 30' S)             | <i>C. danae</i>   | 135                 | 115  | Branco & Masunari (1992) <sup>1</sup>         |

<sup>1</sup>Specimens collected from natural populations; <sup>2</sup>Specimens collected from fisheries.

are. The commercial use of the bycatch crabs is a way to reduce the waste associated with the shrimp fishing. However, the capture tendency for a specific sex/age-group (as the mature males verified in the present study) may represent a risk to population maintenance over time. Thus we recommend the regular evaluation of this fishing impact on the *C. ornatus* population structure.

## Acknowledgements

To the fishermen from Atafona harbour who provided us with *C. ornatus* specimens and information about the shrimp fishery and to technician Silvana Ribeiro Gomes who helped us during the monthly samples. To the Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA for the permanent license to collect zoological samples (License nº 16401-1). C.C. Tudesco received an undergraduate fellowship from CNPq. A.P.M. Di Benedetto was supported by CNPq (Proc. 30241/09-7 and 470002/10) and FAPERJ (Proc. E-26/103.038/08 and E-26/110.786/10).

## References

- ALVERSON, D.L., FREEBERG, M.H., POPE, J.G. & MURAWISK, S.A. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO, Roma. FAO Fisheries Technical Paper no. 339.
- BAPTISTA, C., PINHEIRO, M.A.A., BLANKENSTEYN, A. & BORZONE, C. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. Rev. Bras. Zool. 20(4):661-664. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752003000400018>
- BRANCO, J.O. & FRACASSO, H.A.A. 2004. Ocorrência e abundância da carinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocory, Penha, Santa Catarina, Brasil. Rev. Bras. Zool. 21(2):295-301. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000200022>
- BRANCO, J.O. & LUNARDON-BRANCO, M.J. 1993. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. Arq. Biol. Tecnol. 36:497-503.
- BRANCO, J.O. & MASUNARI, S. 1992. Crescimento de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Rev. Bras. Zool. 9(1):53-66.
- CHAZARO-OLVERA, S. & PETERSON, M.S. 2004. Effects of salinity on growth and molting of sympatric *Callinectes* spp. from Camarone Lagoon. Veracruz, Mexico. B. Mar. Sci. 74:115-127.
- COSTA, I.D. & DI BENEDETTO, A.P.M. 2009. Caracterización preliminar de los invertebrados bentónicos capturados accidentalmente en la pesca de camarones en el norte del estado de Río de Janeiro, sudeste de Brasil. Lat. Am. J. Aquat. Res. 37:259-264.
- DI BENEDETTO, A.P.M. & LIMA, N.R.W. 2003. Biometria de teleósteos da costa norte do Estado do Rio de Janeiro para estudos sobre piscivoria. Biotemas 16:135-144.
- DI BENEDETTO, A.P.M., SOUZA, G.V.C., TUDESCO, C.C. & KLÔH, A.S. 2010. Records of brachyuran crabs as by-catch from the coastal shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil. Mar. Biod. Rec. 3:e77. <http://dx.doi.org/10.1017/S1755267210000679>
- FERNANDES, J.M., ROSA, D.M., ARAÚJO, C.C.V., RIPOLI, L.V., & SANTOS, H.S. 2006. Biologia e distribuição temporal de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Portunidae) em uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória-ES. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. Sér.), 20:59-71.
- FERNANDES, L.P., SILVA, A.C., JARDIM, L.P., KEUNECKE, K.A. & DI BENEDETTO, A.P.M. 2011. Growth and recruitment of the Atlantic seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae), on the coast of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. Crustaceana 84:1465-1480. <http://dx.doi.org/10.1163/156854011X605765>
- GRAÇA-LOPES, R., TOMÁS, A.R.G., TUTUI, S.L.S., SEVERINO-RODRIGUES, E. & PUZZI, A. 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroneira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. Bol. Inst. Pesca 28:173-188.
- GUERRA-CASTRO, E., CARMONA-SUÉREZ, C.A. & CONDE, J.E. 2007. Activity patterns and zonation of the swimming crabs *Arenaeus cribarius* and *Callinectes ornatus*. J. Crustacean Biol. 27:49-58. <http://dx.doi.org/10.1651/S-2651.1>
- HAEFNER, P.A. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. B. Mar. Sci. 46:274-286.
- HARTNOLL, R.G. 1982. Growth. In The Biology of Crustacea (D. Bliss, ed.). Academic Press, New York, p.111-185.
- KEUNECKE, K.A., D'INCAO, F., MOREIRA, F.N., SILVA JÚNIOR, D.R. & VERANI, J.R. 2008. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. Iheringia Sér. Zool. 98:231-235.
- MANTELATTO, L.F.M. 2000. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. Crustacean Iss. 12:431-443.
- MANTELATTO, L.F.M. & J.M. MARTINELLI. 1999. Carapace width-weight relationships of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba Bay, Brazil. Iheringia, Sér. Zool. 87:111-116.
- MANTELATTO, L.F.M. & CRISTOFOLETTI, R.A. 2001. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. Mar. Biol. 138:585-594. <http://dx.doi.org/10.1007/s002270000474>
- MANTELATTO, L.F.M., CRISTOFOLETTI, R.A. & CAMARGO, P.B. 2002. A food source analysis for the swimming crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (Brazil) using carbon isotopes. Nauplius 10:61-66.
- MANTELATTO, L.F.M. & FRANZOZO, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba region, São Paulo, Brasil. Crustaceana 72:63-76.

- MARTINS, L., DOMINGUEZ, J.L. & BITTENCOURT, A.C.P. 1998. Climatic control of coastal erosion during a sea-level fall episode. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 70:249-266.
- MELO, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos esiris) do litoral brasileiro. Plêiade/FAPESP, São Paulo.
- MENDONÇA, J.T., VERANI, J.R. & NORDI, N. 2010. Evaluation and management of blue crab *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) (Decapoda - Portunidae) fishery in the Estuary of Cananéia, Iguape and Ilha Comprida, São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol.* 70:37-45.
- MUEHE, D. & VALENTINI, E. 1998. O litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental. Fundação de Estudos do Mar, Rio de Janeiro.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M.A. & FRANZOZO, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. *Iheringia Sér. Zool.* 29:13-25.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M.L., MANTELATTO, L.F.M. & FRANZOZO, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP) Brasil. *Sci. Mar.* 63:157-163.
- NG, P., GUINOT, D. & DAVIE, P.J.F. 2008. *Systema Brachyurorum*. Raffles B. Zool. 17: 1-286.
- PEREIRA, M.J., BRANCO, J.O., CHRISTOFFERSEN, M.L., FREITAS JÚNIOR, F., FRACASSO, H.A.A. & PINHEIRO, T.C. 2009. Population biology of *Callinectes danae* and *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the south-western Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 89:1341-1351. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315409000605>
- PITA, J.B., SEVERINO-RODRIGUES, E., GRAÇA-LOPES, R. & COELHO, P.A. 1985. Levantamento da família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no complexo baía – estuário de Santos, São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca* 12:123-137.
- POSEY, M.H., ALPHIN, T.D., HARWELL, H. & ALLEN, B. 2005. Importance of low salinity areas for juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the river-dominated estuaries of southeastern United States. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 3:81-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2004.04.021>
- POWERS, L.W. 1977. A catalogue and bibliography to the crabs (Brachyura) of the Gulf of Mexico. *Contrib. Mar. Sci.* 20(suppl.):1-190.
- REIGADA, A.L. & NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. 2001. Feeding activity of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Ubatuba, SP, Brazil. *Hydrobiologia* 449:249-252. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1017563119813>
- SAILA, S.B. 1983. Importance and assessment of discards in commercial fisheries. FAO, Roma. FAO Fisheries Circular no. 765.
- SEVERINO-RODRIGUES, E., GUERRA, D.S.F. & GRAÇA-LOPES, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca* 28:33- 48.
- SOUZA, T.A., GODOY, J.M., GODOY, M.L.D.P., MOREIRA, I., CARVALHO, Z.L., SALOMÃO, M.S.M.B. & REZENDE, C.E. 2010. Use of multitracers for the study of water mixing in the Paraíba do Sul River estuary. *J. Environ. Radioact.* 101:564-570. PMID:20004500. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2009.11.001>
- STEARNS, S.C. 1992. *The Evolution of Life Histories*. Oxford University Press, Oxford.
- SVANE, I., HAMMETT, Z. & LAUER, P. 2009. Impacts of trawling on benthic macro-fauna and-flora of the Spencer Gulf prawn fishing grounds. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 82:621- 631. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2009.03.009>
- WILLIAMS, A.B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Portunidae). *Fish. Bull.* 72:685-798.

Received 03/06/2011

Revised 03/02/2012

Accepted 13/02/2012



## Reef fishes captured by recreational spearfishing on reefs of Bahia State, northeast Brazil

José de Anchieta Cintra da Costa Nunes<sup>1,2,6</sup>, Diego Valverde Medeiros<sup>3</sup>, José Amorim Reis-Filho<sup>1,2,4</sup>,

Cláudio Luis Santos Sampaio<sup>5</sup> & Francisco Barros<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Rua Barão de Geremoabo, s/n, Ondina, CEP 40170-115, Salvador, BA, Brasil

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia Bentônica, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Rua Barão de Geremoabo, 147, Campus de Ondina, CEP 40170-290, Salvador, BA, Brasil

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Rua da Mangueira, s/n - Campus IV (Litoral Norte) Centro, CEP 58297-000, Rio Tinto, PB, Brasil

<sup>4</sup>ICHTUS Soluções em meio ambiente, Av. Tancredo Neves, 14, 2º andar, sala 211, Caminho das Árvores, CEP 41330-060, Salvador, BA, Brasil

<sup>5</sup>Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Unidade de Ensino Penedo, Av. Beira Rio, s/n Centro Histórico, CEP 57200-000, Penedo, AL, Brasil

<sup>6</sup>Corresponding author: José de Anchieta Cintra da Costa Nunes, e-mail: anchietaba@yahoo.com.br

COSTA NUNES, J.A.C., MEDEIROS, D.V., REIS-FILHO, J.A., SAMPAIO, C.L.S., & BARROS, F. **Reef fishes captured by recreational spearfishing on reefs of Bahia State, northeast Brazil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn02012012012>

**Abstract:** Although recreational spearfishing is a growing activity, its impacts are poorly understood. This paper aims to present data on reef fishes captured by recreational spearfishing in the Bahia State, Northeastern Brazil. We analyzed 168 photos of spearfishing conducted in the reefs of this region between 2006 and 2008. A total of 1.121 fish belonging to 48 species were captured in three sub-regions of the Bahia coastline: Litoral Norte (LN), Salvador (SSA) and Baixo Sul (BS). The main species caught were: *Scomberomorus brasiliensis* (n = 191), *Sphyrna barracuda* (n = 153), *Lutjanus jocu* (n = 150) and *Caranx bartholomaei* (n = 141); these four species represented 56.5% of total captures. Over the sampling period, the highest values of catch rates per day were observed at BS, followed by SSA and LN. There were significant between-sites differences in the number of fish in the number of species caught. However, there were no significant between-years differences in the number of fish and numbers of species caught. The trophic classification of fish showed that carnivores (n = 623) were more frequently captured, followed by piscivores (n = 371), herbivores (n = 101) and invertivores (n = 26). The results showed that high sized, top predatory fishes, were the main targets, although other trophic levels were also captured.

**Keywords:** overfishing, coral reefs, Salvador, Litoral Norte, Baixo Sul.

COSTA NUNES, J.A.C., MEDEIROS, D.V., REIS-FILHO, J.A., SAMPAIO, C.L.S., & BARROS, F. **Peixes recifais capturados pela pesca submarina recreativa nos recifes do Estado da Bahia, nordeste do Brasil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn02012012012>

**Resumo:** Apesar da caça submarina recreativa ser uma atividade crescente, seus impactos ainda são mal compreendidos. Este trabalho tem como objetivo apresentar dados sobre peixes recifais capturados pela pesca submarina recreativa no Estado da Bahia, região Nordeste do litoral brasileiro. Foram analisados 168 fotos de caça submarina realizada entre 2006 e 2008. Foram registrados 1.121 peixes pertencentes a 48 espécies em três sub-regiões do litoral baiano: Litoral Norte (LN), Salvador (SSA) e Baixo Sul (BS). As principais espécies capturadas foram: *Scomberomorus brasiliensis* (n = 191), *Sphyrna barracuda* (n = 153), *Lutjanus jocu* (n = 150) e *Caranx bartholomaei* (n = 141); estas quatro espécies representaram 56,5% do total de peixes capturados. Ao longo dos anos amostrados, foram registradas taxas mais elevadas de captura por dia em BS, seguido pelo SSA e LN. Foram encontradas diferenças significativas entre os locais estudados para a quantidade de peixes e o número de espécies capturadas. Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os anos para a quantidade de peixes e número de espécies capturadas. A classificação trófica de peixes mostrou que os carnívoros (n = 623) foram mais frequentemente capturados, seguidos de piscívoros (n = 371), herbívoros (n = 101) e invertívoros (n = 26). Os dados apresentados demonstram que grandes peixes predadores de topo são o alvo principal, no entanto outros níveis tróficos também são capturados.

**Palavras-chave:** sobrepesca, recifes de coral, Salvador, Litoral Norte, Baixo Sul.



## Introduction

Fishing activities are regarded as one of the major sources of anthropogenic disturbance in the marine realm and consequently several stocks of fishes were reported as overexploited worldwide due to overfishing (Food... 2009). Collapse of important fish stocks and extreme habitat degradation have been widely described as examples of the impacts caused by fishing (Hawkins & Roberts 2004). The removal of organisms by fishing can trigger a variety of direct and indirect impacts on the structure of marine communities and are often responsible for the reduction or loss of functionality in coral reefs (Dayton et al. 1995, Jennings & Kaiser 1998, Pauly et al. 2002). For example, the removal of only 5% of fish biomass may significantly alter the community structure of reef fish, especially where predator fish species are the main target (Jennings & Polunin 1996). Fishing intensity might influence community composition and lead to local or global extinctions of particularly vulnerable species (Russ & Acala 1989, Roberts & Hawkins 1999).

Spearfishing is a very old human activity. Even before written history, indigenous people in various parts of the world were probably already fishing with spears underwater. Nowadays, spearfishing generally involves the use of a rubber propelled or airgun spear, as well as associated diving gear such as mask, snorkel and fins (Frisch et al. 2008). In South Africa the recreative spearfishing has grown at an annual rate of 6.14% (Mann et al. 1997). Spear fishing is an activity that frequently overlaps with fishing areas of the commercial and artisanal fleets (Coll et al. 2004). Since 1975 there is a monitoring of catches of spear fishing in the Balearic Islands and it was observed that before 1987 capture of fish more than 4 kg diminished drastically, indicating overfishing (Coll et al. 2004). The improvement of equipment and especially the increasing number of spearfishers are responsible for the decline of several species in the Mediterranean (Norton 2001, Coll et al. 2004), as well as in other parts of the world (e.g. Aiken & Haughton 1987). Nevertheless, for most countries there is no information on spearfishing activities and its potential impacts.

In Brazil, the first records of recreational spearfishing date to the late 40's, when Brazilian war pilots brought equipments that, at that time, did not exist in Brazil. The Brazilian Association of Spearfishing (Associação Brasileira de Caça Submarina-ABCS), founded in 1951 in Rio de Janeiro, held several championships and afterwards the sport started to spread in the country. In the early 60's, Americo Santarelli created a company of diving equipment, and since then spear equipments became more accessible to divers, thus popularizing the sport (Santarelli 1983, Colassanti 2009). Nowadays, spearfishing is practiced throughout the entire Brazilian coast, and there is critical lack of landings records.

This paper aims to quantitatively describe catches (i.e. fish abundance, composition and temporal patterns) from recreational spearfishing in three different regions within the Bahia State through the analyses of photographs of fish landings conducted between 2006 and 2008. The approach of using photographs is considered useful for evaluating quantitative changes in average sizes and composition of fish species caught by sport fishing (McClenachan 2009), and may be the only way the recover baseline information from 60' onwards.

## Methodology

We analyzed a series of photographs (n = 168) from a spearfishing club from the Bahia State, Brazil. Each photograph was taken in a different fishing day from 2006 to 2008. We only include in the analyses photos for which information on the specific region and year of capture were available. Three main fishing areas were established: Litoral Norte (LN) - between the northern portion of Salvador

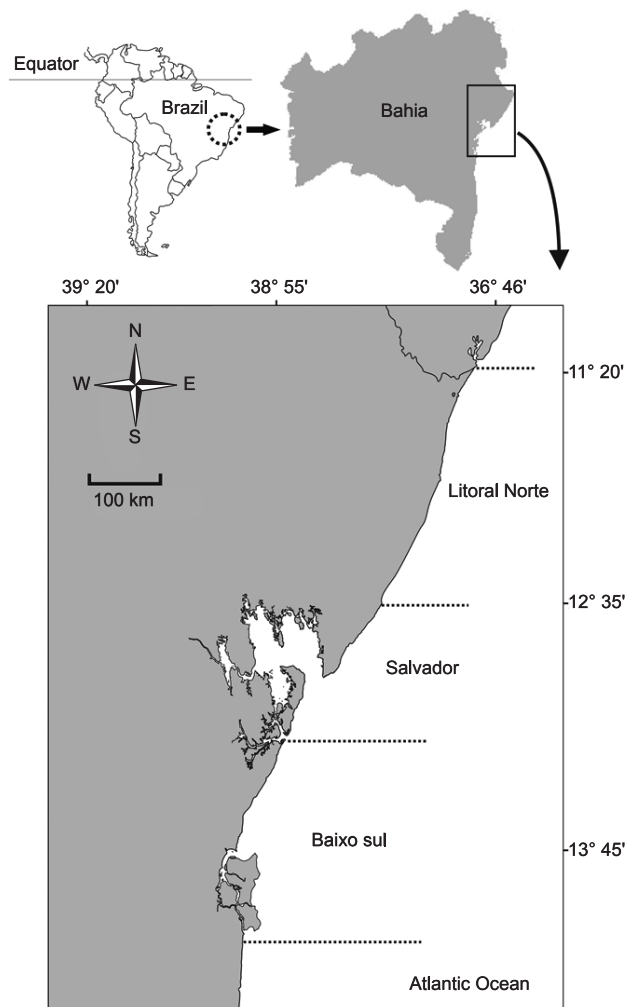
city to the border of the Sergipe State; Salvador (SSA) - coastal region of Salvador city and Baía de Todos os Santos; and Baixo Sul (BS) - located between Tinharé Island and Baía de Camamu (Figure 1). We identified and counted the number of fish in each photo. Species identification was performed with literature data (Carvalho-Filho 1999, Humann & Deloach 2002, Hostim et al. 2006, and Sampaio & Nottingham 2008). Fish trophic categories were assigned following the classification of Ferreira et al. (2004), Floeter et al. (2004).

## Data Analysis

Each photograph corresponded to one fishery, and was considered as an independent sample. Spatial and temporal variations in total capture and richness (total number of species) were evaluated with nonparametric analysis of variance (Kruskal-Wallis test). Whenever differences were detected in the parameters, the Dunn's test was applied to the data in order to quantify and establish those differences.

## Results

In the three years encompassed by this study it was recorded 1.121 captured fish belonging to 48 species (Table 1). The main species caught were: *Scomberomorus brasiliensis* (n = 191 fish), *Sphyrna barracuda* (n = 153), *Lutjanus jocu* (n = 150) and



**Figure 1.** Map showing the fishing regions.

**Figura 1.** Mapa mostrando as regiões de pesca.

**Table 1** Species captured by spearfishers, trophic guild (CAR: carnivores, PIS: piscivores, MOB INV: mobile invertivores, HERB: herbivores and SES INV: sessile Invertivores), total number of individuals (N Total) and % of the total number of individuals at each sites (LN: Litoral Norte, SSA: Salvador and BS: Baixo Sul).

**Tabela 1.** Espécies capturadas pelos caçadores submarinos, guildas tróficas (CAR: carnívoros, PIS: piscívoros, MOB INV: invertívoros móveis, HERB: herbívoros e SES INV: invertívoros sésseis), número total de indivíduos (N Total) e % do número de indivíduos em cada região (LN: Litoral Norte, SSA: Salvador e BS: Baixo Sul).

| Family                | Species                                                                | Trophic Guild | N Total | LN   | SSA  | BS   |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|------|------|------|
| <b>DASYATIDAE</b>     | <i>Dasyatis americana</i> Hildebrand and Schroeder, 1928               | CAR           | 8       | 25   | 75   | -    |
|                       | <i>Dasyatis</i> sp.                                                    | CAR           | 1       | -    | -    | 100  |
| <b>MYLIOBATIDAE</b>   | <i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)                            | CAR           | 1       | -    | 100  | -    |
| <b>MEGALOPIDAE</b>    | <i>Megalops atlanticus</i> (Valenciennes, 1846)                        | PIS           | 2       | 50   | 50   | -    |
| <b>MURAENIDAE</b>     | <i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1840                              | CAR           | 1       | -    | 100  | -    |
| <b>CENTROPOMIDAE</b>  | <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)                           | CAR           | 54      | 7.4  | 92.6 | -    |
| <b>EPINEPHELIDAE</b>  | <i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)                         | CAR           | 15      | 73.3 | 20   | 6.6  |
|                       | <i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1861)                                | CAR           | 77      | 16.8 | 71.4 | 11.6 |
| <b>PRIACANTHIDAE</b>  | <i>Priacanthus arenatus</i> Cuvier, 1829                               | MOB INV       | 3       | 100  | -    | -    |
| <b>CORYPHAENIDAE</b>  | <i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758                              | CAR           | 2       | 100  | -    | -    |
| <b>RACHYCENTRIDAE</b> | <i>Rachycentrun canadum</i> (Linnaeus, 1766)                           | CAR           | 6       | 16.6 | 83.3 | -    |
| <b>CARANGIDAE</b>     | <i>Alectis ciliaris</i> (Bloch, 1787)                                  | CAR           | 8       | 25   | 50   | 25   |
|                       | <i>Elegatis bipinnulatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)                    | CAR           | 11      | 100  | -    | -    |
|                       | <i>Caranx bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)                              | PIS           | 141     | 32.6 | 67.3 | -    |
|                       | <i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)                                  | CAR           | 20      | 60   | 35   | 5    |
|                       | <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)                                  | CAR           | 1       | -    | 100  | -    |
|                       | <i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831                                      | CAR           | 14      | 21.4 | 78.6 | -    |
|                       | <i>Caranx</i> sp.                                                      | CAR           | 1       | -    | -    | 100  |
|                       | <i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)                                   | CAR           | 7       | 42.8 | 57.1 | -    |
|                       | <i>Selene</i> sp.                                                      | CAR           | 1       | 100  | -    | -    |
|                       | <i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)                                  | CAR           | 4       | 75   | 25   | -    |
|                       | <i>Seriola rivoliana</i> Valenciennes, 1833                            | CAR           | 15      | 53.3 | 46.6 | -    |
|                       | <i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)                           | MOB INV       | 2       | -    | 100  | -    |
| <b>LUTJANIDAE</b>     | <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)                                  | CAR           | 14      | 28.6 | 71.4 | -    |
|                       | <i>Lutjanus alexandrei</i> Moura e Lindeman, 2007                      | CAR           | 2       | 50   | 50   | -    |
|                       | <i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)                             | CAR           | 26      | 42.3 | 53.8 | 3.8  |
|                       | <i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)                         | CAR           | 150     | 22.6 | 48.6 | 28.6 |
|                       | <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)                              | CAR           | 6       | 100  | -    | -    |
|                       | <i>Lutjanus</i> sp.                                                    | CAR           | 18      | 31.6 | 57.8 | 10.5 |
|                       | <i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)                                 | CAR           | 3       | 66.6 | 33.3 | -    |
|                       | <i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)                              | CAR           | 1       | 100  | -    | -    |
| <b>LOBOTIDAE</b>      | <i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)                              | CAR           | 1       | 100  | -    | -    |
| <b>GERREIDAE</b>      | <i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1840                                 | MOB INV       | 4       | -    | 100  | -    |
| <b>HAEMULIDAE</b>     | <i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)                          | MOB INV       | 6       | 33.3 | 66.6 | -    |
|                       | <i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)                                | MOB INV       | 1       | -    | 100  | -    |
| <b>SPARIDAE</b>       | <i>Calamus</i> sp.                                                     | MOB INV       | 1       | -    | 100  | -    |
| <b>KYPHOSIDAE</b>     | <i>Kyphosus</i> sp.                                                    | HERB          | 4       | -    | 100  | -    |
| <b>LABRIDAE</b>       | <i>Scarus trispinosus</i> Valenciennes, 1840                           | HERB          | 68      | 20.5 | 63.2 | 16.1 |
|                       | <i>Sparisoma amplum</i> (Ranzani, 1842)                                | HERB          | 17      | 64.7 | 35.2 | -    |
|                       | <i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)                         | HERB          | 13      | -    | 100  | -    |
| <b>EPHIPPIDAE</b>     | <i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)                         | SES INV       | 9       | 44.4 | 55.5 | -    |
| <b>SPHYRAENIDAE</b>   | <i>Sphyrna barracuda</i> (Walbaum, 1792)                               | PIS           | 153     | 92.1 | 4.5  | 3.2  |
| <b>SCOMBRIDAE</b>     | <i>Acanthocybium solandri</i> (Cuvier, 1831)                           | CAR           | 11      | 81.8 | 18.1 | -    |
|                       | <i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978 | CAR           | 191     | 40.8 | 59.1 | -    |
|                       | <i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)                            | PIS           | 19      | 47.3 | 52.6 | -    |
|                       | <i>Scomberomorus regalis</i> (Bloch, 1793)                             | PIS           | 6       | 33.3 | 50   | 16.6 |
|                       | <i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788)                            | CAR           | 1       | -    | 100  | -    |
|                       | <i>Thunnus atlanticus</i> (Lesson, 1830)                               | CAR           | 1       | -    | 100  | -    |
|                       | <i>Balistes vetula</i> Linnaeus, 1758                                  | MOB INV       | 1       | 100  | -    | -    |

*Caranx bartholomaei* (n = 141); these species accounted for 56.5% of the total landings. At LN *S. barracuda* was the most frequently captured species, while at BS and SSA *L. jocu* and *S. brasiliensis* were the main targets, respectively (Figure 2). Pelagic species accounted for 60% of the main 10 species caught. Species of lower trophic level and endemic to the Brazilian province were also targeted, as follows: *Scarus trispinosus* (n = 68), *Sparisoma amplum* (n = 17), *Sparisoma axillare* (n = 13). Two species of elasmobranchs were also recorded: *Dasyatis americana* (n = 8) and *Aetobatus narinari* (n = 1), both of them mostly captured in the LN region.

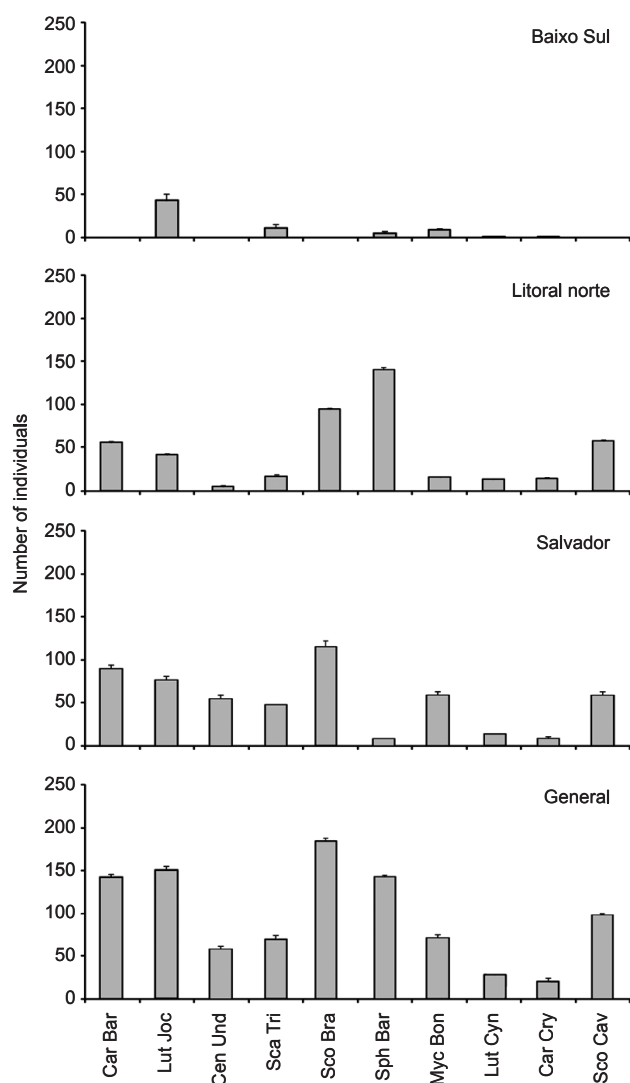
The average number of fish caught per day was  $6.7 \pm 0.03$  (S.E.), with a year estimate of  $370 \pm 1.9$  (S.E.). The majority of the photographs were from LN (Table 2), with 91 records (i.e. photos) and 465 fish at this location. At SSA, 579 fish were caught in 71 fisheries, and at BS there were only 6 fisheries, in which 78 fish were captured.

There were significant differences in the number of fish caught and numbers of species between sites ( $H = 6.53$ ,  $p = 0.03$  and  $H = 6.50$ ,  $p = 0.03$ , respectively). Differences between LN and BS were found for numbers of fish captured and richness, with highest

values of capture in LN, which was responsible for the difference in the model (Dunn's test). There were no statistical differences between the number of fish and numbers of species between years ( $H = 0.95$ ,  $p = 0.62$  and  $H = 1.12$ ,  $p = 0.57$ , respectively). During 2008, despite the low number of fisheries, there were observed the highest average catch per day ( $3.5 \pm 0.1$ ), followed by 2007 ( $2.4 \pm 0.03$ ) and 2006 ( $2.24 \pm 0.04$ ). In all years, BS obtained higher values of catch rates than the two other sites and the diversity of species caught at SSA was higher than at the other two regions (Figure 3a, b).

Analyzing the five top target species over time (Figure 4), three species (*S. barracuda*, *L. jocu* and *M. bonaci*) were intensively captured in 2007. In 2008 *S. barracuda*, *L. jocu* and *S. brasiliensis* had the lowest catch rates. *S. brasiliensis* showed a decline of capture along the time, while *C. bartholomaei* catches increasing in 2008.

The trophic classification of fish species showed that carnivores (n = 623 fishes; 50-68% of total fishes at each region) dominated in the catches, followed by piscivores (n = 371; 18-43%), herbivores (n = 101; 5-14%) and invertivores (n = 26; 1-2%) (Figure 5).



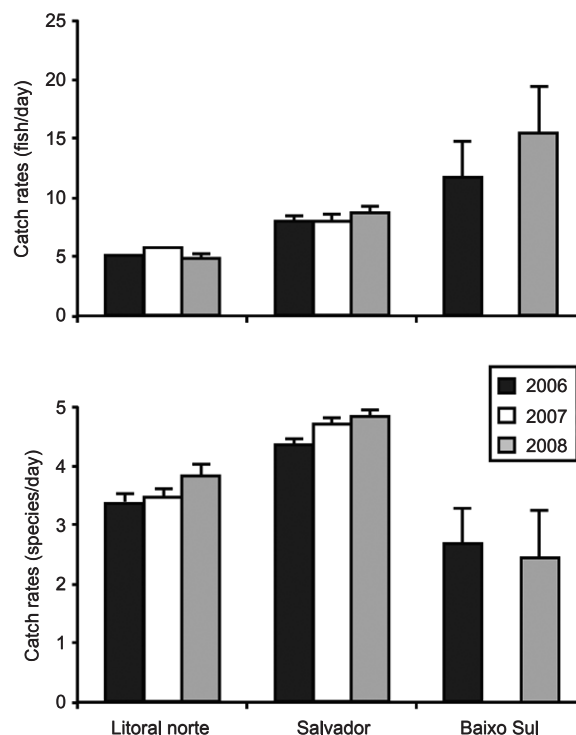
**Figure 2.** Number of individuals with standard error of the main species presents in the captures between 2006 and 2008.

**Figura 2.** Número de indivíduos com erro padrão das principais espécies presentes nas capturas entre 2006 e 2008.

**Table 2.** Number of fishing days (% of total) for each region.

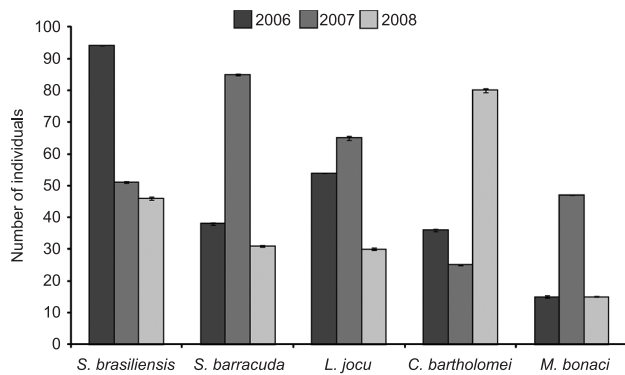
**Tabela 2.** Número de dias de pesca (% do total) para cada região.

|       | LN        | SSA       | BS      |
|-------|-----------|-----------|---------|
| 2006  | 37 (58.7) | 22 (34.9) | 4 (6.4) |
| 2007  | 35 (56.5) | 27 (43.5) | -       |
| 2008  | 19 (44.2) | 22 (51.1) | 2 (4.7) |
| Total | 91 (54.2) | 71 (42.3) | 6 (3.5) |



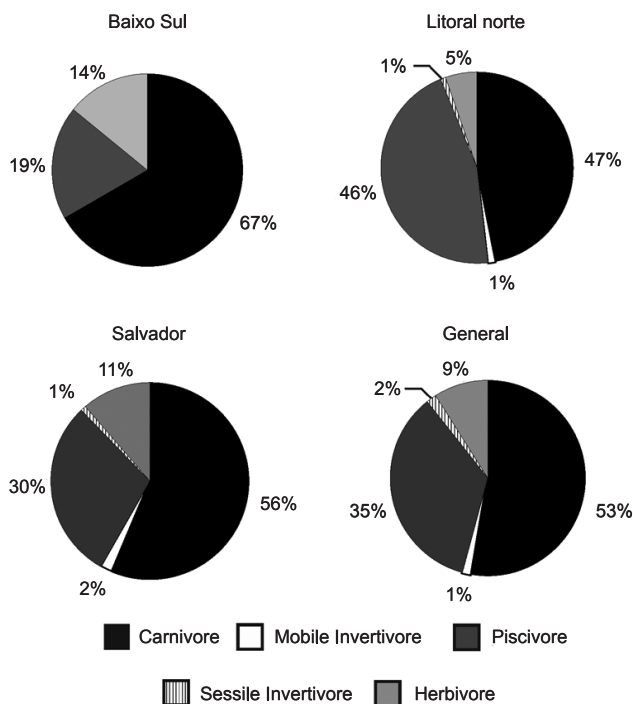
**Figure 3.** Catch rates values with standard error of fish/day and species/day between regions and years.

**Figura 3.** Valores da taxa de captura com erro padrão de peixes/dia e espécie/dia entre regiões e anos.



**Figure 4.** Target species captured with standard error in the three years of photograph sampled.

**Figura 4.** Espécies alvo capturadas com erro padrão nos três anos de fotografias amostradas.



**Figure 5.** Trophic guilds of the fishes captured for spearfishers.

**Figura 5.** Guildas tróficas dos peixes capturados pelos caçadores submarinos.

## Discussion

Considering all sampling years, more fishing days were recorded in the LN than the other locations. Nevertheless, fish catch rates were higher in BS and numbers of species were higher in SSA. It is possible that these results are related to differences in fishing time and in the number of fisheries in each region. The results might be indicating that each region has different target species, however this may be also due to natural local differences in abundances of different target species. Spearfishers visited few times the BS, probably due to the difficult in access to the region.

In the Bahia state all species observed in the photos are already suffering fishing pressure in other forms of fishing such as linefishing and ornamental purposes (Costa et al. 2003, Costa et al. 2005, Sampaio & Nottingham 2008). Frisch et al. (2008) compared line fishing and spearfishing on the Great Barrier Reef (Australia) and

concluded that both have impacts that are broadly equivalent, but spearfishers retained 43% more biomass of target species than line fishing. This type of comparison should be made in Brazilian reefs allowing to a better understanding of the potential effects of different fishing techniques.

The main species caught were identified as sportive species; they have those characteristics that fishermen seek (e.g size, strenght during fishing, good taste). However, these species have relatively low power of resilience and high vulnerability (Froese & Pauly 2010). Individuals of *Lutjanus jocu* observed in the photos were possibly captured in reproductive aggregations, since peaks of capture can be interpreted as indirect signs of this type of aggregation (Colin et al. 2003). Considering the vast coast of Brazil, very few studies related reef fisheries to fish forming spawning aggregations (Gerhardinger et al. 2006, Gerhardinger et al. 2007). Knowledge on where reef fish aggregations occur is very important for the conservation of the target species, even more for those fishes commercially exploited.

In the present study few trophic groups were intensively caught in fisheries, in general carnivores and piscivores. Saenger (1975) found that spearfishing catches from southern Queensland (Australia) were made up of carnivores, herbivores and omnivores in roughly equal proportions. The lack of some trophic groups on reefs can lead to severe negative consequences on functional roles and energy flux and the predator-prey relationship is very important to the ecological balance of these communities and the removal of predatory fish can affect the entire reef community structure (Floeter et al. 2007). The removal of herbivores by fishing is partly responsible for the phase change of many Caribbean reefs from coral dominated to algal dominated (Hughes 1994). For instance, Francini-Filho & Moura (2008) suggested that due to collapse of traditional resources such as serranids and lutjanids, fishing of parrotfish (Labridae- Scarinae and Sparisomatinae) has increased significantly in the largest reef complex of the South Atlantic Ocean, Abrolhos Bank (Leão & Kikuchi 2001, Leão et al. 2003). Lowry & Suthers (2004) showed clearly that spearfishing may have a significant impact on resident populations of long-lived fish species. There is evidence that spearing is responsible for the localised depletion of cheilodactylid populations in New Zealand (Cole et al. 1990). Spearing selectively removes the larger size class and has the potential of removing a large proportion of the males.

Along the Brazilian coast it has been documented that spearfishing has an impact on populations of endemic species (Ferreira & Gonçalves 1999, Ferreira 2005, Floeter et al. 2006, Floeter et al. 2007). Our study shows that recreational spearfishing captures the endemic and also the biggest herbivorous species in Brazil, *Scarus trispinosus* (Labridae). This species is considered to be functionally extinct in Arraial do Cabo (Rio de Janeiro State) due to spearfishing (Floeter et al. 2007) and it has become of the most important fishery resources in Abrolhos Bank in the last five years (Francini-Filho & Moura 2008).

Although carnivorous and piscivorous fish were more abundant in spearfishers catches, it is noteworthy that recreational fishing is practiced largely by people who invest in sophisticated equipment and explore distant places and deep sites (between 15 and 35 m depth). In shallow coast of the Bahia state (<18 m), some of the more abundant species captured are already functionally extinct (Nunes, J.A.C.C, pers. obs.).

McClenachan (2009) analyzed a series of photographs of fisheries held in Key West, Florida (USA), between 1956-2007, and observed that the mean fish weight declined from an estimated 19.9 to 2.3 kg. She also described a major shift in species composition where landings from 1956 to 1960 were dominated by large groupers



(*Epinephelus spp.*), and other large predatory fish, while in 2007 they were composed mostly of small snappers (*Lutjanus spp.* and *Ocyurus chrysurus*).

The Brazilian legislation (Portaria IBAMA N° 30/2003) allows activities of recreative fishermen registered in the Brazilian Environmental Institute (IBAMA), with cottas established at 15 kg of fish and more one fish of any size per day. However, these data are not sufficient for monitoring the populations of target species.

As a consequence of the multifactorial nature of the impacts that affect the litoral zone and the lack of data concerning the specific impact each activity on resources, isolating the effect of a single factor from the rest is not an easy task (Coll et al. 2004). Although the existing literature indicates that spearfishing is an important factor that can affect the composition of fish communities (Moranta et al. 1997, Reñones et al. 1997) and structure of certain fish populations (Harmelin & Marinopoulos 1993, Harmelin & Harmelin-Vivien 1999, Jouvenel & Pollard 2001, Tuya et al. 2006) monitoring of the effects of spearfishing on stocks becomes a difficult task because, in most cases, the only alternative is the database of the fishermen's associations.

This study shows that the recreational spearfishing can be a problem to reef fishes communities of the Bahia state. The rescue of older photos, decades before those used in the present analysis, and the comparison with recent photos, can help to better assess the impact of recreational spearfishing. We suggest also that in situ monitoring activities for target species should be conducted immediately. Additionally, there is currently no regulation for spearfishing arms trade; we believe that the adjustment of arms trade and increased surveillance can reduce the impacts.

## Acknowledgements

We would like to thank spearfishing team for providing the photos and Camilo Ferreira and Carlos Eduardo L. Ferreira for revision. The Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) provided scholarships to J.A.R-F. Financial support was provided by CNPq (MSc grant) to J.A.C.C. N. and F.B was supported by a fellowship PQ-CNPq (N° 302642/2008-0).

## References

- AIKEN, K.A. & HAUGHTON, M. 1987. Status of the Jamaica reef fishery and proposals for its management. *Proc. Gulf Carrib. Fish. Inst.* 38:469-484.
- CARVALHO-FILHO, A. 1999. Peixes: costa brasileira. Editora Melro, São Paulo.
- COLASSANTI, A. 2009. Os primórdios do mergulho no Brasil. Electronic database. [http://www.scubarec.com.br/index\\_arquivos/Historia.htm](http://www.scubarec.com.br/index_arquivos/Historia.htm) (último acesso em 23/04/2009).
- COSTA, P.A.S., BRAGA, A.C. & ROCHA, L.O.F. 2003. Reef fisheries in Porto Seguro, eastern Brazilian coast. *Fish Res.* 60: 577-583. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00145-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00145-5)
- COSTA, P.A.S., MARTINS, A.S. & OLAVO, G., eds. 2005. Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. Score Central, Rio de Janeiro. (Série Livros, Documentos REVIZEE).
- COLE, R.G., AYLING, T.M. & CREESE, R.G. 1990. Effects of marine reserve protection at Goat Island northern New Zealand. *NZ J Mar Freshw Res.* 24:197-210. <http://dx.doi.org/10.1080/00288330.1990.9516415>
- COLIN, P.L., SADOVY, Y.J. & DOMEIER, M.L. 2003. Manual for the Study and Conservation of Reef Fish Spawning Aggregations. Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations. version 1.0. (Special Publication, no.1). Electronic database. [www.SCRFA.org](http://www.SCRFA.org) (último acesso em 25/04/2009).
- COLL, J., LINDE, M., GARCIA-RUBIES., RIERA, F. & GRAU, A.M. 2004. Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean): species affected and catch evolution during the period 1975-2001. *Fish Res.* 70:97-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2004.05.004>
- DAYTON, P.K., THRUSH, S.F., AGARDY, M.T. & HOFMAN, R.J. 1995. Environmental effects of marine fishing. *Aquat Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 5:205-232. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.3270050305>
- FERREIRA, C.E.L. & GONÇALVES, J.E.A. 1999. The unique Abrolhos Reef Formation (Brazil): need for specific management strategies. *Coral Reefs.* 18:352. <http://dx.doi.org/10.1007/s003380050211>
- FERREIRA, C.E.L., FLOETER, S.R., GASPARINI, J.L., FERREIRA, B.P. & JOYEUX, J.C. 2004. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *J. Biogeogr.* 31:1093-1106. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01044.x>
- FERREIRA, C.E.L. 2005. The Status of Target Reef Fishes. In *Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil* (G.F. Dutra, G.R. Allen, T. Werner & S.A. McKenna, eds.). Conservation International, Washington, v.38, p.56-66.
- FLOETER, S.R., FERREIRA, C.E.L. & GASPARINI, J.L. 2007. Os efeitos da pesca e da proteção através de UC's marinhas: três estudos de caso e implicações para os grupos funcionais de peixes recifais no Brasil. In *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira* (Brasil. Ministério do Meio Ambiente - MMA, org.). MMA, Brasília. v.4, p.183-199. (Série Áreas Protegidas do Brasil).
- FLOETER, S.R., FERREIRA, C.E.L., DOMINICI-AROSEMENA, A. & ZALMON, I. 2004. Latitudinal gradients in Atlantic reef fish communities: trophic structure and spatial use patterns. *J. Fish. Biol.* 64:1680-1699. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00428.x>
- FLOETER, S.R., HALPERN, B.S. & FERREIRA, C.E.L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biol. Conserv.* 128:391-402. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.005>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2009. The state of world fisheries and aquaculture 2008. Rome (Italy): FAO Fisheries Department.
- FRANCINI-FILHO, R.B. & MOURA, R.L. 2008. Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst.* 18:1166-1179. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.966>
- FRISCH, J., BAKER, R., HOBBS, J.P.A. & NANKERVIS, L. 2008. A quantitative comparison of recreational spearfishing and linefishing on the Great Barrier Reef: implications for management of multi-sector coral reef fisheries. *Coral Reefs.* 27:85-95. <http://dx.doi.org/10.1007/s00338-007-0293-z>
- FROESE, R. & PAULY, D., eds. 2010. World wide web electronic publication. Electronic database. <http://www.fishbase.org/> (último acesso em 23/04/2010).
- GERHARDINGER, L.C., MEDEIROS, R., MARENZI, R.C., BERTONCINI, A.A. & HOSTIM-SILVA, M. 2006. Local Ecological Knowledge on the Goliath Grouper *Epinephelus itajara*. *Neo Ichth.* 4:441-450. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252006000400008>
- GERHARDINGER, L.C., MEDEIROS, R.P., MARENZI, R.C., GODOY, E.A., FREITAS, M.O., ANDRADE, A.B. & HOSTIM-SILVA, M. 2007. Conhecimento Ecológico Local no Planejamento e Gestão de Áreas Marinhas Protegidas e na Conservação de Agregações Reprodutivas de Peixes: A Experiência do Projeto Meros do Brasil. In *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira* (Brasil. Ministério do Meio Ambiente - MMA, org.). MMA, Brasília. v.1, p.107-129. (Série Áreas Protegidas do Brasil).
- HAWKINS, J.P. & ROBERTS, C.M. 2004. Effects of Artisanal Fishing on Caribbean Coral Reefs. *Conserv. Biol.* 18(1):215-226. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00328.x>
- HARMELIN, J.G. & MARINOPOULOS, J. 1993. Recensement de la population de corbs (*Sciaena umbra* Linnaeus. 1758: Pisces) du Parc National de Port-Cros (Méditerranée, France) par inventaires visuels. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park, Fr* 15:265-276.

- HARMELIN, J.G. & HARMELIN-VIVIEN, F.M. 1999. A review on habitat, diet and growth of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). Mémoires de l'Institut océanographique Paul Ricard. In Symposium International sur les Mérous de Méditerranée. Embiez, France, p.83-94.
- HOSTIM-SILVA, M., ANDRADE, A.B., MACHADO, L.F., GERHARDINGER, L.C., DAROS, F.A., BARREIROS, J.P. & GODOY, E.A.S. 2006. Peixes de costão rochoso de Santa Catarina: Arvoredo. Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.
- HUGHES, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265:1547-1551. PMID:17801530. <http://dx.doi.org/10.1126/science.265.5178.1547>
- HUMANN, P. & DELOACH, N. 2002. Reef Fish Identification. 3rd ed. New World Publication.
- JENNINGS, S. & POLUNIN, N.V.C. 1996. Effects of fishing effort and catch rate upon the structure and biomass of Fijian reef fish communities. *J. Appl. Ecol.* 33:400-412. <http://dx.doi.org/10.2307/2404761>
- JENNINGS, S. & KAISER, M. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 34:201-352. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60212-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60212-6)
- JOUVENEL, J.Y. & POLLARD, D.A. 2001. Some effects of marine reserve protection on the population structure of two spear fishing targetfish species, *Dicentrarchus labrax* (Moronidae) and *Sparus aurata* (Sparidae), in shallow inshore waters, along a rocky coast in the northwestern Mediterranean Sea. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwater Ecosyst.* 11:1-9. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.424>
- LEÃO, Z.M.A.N. & KIKUCHI, R.K.P. 2001. The Abrolhos Reefs of Brazil. In Coastal Marine Ecosystems of Latin America (U. Seeliger & B. Kjerfve, eds.). Springer-Verlag, Berlin, p.83-96.
- LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K.P. & TESTA, V. 2003. Corals and coral reefs of Brazil. In Latin America Coral Reefs (J. Corte's, ed.). Elsevier Science, Amsterdam, p.9-52.
- LOWRY, M. & SUTHERS, I. 2004. Population structure of aggregations, and response to spear fishing, of a large temperate reef fish *Cheilodactylus fuscus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 273:199-210. <http://dx.doi.org/10.3354/meps273199>
- MANN, B.Q., SCOTT, G.M., MANN-LANG, J.B., BROUWER, S.L., LAMBERTH, J., SAUER, W.H.H. & ERASMUS, C. 1997. An evaluation of participation in and management of the South African spearfishery. *S. Afr. J. mar. Sci.* 18:179-193 <http://dx.doi.org/10.2989/025776197784161144>
- MCCLLENACHAN, L. 2009. Documenting Loss of Large Trophy Fish from the Florida Keys with Historical Photographs. *Conserv. Biol.* 23:636-643. PMID:19183214. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01152.x>
- MORANTA, J., REVIRIEGO, B. & COLL, J. 1997. Contribucion al conocimiento de la estructura de la comunidad íctica asociada a los fondos rocosos litorales de las islas del Toro y d'Es Malgrat (suroeste de Mallorca, islas Baleares). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* 23:143-152.
- NORTON, T. 2001. Sob o Mar: A Extraordinária Vida dos Pioneiros do Mergulho. Editora Alegro.
- PAULY, D., CHRISTENSEN, V., GUENETTE, S., PITCHER, T.J., SUMAILA, U.R., WALTERS, C.J., WATSON, R. & ZELLER, D. 2002. Towards sustainability in world Wsheries. *Nat.* 418:689-695. PMID:12167876. <http://dx.doi.org/10.1038/nature01017>
- ROBERTS, C.M. & HAWKINS, J.P. 1999. Extinction risk in the sea. *Trends Ecol. Evol.* 14:241-246. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01584-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01584-5)
- RUSS, G.R. & ALCALA, A.C. 1989. Effects of intense fishing pressure on an assemblage of coral reef fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 56:13-27. <http://dx.doi.org/10.3354/meps056013>
- REÑONES, O., MORANTA, J., COLL, J. & MORALES-NIN, B. 1997. Rocky bottom fish communities of Cabrera Archipelago National Park (Mallorca western Mediterranean). *Sci. Mar.* 61:495-506.
- SAENGER, P. 1975. An analysis of Australian recreational spearfishing data. In World Congress on Underwater Activities (J. Adolfson, ed.). Archeology, Biology, Stockholm, v.1, p.177-192.
- SANTARELLI, A. 1983. Super Sub. Brasil, 2170p.
- SAMPAIO, C.L.S. & NOTTINGHAM, M.C. 2008. Guia para Identificação de Peixes Ornamentais. Edições IBAMA, Brasília, v.1: Espécies Marinhas.
- SANTARELLI, A. 1983. Super Sub. Editora Cobra Sub, Rio de Janeiro.
- TUYA, F., ORTEGA-BORGES, L., SANCHEZ-JEREZ, P. & HAROUN, R.J. 2006. Effect of fishing pressure on the spatio-temporal variability of the parrotfish, *Sparisoma cretense* (Pisces: Scaridae), across the Canarian Archipelago (eastern Atlantic). *Fish Res.* 77:24-33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2005.07.017>

Received 19/11/2010

Revised 25/02/2012

Accepted 23/03/2012

## Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal

Carlos Alfredo Joly<sup>1,10</sup>, Marco Antonio Assis<sup>2</sup>, Luis Carlos Bernacci<sup>3</sup>, Jorge Yoshio Tamashiro<sup>1</sup>,

Mariana Cruz Rodrigues de Campos<sup>1</sup>, José Ataliba Mantelli Aboin Gomes<sup>3</sup>,

Maryland Sanchez Lacerda<sup>4</sup>, Flávio Antonio Mães dos Santos<sup>1</sup>, Fernando Pedroni<sup>4</sup>,

Larissa de Souza Pereira<sup>1</sup>, Maíra de Campos Gorgulho Padgurschi<sup>1</sup>, Eduardo Magalhães Borges Prata<sup>2</sup>,

Eliana Ramos<sup>3</sup>, Roseli Buzanelli Torres<sup>3</sup>, André Rochelle<sup>1</sup>, Fernando Roberto Martins<sup>1</sup>,

Luciana Ferreira Alves<sup>5</sup>, Simone Aparecida Vieira<sup>6</sup>, Luiz Antonio Martinelli<sup>7</sup>,

Plínio Barbosa de Camargo<sup>7</sup>, Marcos Pereira Marinho Aidar<sup>5</sup>, Pedro Vasconcellos Eisenlohr<sup>1</sup>,

Eliane Simões<sup>8</sup>, João Paulo Villani<sup>9</sup> & Renato Belinello<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Biologia Vegetal, Instituto de Biologia – IB, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, CP 6109, Barão Geraldo, CEP 13081-970, Campinas, SP, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Av. 24A, 1515, Bela Vista, CP 199, CEP 13506900, Rio Claro, SP, Brasil

<sup>3</sup>Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento Jardim Botânico – CEC, Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Av. Barão de Itapura, 1481, CP 28, Jardim Guanabara, CP 28, CEP 13001-970, Campinas, SP, Brasil

<sup>4</sup>Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Rod. MT 100, Km 3,5, Setor Universitário, CEP 78698-000, Pontal do Araguaia, MT, Brasil

<sup>5</sup>Instituto de Botânica – IBt, Secretaria do Meio Ambiente do Estado – SMA, Av. Miguel Estéfano, 3687, Água Funda, CEP 04301-902, São Paulo, SP, Brasil

<sup>6</sup>Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPAM, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Rua dos Flamboyants, 155, Cidade Universitária, CEP 13083-867, Campinas, SP, Brasil

<sup>7</sup>Laboratório de Ecologia Isotópica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA, Universidade de São Paulo – USP, Av. Centenário, 303, São Dimas, CEP 13416-903, Piracicaba, SP, Brasil

<sup>8</sup>Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar – PESM, Secretaria do Meio Ambiente do Estado – SMA, BR 101, Km 08, CP 157, CEP 11680-000, Ubatuba, SP, Brasil

<sup>9</sup>Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar – PESM, Secretaria do Meio Ambiente do Estado – SMA, Rod. Oswaldo Cruz, Km 78, Alto da Serra, CEP 12140-000, São Luiz do Paraitinga, SP, Brasil

<sup>10</sup>Autor para correspondência, Carlos Alfredo Joly, e-mail: cjoly@unicamp.br

JOLY, C.A., ASSIS, M.A., BERNACCI, L.C., TAMASHIRO, J.Y., CAMPOS, M.C.R., GOMES, J.A.M.A., LACERDA, M.S., SANTOS, F.A.M., PEDRONI, F., PEREIRA, L.S., PADGURSCHI, M.C.G., PRATA, E.M.B.; RAMOS, E., TORRES, R.B., ROCHELLE, A., MARTINS, F.R., ALVES, L.F., VIEIRA, S.A., MARTINELLI, L.A., CAMARGO, P.B., AIDAR, M.P.M., EISENLOHR, P.V., SIMÕES, E., VILLANI, J.P. & BELINELLO, R. **Floristic and phytosociology in permanent plots of the Atlantic Rainforest along an altitudinal gradient in southeastern Brazil**. *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn01812012012>

**Abstract:** This paper summarizes floristic and phytosociology data of 11, out of 14 plots of 1 ha, allocated along an altitudinal gradient in the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. The study was conducted at Serra do Mar State Park and the plots start at the sea level (10 m – plot of Restinga Forest that occurs at Praia da Fazenda, Picinguaba, municipality of Ubatuba) up to 1100 m above sea level (the Montane Ombrophilous Dense occurs alongside the Itamambuca Trail, municipality of São Luis do Paraitinga). The Restinga Forest occurs in Pleistocenian Coastal Plain where the soil is classified as a sandy Quartzipsamment (Quartzenic Neosol), while along the slopes of the Serra do Mar, the Ombrophylus Dense Forest grows on the top of a pre-Cambrian crystalline basement with granitic rocks, where the soil is a sandy-loam Dystrophic Inceptisol (Cambisol/Latosol). In all 14 plots soils are acidic (pH 3 – 4), chemically poor, with high dilution of nutrients and high saturation of aluminum. In the Restinga and at the foot of the slope the climate is Tropical/Subtropical Humid (Af/Cfa), with no dry season, an average annual rainfall over 2,200 mm and an average annual temperature of 22 °C. Towards the top of the Serra do Mar there is a gradual cooling along the slope, but there is no reduction in rainfall, so at 1,100 m above sea level the climate is classified as Humid Subtropical (Cfa/Cfb), with no dry season and an average annual temperature of 17 °C. It is important to remark that, almost daily, from 400 m above sea level up to the top of slopes the mountains are covered by a dense fog. In the 14 plots 21,733 individuals with DBH ≥ 4.8 cm, including trees, palms and ferns, were marked, measured and sampled. The average number of individuals sampled in each plot was 1264 ind.ha<sup>-1</sup> (± 218 SE 95%). Within the parameters considered trees prevailed (71%

in the Montane ODF to 90% in the Restinga Forest), followed by palms (10% in the RF and 25% in the Montane Ombrophilous Dense Forest/ODF) and ferns (0% % in the RF and 4% in the Montane ODF). Regarding these proportions the Exploited Lowlands ODF differs from the others with only 1.8% of palm trees and striking 10% of ferns. The forest canopy is irregular with heights ranging from 7 to 9 m, rarely emergent trees reach 18 m, and due to this irregularity of the canopy the amount of light that gets through sets conditions for the development of hundreds of epiphytic species. Aside from Montana ODF, where the number of dead trees was more than 5% of individuals sampled, in the other phytophysiognomies this value was below 2.5%. In the 11 plots where the floristic study was conducted we found 562 species in 195 genera and 68 families. Only seven species - *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), *Calypttranthes lucida* Mart. ex DC. and *Marlierea tomentosa* Cambess (both Myrtaceae), *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae), *Cupania oblongifolia* Mart. (Sapindaceae), *Cecropia glaziovii* Snethl. and *Coussapoa microcarpa* (Schott) Rizzini (both Urticaceae) – occurred from Restinga to Montane ODF, while 12 other species did not occur only in the Restinga Forest. Families with the greatest number of species are Myrtaceae (133 spp), Fabaceae (47 spp), Rubiaceae (49) and Lauraceae (49) throughout the gradient and Monimiaceae (21) specifically in portions Montane ODF. Only in the F plot, where logging has occurred between 1950 and 1985, the abundance of palm trees has been replaced by Cyatheaceae. The study shows a peak of diversity and richness, Shannon-Weiner index ( $H'$ ) ranging from 3.96 to 4.48 nats.ind<sup>-1</sup>, in the intermediate altitudes (300 to 400 m) along the slope. Several explanations for this result are raised here, including the fact that these elevations are within the limits expansions and retractions of the different phytophysiognomies of the Atlantic ODF due to climate fluctuations during the Pleistocene. The results presented in this paper demonstrate the extraordinary richness of tree species of the Atlantic Rainforest from the northeastern coast of the State of Sao Paulo, reinforcing the importance of its conservation throughout the altitudinal gradient. The richness of this forest justifies a long term commitment to study its dynamics and functioning through permanent plots, and monitor the impacts of climate change in this vegetation.

**Keywords:** Serra do Mar State Park, Nucleo Picinguaba, Nucleo Santa Virginia, species richness, phytophysiognomies, Vegetation Classification System, BIOTA Functional Gradient Project.

JOLY, C.A., ASSIS, M.A., BERNACCI, L.C., TAMASHIRO, J.Y, CAMPOS, M.C.R., GOMES, J.A.M.A., LACERDA, M.S., SANTOS, F.A.M., PEDRONI, F., PEREIRA, L.S., PADGURSCHI, M.C.G., PRATA, E.M.B., RAMOS, E., TORRES, R.B., ROCHELLE, A., MARTINS, F.R, ALVES, L.F., VIEIRA, S.A., MARTINELLI, L.A., CAMARGO, P.B., AIDAR, M.P.M., EISENLOHR, P.V., SIMÕES, E., VILLANI, J.P. & BELINELLO, R. **Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal**. Biota Neotrop. 12 (1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn01812012012>

**Resumo:** Este trabalho resume os dados de florística e fitossociologia de 11, das 14 parcelas de 1 ha, alocadas ao longo do gradiente altitudinal da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. As parcelas começam na cota 10 m (Floresta de Restinga da Praia da Fazenda, município de Ubatuba) e estão distribuídas até a cota 1100 m (Floresta Ombrófila Densa Montana da Trilha do rio Itamambuca, município de São Luis do Paraitinga) abrangendo os Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar. Na Restinga o solo é Neossolo Quartzarênico francamente arenoso, enquanto que na encosta o solo é um Cambisolo Háplico Distrófico argilo-arenoso, sendo que todas as parcelas apresentaram solo ácido (pH 3 – 4) com alta diluição de nutrientes e alta saturação de alumínio. Na Restinga e no sopé da encosta o clima é Tropical/Subtropical Úmido (Af/Cfa), sem estação seca, com precipitação média anual superior a 2.200 mm e temperatura média anual de 22 °C. Subindo a encosta mantêm-se a média de precipitação, mas há um gradativo resfriamento, de forma que a 1.100 m o clima é Subtropical Úmido (Cfa/Cfb), sem estação seca, com temperatura média anual de 17 °C. Destaca-se ainda que, quase diariamente, a parte superior da encosta, geralmente acima de 400 m, é coberta por uma densa neblina. Nas 14 parcelas foram marcados, medidos e amostrados 21.733 indivíduos com DAP  $\geq$  4,8 cm, incluindo árvores, palmeiras e fetos arbórescentes. O número médio de indivíduos amostrados nas 14 parcelas foi de 1.264 ind.ha<sup>-1</sup> ( $\pm$  218 EP de 95%). Dentro dos parâmetros considerados predominaram as árvores (71% FOD Montana a 90% na Restinga), seguidas de palmeiras (10% na Restinga a 25% na FOD Montana) e fetos arbórescentes (0% na Restinga a 4% na FOD Montana). Neste aspecto destaca-se a FOD Terras Baixas Exploradas com apenas 1,8% de palmeiras e surpreendentes 10% de fetos arbórescentes. O dossel é irregular, com altura variando de 7 a 9 m, raramente as árvores emergentes chegam a 18 m, e a irregularidade do dossel permite a entrada de luz suficiente para o desenvolvimento de centenas de espécies epífitas. Com exceção da FOD Montana, onde o número de mortos foi superior a 5% dos indivíduos amostrados, nas demais fitofisionomias este valor ficou abaixo de 2,5%. Nas 11 parcelas onde foi realizado o estudo florístico foram encontradas 562 espécies distribuídas em 195 gêneros e 68 famílias. Apenas sete espécies – *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), *Calypttranthes lucida* Mart. ex DC. e *Marlierea tomentosa* Cambess (ambas Myrtaceae), *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae), *Cupania oblongifolia* Mart. (Sapindaceae) e as Urticaceae *Cecropia glaziovii* Snethl. e *Coussapoa microcarpa* (Schott) Rizzini – ocorreram da Floresta de Restinga à FOD Montana, enquanto outras 12 espécies só não ocorreram na Floresta de Restinga. As famílias com o maior número de espécies são Myrtaceae (133 spp), Fabaceae (47 spp),



Rubiaceae (49) e Lauraceae (49) ao longo de todo gradiente da FOD e Monimiaceae (21) especificamente nas parcelas da FOD Montana. Em termos de número de indivíduos as famílias mais importantes foram Arecaceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Lauraceae e na FOD Montana, Monimiaceae. Somente na parcela F, onde ocorreu exploração de madeira entre 1960 e 1985, a abundância de palmeiras foi substituída pelas Cyatheaceae. O gradiente estudado apresenta um pico da diversidade e riqueza nas altitudes intermediárias (300 a 400 m) ao longo da encosta (índice de Shannon-Weiner -  $H'$  - variando de 3,96 a 4,48 nats.indivíduo<sup>-1</sup>). Diversas explicações para este resultado são apresentadas neste trabalho, incluindo o fato dessas altitudes estarem nos limites das expansões e retrações das diferentes fitofisionomias da FOD Atlântica durante as flutuações climáticas do Pleistoceno. Os dados aqui apresentados demonstram a extraordinária riqueza de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa Atlântica dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, reforçando a importância de sua conservação ao longo de todo o gradiente altitudinal. A diversidade desta floresta justifica também o investimento de longo prazo, através de parcelas permanentes, para compreender sua dinâmica e funcionamento, bem como monitorar o impacto das mudanças climáticas nessa vegetação.

**Palavras-chave:** *Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Núcleo Santa Virgínia, riqueza de espécies, fitofisionomias, Sistema de Classificação da Vegetação, Projeto BIOTA Gradiente Funcional*

## Introdução

A Mata Atlântica sensu lato (Joly et al. 1999) é a segunda maior floresta tropical do continente americano (Tabarelli et al. 2005). A maior parte dos Sistemas de Classificação da vegetação brasileira reconhece que no Domínio Atlântico (sensu Ab'Saber 1977) esse bioma pode ser dividido em dois grandes grupos: a Floresta Ombrófila Densa, típica da região costeira e das escarpas serranas com alta pluviosidade (Mata Atlântica – MA – sensu stricto), e a Floresta Estacional Semidecidual, que ocorre no interior, onde a pluviosidade, além de menor, é sazonal. Na região costeira podem ocorrer também Manguezais (Schaeffer-Novelli 2000), ao longo da foz de rios de médio e grande porte, e as Restingas (Scarano 2009), crescendo sobre a planície costeira do quaternário. No topo das montanhas, geralmente acima de 1500 m, estão os Campos de Altitude (Ribeiro & Freitas 2010).

Em 2002, a Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE (Instituto..., 2002) realizaram um levantamento que indica que há apenas 7,6% da cobertura original da Mata Atlântica (s.l.). Mais recentemente Ribeiro et al. (2009) refinaram a estimativa incluindo fragmentos menores, que não haviam sido contabilizados, e concluíram que resta algo entre 11,4 e 16% da área original. Mesmo com esta fragmentação, o mosaico da Floresta Atlântica brasileira possui um dos maiores níveis de endemismos do mundo (Myers et al. 2000) e cerca da metade desses remanescentes de grande extensão estão protegidos na forma de Unidades de Conservação (Galindo & Câmara 2005). Entre os dois centros de endemismo reconhecidos para a MA (Fiaschi & Pirani 2009), o bloco das regiões sudeste/sul é o que conserva elementos da porção sul de Gondwana (Sanmartín & Ronquist 2004), tido como a formação florestal mais antiga do Brasil (Colombo & Joly 2010).

Segundo Hirota (2003), parte dos remanescentes de MA está no estado de São Paulo, onde cerca de 80% de sua área era coberta por florestas (Victor 1977) genericamente enquadradas como Mata Atlântica “sensu lato” (Joly et al. 1999). Dados de Kronka et al. (2005) mostram que no estado restam apenas 12% de área de mata e menos do que 5% são efetivamente florestas nativas pouco antropizadas. Nos 500 anos de fragmentação e degradação das formações naturais, foram poupadas apenas as regiões serranas, principalmente a fachada da Serra do Mar, por serem impróprias para práticas agrícolas.

Usando o sistema fisionômico-ecológico de classificação da vegetação brasileira adotado pelo IBGE (Velloso et al. 1991), a Floresta Ombrófila Densa, na área de domínio da Mata Atlântica, foi subdividida em quatro faciações ordenadas segundo a hierarquia topográfica, que refletem fisionomias de acordo com as variações das faixas altimétricas e latitudinais. No estado de São Paulo, na latitude entre 16 e 24 °S temos: 1) **Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas** - 5 a 50 m de altitude; 2) **Floresta Ombrófila Densa Submontana** - no sopé da Serra do Mar, com cotas de altitude variando entre 50 e 500 m; 3) **Floresta Ombrófila Densa Montana** - recobrindo a encosta da Serra do Mar propriamente dita, em altitudes que variam de 500 a 1.200 m; 4) **Floresta Ombrófila Densa Altimontana** - ocorrendo no topo da Serra do Mar, acima dos limites estabelecidos para a formação montana, onde a vegetação praticamente deixa de ser arbórea, pois predominam os campos de altitude.

Nas últimas três décadas muita informação vem sendo acumulada sobre a composição florística e a estrutura do estrato arbóreo dos remanescentes florestais do estado, conforme mostram as revisões de Oliveira-Filho & Fontes (2000) e Scudeller et al. (2001). Em florestas tropicais este tipo de informação, assim como dados sobre a riqueza de espécies, reflete não só fatores evolutivos e biogeográficos, como também o histórico de perturbação, natural ou antrópica, das respectivas áreas (Gentry 1992, Hubbell & Foster 1986). A síntese dessas informações tem permitido a definição de unidades fitogeográficas com diferentes padrões de riqueza de espécies e apontam para uma diferenciação, entre as florestas paulistas, no sentido leste/oeste (Salis et al. 1995, Torres et al. 1997, Santos et al. 1998).

Segundo Bakker et al. (1996) um método adequado para acompanhar e avaliar as mudanças na composição das espécies e dinâmica da floresta ao longo do tempo é por meio de parcelas permanentes (em inglês *Permanent Sample Plots* –PSPs). Essa metodologia tem sido amplamente utilizada em estudos de longa duração em florestas tropicais, pois permite avaliar a composição e a estrutura florestal e monitorar sua mudança no tempo (Dallmeier 1992, Condit 1995, Sheil 1995, Malhi et al. 2002, Lewis et al. 2004). Permite avaliar também as consequências para a floresta de problemas como o aquecimento global e a poluição atmosférica (Bakker et al. 1996).

No Brasil os projetos/programas que utilizam a metodologia de Parcelas Permanentes tiveram origem, praticamente, com o *Projeto*

*Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais/PDBFF* (<http://pdbff.inpa.gov.br/instituto1p.html>), iniciado no final da década de 70, com uma parceria entre o INPA e o Smithsonian Institution. Mais recentemente programas de pesquisa que utilizam esta metodologia têm se organizado em Redes, como por exemplo, a Rede de Monitoramento da Dinâmica de Florestas da Amazônia Brasileira, a Rede de Parcelas Permanentes no Cerrado e Pantanal e a Rede de Parcelas Permanentes na Mata Atlântica e Pampa ([http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/sispp/SisPP\\_historico.htm](http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/sispp/SisPP_historico.htm)). Entretanto, poucos protocolos de monitoramento estão descritos detalhadamente na literatura.

No âmbito do Programa BIOTA/FAPESP, vários projetos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de compreender melhor a Floresta Ombrófila Densa Atlântica. Esses trabalhos, entretanto, têm se concentrado nos Parques da região do Vale do Ribeira (Parque Estadual Intervales, Parque Estadual Carlos Botelho, Parque Estadual da Ilha do Cardoso) ou em regiões próximas à Grande São Paulo (Reserva Estadual do Morro Grande). Poucos são os trabalhos desse tipo na porção nordeste da Serra do Mar, inexistindo trabalhos focados nas variações da composição florística e da estrutura da floresta ao longo do gradiente altitudinal das escarpas da Serra do Mar. Ainda que de amplitude restrita, se comparado aos trabalhos realizados em outras regiões do mundo (Kessler 2001, Wang et al. 2002, Borges et al. 2011), a variação altitudinal de 0 a 1100 m acima do nível do mar delimita, praticamente, a região de ocorrência florestal na região sudeste do Brasil.

Os objetivos deste trabalho são: i) descrever o protocolo utilizado para estudos da vegetação em parcelas permanentes na Floresta Ombrófila Densa Atlântica, e ii) sintetizar dados da variação na composição e da estrutura do componente arbóreo dessa formação florestal ao longo do gradiente de altitude dos Núcleos Picinguaba (NPIC) e Santa Virgínia (NSV), entre 23° 19' 31" - 23° 22' 52" S e 44° 49' 55" - 45° 05' 02" O, do Parque Estadual da Serra do Mar.

## Material e Métodos

### 1. Estabelecimento e manutenção de parcelas permanentes - padronização do protocolo para inventários florestais

A metodologia de parcelas permanentes permite avaliar a composição e a estrutura florestal e monitorar sua mudança no tempo (Dallmeier 1992, Condit 1995, Sheil 1995, Malhi et al. 2002, Lewis et al. 2004). Além disso, a partir dessa metodologia é possível compreender em que extensão fatores como clima e solo em nível regional determinam a estrutura florestal e afetam os estoques de carbono (Phillips et al. 1998, Clark & Clark 2000, Malhi et al. 2002, Vieira et al. 2008).

Nos últimos anos têm sido propostas e discutidas metodologias e protocolos a fim de padronizar as técnicas de implantação e monitoramento de estudos de longo prazo e, assim, tornar possível a comparação desses estudos em uma escala regional (Sheil 1995, Clark 2002, Phillips & Baker 2002, Phillips et al. 2002, Rodrigues 2003). Devido ao elevado custo financeiro e à exigência de comprometimento a longo-prazo de especialistas e técnicos para o estabelecimento e a manutenção das parcelas, uma série de procedimentos devem ser cuidadosamente avaliados e considerados durante a instalação e coleta de dados para se evitar inacurácias, erros e tendências nos dados (Sheil 1995, Phillips & Baker 2002, Phillips et al. 2002). Deficiências metodológicas nos estágios de estabelecimento da parcela, plaqueamento dos indivíduos e no inventário propriamente dito têm implicações em todo o processo e podem gerar tendências nos dados, resultando em sub ou super estimativas de determinado

parâmetro (Sheil 1995, Clark 2002). Assim, a recomendação geral é que a marcação da área de amostragem (parcela e subparcelas) deve ser feita de forma permanente, utilizando material de longa duração e de fácil manipulação. A numeração dos indivíduos amostrados deve ser preferencialmente sequencial, também feita com material resistente e de boa qualidade. Um sistema de coordenadas deve ser estabelecido para identificar os limites das subparcelas, além do mapeamento dos indivíduos para facilitar a localização em censos posteriores.

Dentro desta perspectiva, o projeto BIOTA Gradiente Funcional padronizou um protocolo de campo para o estabelecimento, mapeamento e levantamento das variáveis de cada indivíduo das parcelas permanentes localizadas na Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar. O protocolo foi uma adaptação do proposto por Phillips & Baker (2002).

### 2. Seleção das áreas de estudo

A primeira etapa consistiu na interpretação de imagens de satélite e ortofotos para a escolha preliminar das áreas amostrais. Posteriormente, essa etapa orientou a equipe multidisciplinar que foi ao campo visitar as áreas pré-selecionadas. Com a aferição, a equipe verificou que algumas das áreas previamente selecionadas não poderiam ser utilizadas para instalação das parcelas, pois apresentavam vegetação nitidamente secundária ou estavam a mais de 3 horas de caminhada, o que inviabilizaria a realização do trabalho de campo.

Realizou-se então um sobrevôo para identificação de novas áreas que atendessem os quesitos de conservação e logística. O plano de vôo foi traçado sobre as cartas IBGE 1:50.000 da região com base na interpretação das ortofotos e das visitas ao campo. As imagens e mapas existentes e os registros constatados em campo nos forneceram uma abrangência dos diferentes trechos e fitofisionomias de floresta. Nesta etapa confirmou-se a inexistência de outros remanescentes de Floresta de Restinga adequados para amostragem, além daquele selecionado no Núcleo Picinguaba. Constatou-se também que a fitofisionomia Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas praticamente desapareceu no município de Ubatuba, com exceção das áreas do Sertão da Casa da Farinha (ao longo das margens do rio da Fazenda e da Trilha do Corisco). Mesmo acima dos 100 m de altitude poucos são os remanescentes aparentemente bem conservados e de grandes dimensões, e os que restam localizam-se, geralmente, em pontos de grande declividade e inacessíveis, sendo, portanto, impróprios para o estudo. Para a fitofisionomia Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODS) foi identificada uma área nas cabeceiras do rio Indaiá, na Fazenda Capricórnio (Sertão da Taquara, Praia do Perequê-Açu). Parte da equipe esteve na área e constatou que ela efetivamente atendia às necessidades do projeto.

Ao longo dessas visitas de campo foi possível confirmar dados de literatura (Assis 1999) que mostram que, no litoral norte do Estado de São Paulo, a floresta que ocorre sobre os solos arenosos da restinga aparenta ter composição florística e estrutura distinta das três principais fisionomias da Floresta Ombrófila Densa (Terras Baixas, Submontana e Montana) que recobrem a encosta da Serra do Mar. Desta forma, optamos por designar neste estudo a floresta sobre os solos arenosos da Planície Costeira como Floresta de Restinga. No sentido de confirmar se a floresta sobre os cordões arenosos é de fato uma formação ímpar, instalamos uma parcela (1 ha) nesta formação.

### 3. Desenho amostral

- Instalação de apenas uma parcela de 1 ha na Floresta de Restinga (Parcela A – Figura 1);
- Em cada uma das três fitofisionomias: FOD das Terras Baixas ao longo da Trilha do Corisco, Casa da Farinha (Parcelas B, C, D e E – Figura 1); FOD Submontana na Fazenda Capricórnio

(Parcelas G, H, I e J – Figura 1); FOD Montana ao longo da Trilha do rio Itamambuca no Núcleo Santa Virgínia (Parcelas K, L, M e N – Figura 1) foram instaladas 4 parcelas de 1 ha cada, isoladas entre si e, portanto, consideradas como réplicas (Joly et al. 2008).

- Como por razões logísticas não foi possível instalar as parcelas de FOD Submontana e Montana ao longo da Trilha do Corisco, então, adicionalmente, instalamos uma 5ª parcela de FOD das Terras Baixas (Parcela F – Figura 1) na Fazenda Capricórnio, a cerca de 40 km de distância das Parcelas B a E.

Ao todo foram instaladas 14 parcelas quadradas de 1 ha subdivididas em 100 subparcelas de 10 × 10 m (Tabela 1). As parcelas foram delimitadas por equipe especializada de topografia, utilizando-se instrumentos de alta precisão, como teodolito e nível digitais, altímetro e GPS. O limite externo das parcelas foi delimitado colocando-se estacas de 1,2 m de tubo de PVC ¾ a cada 10 m. A cada 50 m foi colocada uma estaca de tubo de PVC de 5 polegadas, georeferenciada de forma a permitir a plotagem da parcela em imagens de satélite e ortofotos. A partir desta delimitação externa as parcelas foram subdivididas em subparcelas de 10 × 10 m, tendo uma estaca em cada um dos vértices. Em cada ponto correspondente

à posição das estacas foi registrado o nível altimétrico, que permitiu a elaboração precisa do mapeamento topográfico das áreas.

#### 4. Plaqueamento, mapeamento e medição dos indivíduos arbóreos.

Com a finalidade de facilitar a orientação dentro das parcelas, os eixos X e Y de cada área receberam números e letras, respectivamente, de forma que cada estaca possui uma coordenada, constituída de uma letra seguida de um número. As coordenadas x = 0 e y = 0 correspondem à subparcela 1, por onde foi iniciado o plaqueamento.

##### 4.1. Plaqueamento

Os indivíduos arbóreos foram plaqueados de forma sequencial, partindo da subparcela 1, em ordem, até a 100 seguindo a forma de um “U” ou de um “caracol” dentro de cada subparcela. Via de regra, as placas foram colocadas sempre voltadas para o eixo X da parcela, facilitando sua visualização.

Cada indivíduo recebeu uma placa de alumínio onde constava a letra referente à parcela e um número, referente ao indivíduo. Foram utilizados pregos niquelados de dois tamanhos (18 × 27 e 17 × 21 mm). A



**Figura 1.** Arranjo espacial das parcelas amostrais de 1 ha de Floresta Ombrófila Densa (FOD) nos Núcleos Picinguaba/NPIC e Santa Virgínia/NSV, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. **A** – Parcela de Floresta de Restinga, Praia da Fazenda, NPIC; **B a E** – parcelas de FOD das Terras Baixas, Trilha do Corisco – Casa da Farinha, NPIC; **F** – parcela de FOD das Terras Baixas Explorada, Fazenda Capricórnio, NPIC; **G a J** – Parcelas de FOD Submontana, Fazenda Capricórnio, NPIC; **K a N** – parcelas de FOD Montana, Trilha do Itamambuca, NSV; **O** – parcelas de FOD Montana (600 m), Trilha da Rola Pipoca, NPIC/NSVG; **P** – parcelas de FOD Montana (800 m), Trilha da Rola Pipoca, NPIC/NSVG (Parcelas O e P não incluídas no presente trabalho).

**Figure 1.** Spatial distribution of sampling plots of 1 ha of Ombrophilous Dense Forest (ODF) at Nucleus Picinguaba/NPIC and Santa Virginia/NSV, Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. **A** – Restinga Forest Plot at Praia da Fazenda, NPIC, **B to E** – Lowland ODF Plots along the Corisco Trail – Casa da Farinha, NPIC, **F** – Exploited Lowland ODF, Fazenda Capricornio, NPIC; **G to J** – Submontane ODF Plots, Fazenda Capricornio, NPIC; **K to N** – Montane ODF Plots, Itamambuca Trail, NSV; **O** – Montane ODF at 600 m, Rola Pipoca Trail, NPIC/NSV; **P** – Montane ODF at 800 m, Rola Pipoca Trail, NPIC/NSV (Plots O and P are included in the present study).



**Tabela 1.** Resumo das informações relativas às parcelas permanentes utilizadas no estudo do componente com DAP  $\geq 4,8$  cm, ao longo do gradiente altitudinal de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar.

**Table 1.** Summary of information about the permanent plots used in studying the component with DBH  $\geq 4.8$  cm along the altitudinal gradient of Atlantic Ombróphyllous Dense Forest at Nucleus Picinguaba and Santa Virgínia, Serra do Mar State Park.

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projeto/financiamento</b>                                                             | Projeto BIOTA Gradiente Funcional/ Financiamento FAPESP (proc. No 03/12595-7)                                                                                                                                                                                              |
| <b>Localização (Estado, Unidade de Conservação, Município e Coordenadas Geográficas)</b> | Região nordeste do Estado de São Paulo, Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia, municípios de Ubatuba (Restinga, Terras Baixas e Submontana) e São Luiz do Paraitinga (Montana) – 23° 19' 31" - 23° 22' 52" S e 44° 49' 55" - 45° 05' 02" O |
| <b>Ano de instalação</b>                                                                 | 2006/2007                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Periodicidade de remediação</b>                                                       | Bienal                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Bioma/formação florestal</b>                                                          | Restinga e Floresta Ombrófila Densa Atlântica nas fitofisionomias Terras Baixas, Submontana e Montana.                                                                                                                                                                     |
| <b>Forma</b>                                                                             | Parcelas quadradas                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Área da parcela (m<sup>2</sup>) - Dimensões (m × m)</b>                               | 1 ha (100 × 100 m), subdividida em subparcelas de 10 × 10 m.                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Variáveis quantitativas</b>                                                           | PAP de todas as árvores, palmeiras e fetos arborescentes com DAP $\geq 4,8$ cm, altura total, altura do fuste, posição dentro da parcela.                                                                                                                                  |
| <b>Variáveis qualitativas</b>                                                            | Índice de Iluminação de Copa, Grau de decomposição do Fuste (quando morta), Qualidade da copa, presença de bambus e lianas na copa, qualidade do tronco, identificação florística.                                                                                         |
| <b>Número de parcelas instaladas</b>                                                     | 14                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Área (ha) amostrada</b>                                                               | 4 ha em cada fitofisionomia (Terras Baixas, Submontana e Montana) + 1 ha Terras Baixas Explorada + 1 ha Restinga.                                                                                                                                                          |
| <b>Particularidades</b>                                                                  | Todas as subparcelas foram georeferenciadas e os indivíduos marcados permanentemente com placas de alumínio numeradas localizadas 30 cm acima do ponto de medição (Altura do Peito = 1,30 m)                                                                               |

fixação do prego foi feita deixando espaço suficiente para que a árvore pudesse crescer livremente, sem “engolir” a placa.

Todas as árvores vivas, incluindo palmeiras e pteridófitas (fetos arborescentes), com perímetro à altura do peito (PAP)  $\geq 15$  cm (4,8 cm de diâmetro ao nível do peito - DAP) foram plaqueadas. Indivíduos mortos em pé e ligeiramente tombados ( $<30^\circ$ ) também foram plaqueados. Nos indivíduos que apresentaram bifurcações ou rebrotas (“perfílios”) abaixo de 1,30 m (altura de medição do perímetro) foram plaqueados apenas os caules com PAP  $\geq 15$  cm. Neste caso, o caule principal (maior PAP) recebeu a placa de metal e os demais receberam uma placa de plástico branca, numerada com caneta de marcação permanente no momento do plaqueamento (p.ex., indivíduo D0747 com três caules, recebeu além da placa de alumínio colocada no fuste principal, duas placas brancas numeradas como D0747 A e D0747 B). Caules da mesma espécie localizados muito próximos foram avaliados para verificar a existência de possíveis conexões por raízes imediatamente abaixo do solo antes de seu plaqueamento. Foram considerados pertencentes a cada subparcela os indivíduos que apresentavam mais de 50% de sua área basal dentro dessa.

A altura do plaqueamento (1,60 m) e da medição do PAP (1,30 m) foi definida para cada indivíduo com o auxílio de uma haste graduada, firmemente colocada no solo a partir do começo do tronco (excluindo raízes). Para árvores inclinadas, a haste foi posicionada no sentido do maior comprimento (1,30 m) e em terrenos inclinados a partir do ponto superior do terreno. Para indivíduos que apresentaram deformidades a 1,30 m, o ponto de medição foi realocado no ponto mais próximo a esse onde não houvesse deformidades. A altura do ponto de medição foi então registrada e a placa metálica colocada 30 cm acima deste novo ponto. Árvores com raízes tabulares, raízes-escora ou com grandes irregularidades a 1,30 m tiveram seu ponto de medição definido a 50 cm acima do topo da raiz e a placa foi colocada a 1,60 m. Nestes casos foi anotada a altura de medição e foi colocada uma placa plástica branca 30 cm acima do ponto de

medição. Uma escada de alumínio foi utilizada para acessar o ponto de medição sempre que necessário.

#### 4.2. Mapeamento

O mapeamento dos indivíduos plaqueados foi realizado com o auxílio de uma trena. Tomando-se os vértices de cada subparcela como referência, foi medida e anotada a distância do indivíduo em relação aos eixos X e Y. Tais dados foram convertidos posteriormente em coordenadas X e Y da parcela.

#### 4.3. Medições

Foram medidos todos os indivíduos plaqueados sendo que para a medida do PAP utilizou-se uma fita métrica graduada com precisão de 1 mm. Árvores sem folhas foram incluídas como vivas se o câmbio abaixo do lenho (casca) estivesse vivo.

A altura total e a altura do fuste foram estimadas visualmente para cada indivíduo registrado. Posteriormente, foi realizada a medida de altura de uma subamostra de indivíduos distribuídos em diferentes classes de diâmetro ao longo do gradiente altitudinal. Essa medida foi realizada com auxílio de trenas telescópicas (alcance de 15 m) e hipsômetro eletrônico (Laser Ranger Finder, Impulse-200LR, Laser Technology Inc., Englewood, Colorado) para indivíduos maiores do que 15 m (Scaranello et al. 2012). As alturas medidas em campo a partir de instrumentos de precisão foram comparadas com as alturas estimadas visualmente. A altura mediana do dossel foi comparada entre as cotas altitudinais por ANOVA de Kruskal-Wallis.

Para cada fitofisionomia foi construída uma regressão entre o diâmetro (DAP) e a altura, sendo a altura estimada por esta equação utilizada posteriormente para os cálculos de biomassa (para detalhes das equações ver Alves et al. 2010). O efeito da variação altitudinal na estrutura e distribuição da biomassa viva acima do solo das parcelas estudadas foi avaliado e discutido por Alves et al. (2010).



## 5. Índice de iluminação

A disponibilidade potencial de luz para cada indivíduo foi estimada por meio do Índice de Iluminação da Copa (em inglês *Crown illumination index - CII*), que indica a direção e a exposição relativa da copa de uma árvore à luz (Clark & Clark, 1992). Segundo Alves et al. (2010), quando bem calibrado por seus observadores esse índice fornece um método simples e rápido de estimar o ambiente luminoso disponível para cada árvore (ver Clark & Clark 1992, Keeling & Phillips 2007 para mais detalhes). As análises estatísticas foram feitas utilizando o Teste G e o coeficiente de Spearman (Zar 1999).

## 6. Entrada e auditoria dos dados

As planilhas de campo foram digitalizadas separadamente para cada parcela. Todos os dados foram conferidos, pelo menos duas vezes, por diferentes pesquisadores do Projeto. Na ausência e/ou discrepância em algum dado, este foi anotado e verificado em posterior visita ao campo.

Os dados de PAP foram convertidos posteriormente para diâmetro (DAP = PAP/ $\pi$ ) e Área basal (AB = PAP<sup>2</sup>/4 $\pi$ ). Para indivíduos com caules múltiplos, o DAP foi calculado a partir da área basal total [DAP =  $\sqrt{(4 \text{ ABT}/\pi)}$ ].

## 7. Identificação botânica

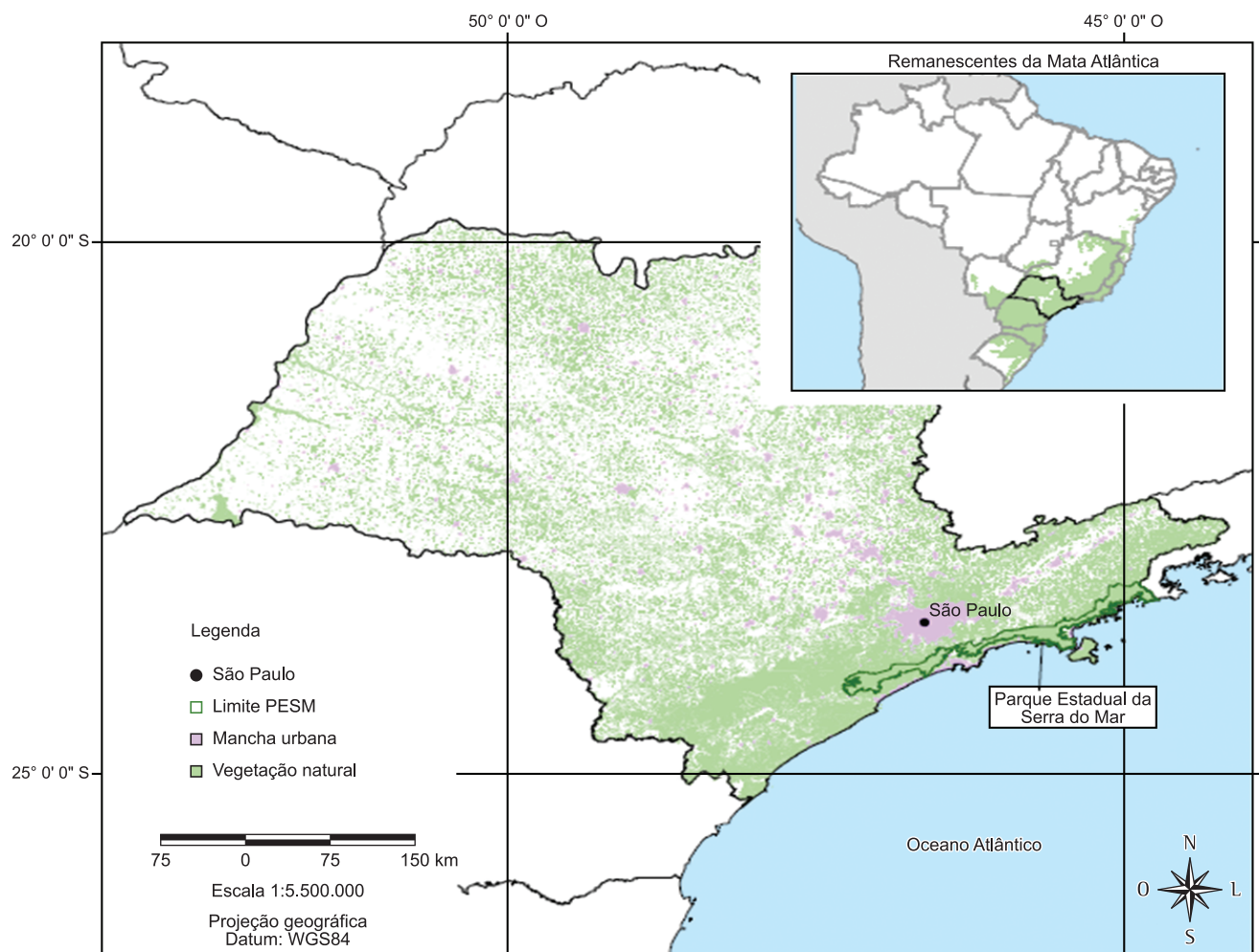
Os indivíduos vivos amostrados tiveram ramos coletados (segundo orientações de Fidalgo & Bononi 1984) e herborizados (ver Mori et al. 1989) para, posteriormente, serem determinados taxonomicamente e/ou servirem de material testemunho, exceção feita àqueles que foram prontamente identificados no campo. As identificações foram realizadas com o auxílio da literatura pertinente e de consultas aos especialistas, além de comparações com as coleções dos Herbários UEC, IAC e HRCB, nos quais os materiais foram depositados. As espécies e morfo-espécies foram identificadas em famílias botânicas de acordo com o *Angiosperm Phylogeny Group/ APG II* (Angiosperm... 2003) e revisão de Souza & Lorenzi (2008) para a flora brasileira.

## 8. Localização e caracterização das áreas de estudo

As áreas de estudo ficaram limitadas aos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar (Figuras 2 e 3).

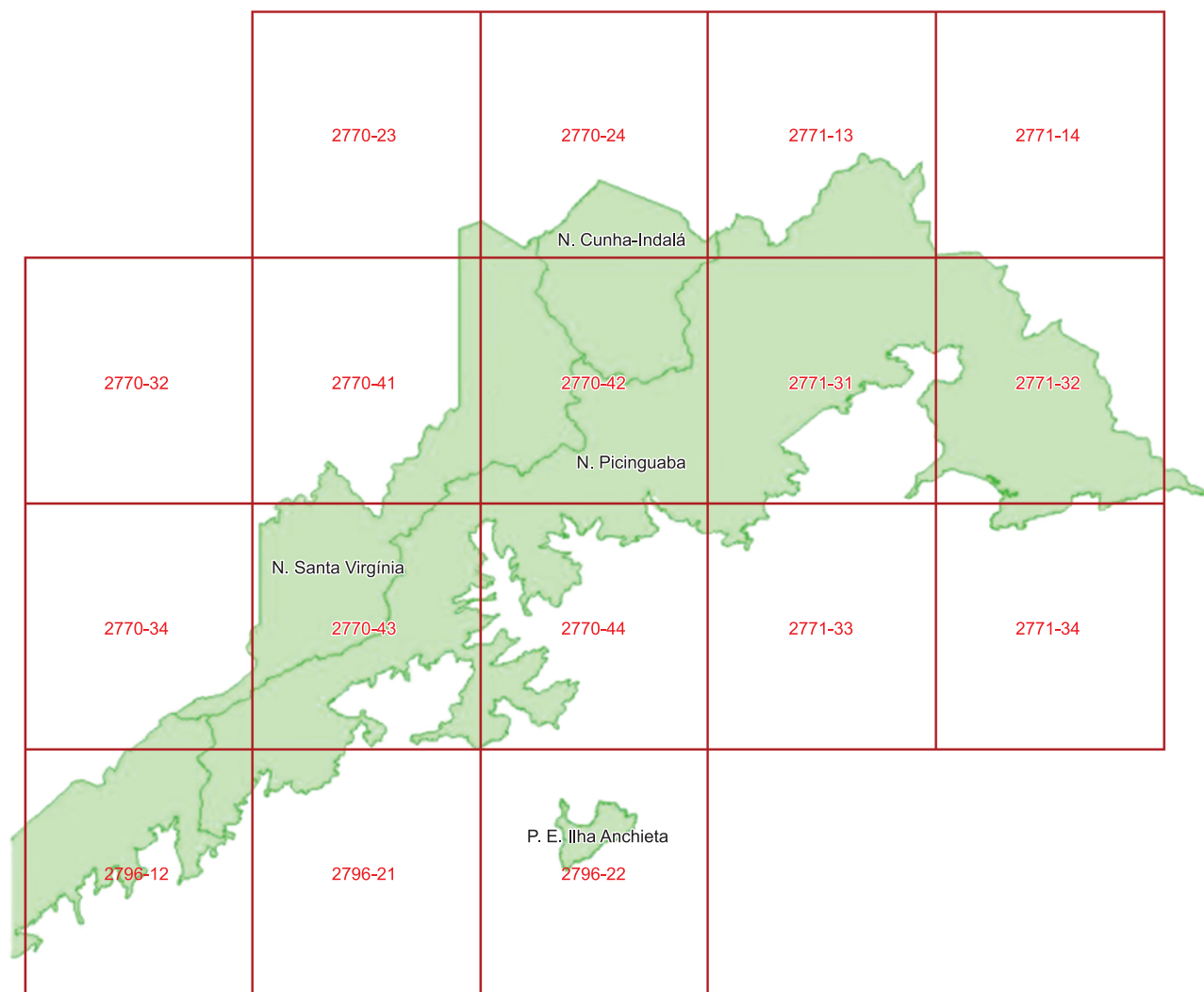
### 8.1. Núcleo Picinguaba

O Núcleo Picinguaba (23° 31' - 23° 34' S e 45° 02' - 45° 05' O) está situado no município de Ubatuba, sendo a única porção do Parque



**Figura 2.** Localização do Parque Estadual da Serra do Mar. Fonte – Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto Florestal, 2006.

**Figure 2.** Geographical position of the Serra do Mar State Park. Source – Serra do Mar State Park Management Plan, Secretary of Environment of the State of São Paulo, Forestry Institute, 2006.



**Figura 3.** Localização dos Núcleos Pinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar. Os números indicam as cartas topográficas do IBGE correspondentes.

**Figure 3.** Geographical position of Nucleus Pinguaba and Santa Virgínia, Serra do Mar State Park, according to the topographic maps of IBGE.

Estadual da Serra do Mar que atinge a orla marinha (São Paulo 1996). Consequentemente, o NPIC apresenta um mosaico vegetal que inclui Formações Pioneiras com Influência Marinha (Dunas); Formações Pioneiras com Influência Fluvial (Caxetal); Formações Pioneiras com Influência Flúvio-Marinha (Mangue), Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Mata de Restinga), Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Densa Montana (Assis 1999).

O relevo da região é dominado pela Planície Costeira, passa pelos morros isolados e serras alongadas da Morraria Costeira, atingindo no seu limite interior as escarpas, festonadas ou com espigões digitados (Ponçano et al. 1981). As altitudes no Núcleo Pinguaba variam do nível do mar a 1.340 m. O clima regional é Tropical Úmido (segundo a classificação de Köppen - 1948 - Af ou Cfa, dependendo da intensidade do verão), sem estação seca, com uma temperatura média anual de 22 °C (Setzer 1966, EMBRAPA 2009) e precipitação média anual superior a 2.200 mm (Figura 4). Mesmo nos meses mais secos, junho a agosto, a precipitação média mensal nunca é

inferior a 80 mm. A Tabela 2 resume os dados físico-químicos dos solos das parcelas estudadas no Núcleo Pinguaba.

## 8.2. Núcleo Santa Virgínia

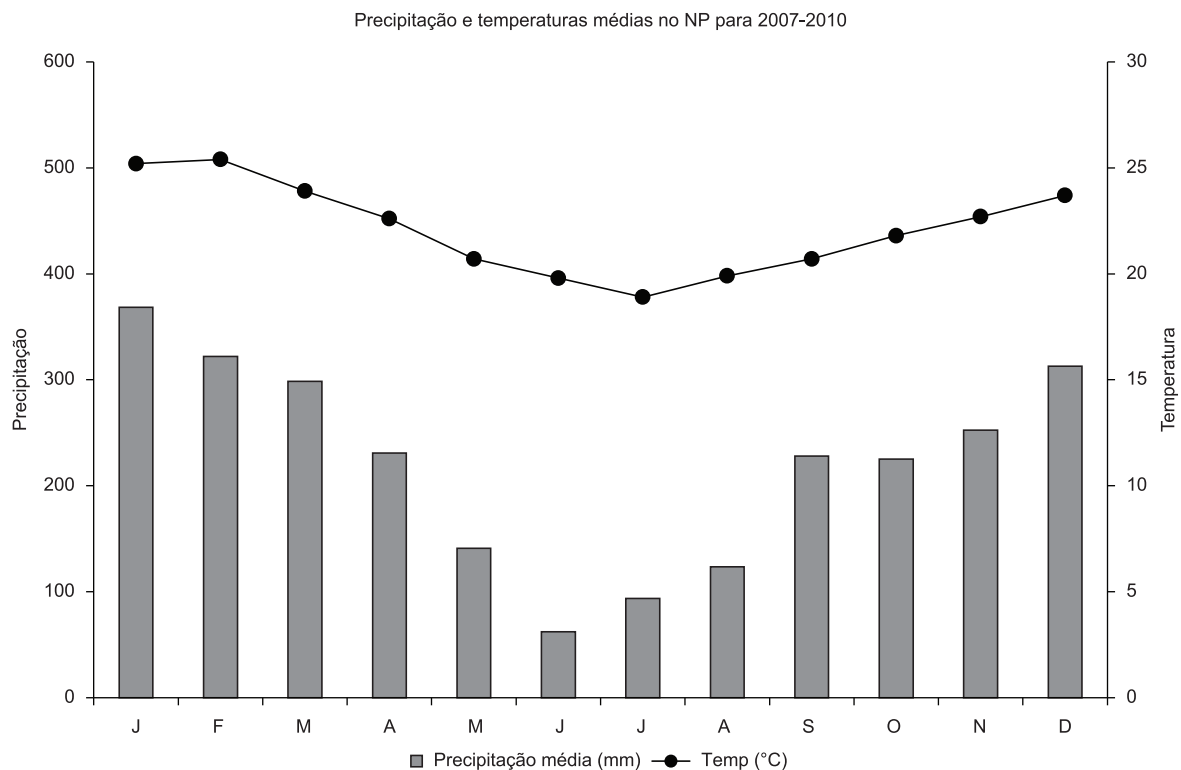
Com cerca de 17.000 ha recobertos, predominantemente, pela Floresta Ombrófila Densa Montana (Veloso et al. 1991), o Núcleo Santa Virgínia (23° 17' - 23° 24' S e 45° 03' - 45° 11' O) situa-se a uma altitude que varia de 740 a 1600 m entre os municípios de São Luís do Paraitinga (70%), Cunha (20%) e Ubatuba (10%). Na área da Base Itamambuca, próximo às nascentes dos rios Indaiá e Itamambuca, o clima é Subtropical Úmido [Cfa ou Cfb de acordo com a classificação de Köppen (1948)], com temperatura média anual de 17 °C (Setzer 1966, Salemi 2009) e precipitação média anual de 2.300 mm (Figura 5, Salemi 2009). Nos meses mais secos, julho e agosto, a precipitação média mensal nunca é inferior a 60 mm. Essa região é quase diariamente coberta por uma densa neblina, especialmente no inverno. A Tabela 2 resume os dados físico-químicos dos solos das parcelas estudadas no Núcleo Santa Virgínia.

**Tabela 2.** Caracterização físico-química dos solos encontrados ao longo do gradiente altitudinal da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar. Dados de Martins (2010).**Table 2.** Physical and chemical characteristics of soils present throughout the altitudinal gradient of Ombrophilous Dense Forest of Nucleus Picinguaba and Santa Virgínia, Serra do Mar State. Source of data: Martins (2010)

| Plot                | Consistência                                               | Areia* (%) | Argila* (%) | Silt* (%) | pH*     | Ca** mmolc.kg <sup>-1</sup> | Mg** mmolc.kg <sup>-1</sup> | Al** mmolc.kg <sup>-1</sup> | P** mg.kg <sup>-1</sup> | Nitrogênio g.kg <sup>-1</sup> | CTC mmolc.kg <sup>-1</sup> | SB mmolc.kg <sup>-1</sup> |
|---------------------|------------------------------------------------------------|------------|-------------|-----------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Variável</b>     |                                                            |            |             |           |         |                             |                             |                             |                         |                               |                            |                           |
| <b>A Restinga</b>   | muito friável/friável - não plástico - não pegajoso        | 88-98      | 6,1-1,3     | 5,8-0,5   | 3,4-4,2 | 1,5 ± 1,2                   | 1,1 ± 0,9                   | 15,6 ± 6,6                  | 11,5 ± 4,8              | 1,8 ± 0,4                     | 116-18                     | 4,2-1,5                   |
| <b>E T. Baixas</b>  | muito friável/friável - ligeiramente plástico - pegajoso   | 60-46      | 31-42       | 13,7-6,5  | 3,6-4,1 | 5,4 ± 5,0                   | 4,6 ± 3,4                   | 14,3 ± 5,6                  | 17,6 ± 8,3              | 3,4 ± 1,4                     | 51-138                     | 12,9-2,4                  |
| <b>J Submontana</b> | muito friável - plástico - ligeiramente pegajoso           | 59-66      | 16-25       | 17-13,5   | 3,6-4,1 | 12,0 ± 6,7                  | 7,2 ± 3,8                   | 25,1 ± 6,7                  | 12,9 ± 5,0              | 4,6 ± 1,1                     | 82-193                     | 22,5-9,7                  |
| <b>K Montana</b>    | Macia/ligeiramente duro - plástico - ligeiramente pegajoso | 50-57      | 23-19       | 22-2,6    | 3,5-4,2 | 7,2 ± 8,2                   | 5,3 ± 4,2                   | 26,7 ± 8,2                  | 21,2 ± 13,3             | 6,8 ± 3,1                     | 41-163                     | 15,8-2,8                  |

\*Variação de 0 a 1 m de profundidade; \*\*Concentração na camada superficial do solo; CTC – Capacidade de Troca de Ânions; SB – Soma de Bases (Martins 2010).

Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica. Tese de Doutorado, CENA/Universidade de São Paulo, Piracicaba (Martins, 2010).

**Figura 4.** Temperatura média e precipitação média mensal no Núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba.**Figure 4.** Average temperature and average monthly rainfall of Nucleus Picinguaba, Serra do Mar State Park, Ubatuba, Brazil.

## 9. Diversidade e similaridade florística

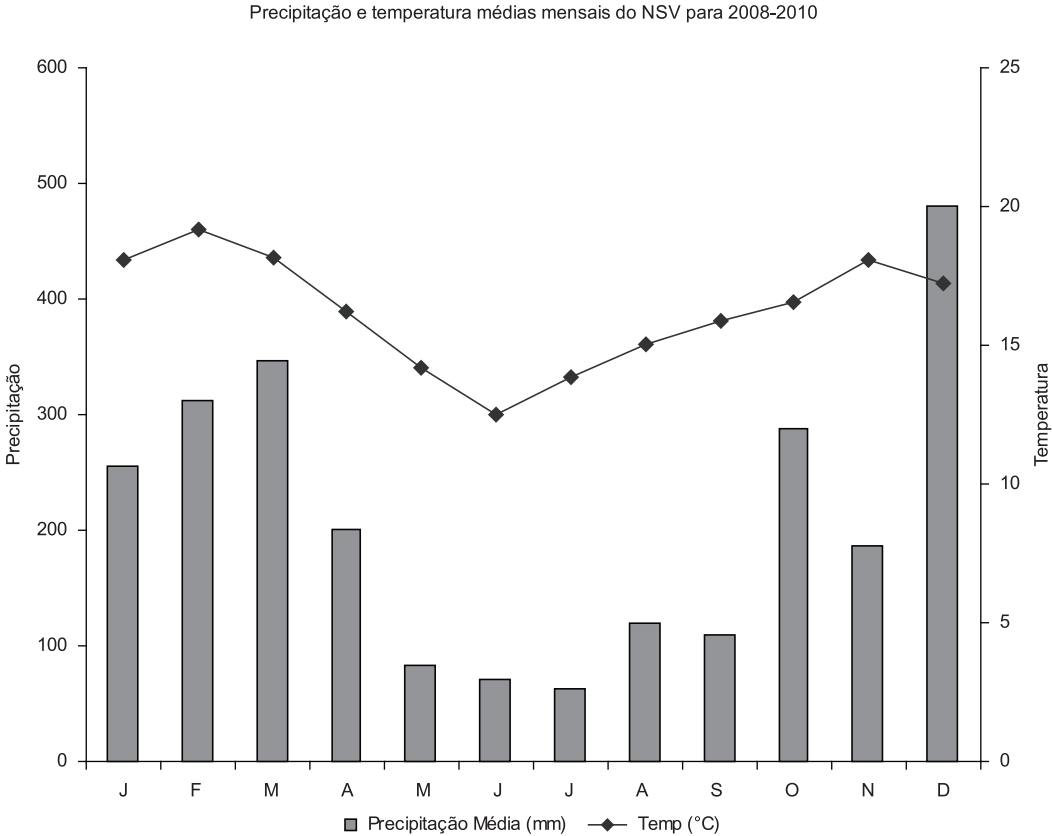
Em cada área, a diversidade foi estimada pelo índice de Shannon-Wiener (Magurran 2004). Para se ter uma visão geral da similaridade florística entre as 11 áreas onde foi feita a amostragem, foi gerado um dendrograma pelo método UPGMA, aplicando-se o índice de similaridade de Sørensen a dados de presença e ausência das espécies, e uma ordenação por Análise de Correspondência, a partir de dados de densidade relativa. Esses dois métodos são explicados por Wildi (2010). O programa utilizado foi o PC-ORD 6.0 (McCune & Mefford 2011). Análises florísticas comparativas pormenorizadas constam em Eisenlohr et al. (em preparo).

## Resultados e Discussão

### 1. Estrutura florestal

Ao longo das 14 parcelas foram amostrados 21.733 indivíduos arbóreos incluindo árvores, palmeiras e fetos arborescentes. O número médio de indivíduos amostrados com DAP  $\geq 4,8$  cm, por parcela, foi de  $1.264 \pm 218$  ind.ha<sup>-1</sup> ( $\pm$  Erro Padrão de 95%) (Tabela 3). O número médio de indivíduos com DAP  $\geq 10$  cm também apresentou padrão semelhante de variação ( $627 \pm 57$  ind.ha<sup>-1</sup>).

Os resultados sobre a composição florística e estrutura florestais abaixo apresentados incluem também dados sobre um hectare de FOD



**Figura 5.** Temperatura média e precipitação média mensal no Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, município de São Luis do Paraitinga (Salemi 2009).

**Figure 5.** Average temperature and average monthly rainfall of Nucleus Santa Virgínia, Serra do Mar State Park, São Luiz do Paraitinga, Brazil. (Salemi 2009).

**Tabela 3.** Densidade (ind.ha<sup>-1</sup>) de indivíduos com DAP ≥ 4,8 cm amostrados nas Parcelas Permanentes do Projeto BIOTA Gradiente Funcional localizadas na Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual da Serra do Mar, no litoral norte do estado de São Paulo.

**Table 3.** Density (ind.ha<sup>-1</sup>) of Ombrophilous Dense Forest individuals with DBH ≥ 4.8 cm sampled in the Permanent Plots of the BIOTA Project Functional Gradient, Nucleus Pinguaba and Santa Virginia, Serra do Mar State Park, in the northern coast of São Paulo state.

| Densidade (ind. ha <sup>-1</sup> ) |         |           |              |       |        |
|------------------------------------|---------|-----------|--------------|-------|--------|
| Fitofisionomia                     | Árvores | Palmeiras | Pteridófitas | Total | Mortas |
| Restinga                           | 1459    | 167       | 0            | 1626  | 42     |
| T. Baixas                          | 1035    | 178       | 17           | 1230  | 27     |
| TB_explorada*                      | 1224    | 25        | 138          | 1387  | 23     |
| Submontana                         | 1488    | 227       | 11           | 1727  | 43     |
| Montana                            | 1230    | 423       | 71           | 1723  | 96     |

\*TB\_explorada: Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas Explorada/ Exploited Lowland Ombrophilous Dense Forest.

das Terras Baixas submetido à exploração seletiva entre 1950 e 1985 (Parcela F).

A distribuição dos principais componentes estruturais incluídos diferiu entre as fitofisionomias, contribuindo para a variação na estrutura florestal (Tabelas 3 e 4). A proporção de árvores e palmeiras apresentou uma relação inversa, com diminuição na proporção de árvores e aumento na de palmeiras com a altitude (Tabela 4). A densidade total de indivíduos foi menor na FOD de Terras Baixas em relação às demais fitofisionomias (Alves et al. 2010). As árvores foram mais abundantes na FOD Submontana e na Restinga (>1400 ind.ha<sup>-1</sup>; Tabela 3). A densidade de palmeiras aumentou ao longo do gradiente altitudinal, alcançando mais de 400 ind.ha<sup>-1</sup> na FOD Montana. Entretanto, as palmeiras apresentaram baixa densidade na parcela de FOD de Terras Baixas Explorada (Parcela F). As

pteridófitas não estiveram presentes na Restinga, e só alcançaram alta densidade nas parcelas da FOD Montana e na de Terras Baixas Explorada. Ao longo de todas as parcelas amostradas, a área basal média de indivíduos foi de 34 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (± 4,1) e os indivíduos com DAP ≥ 10 cm representaram cerca de 90% da área basal total.

Apenas uma pequena proporção dos indivíduos amostrados (<10%) nas diferentes fitofisionomias atingiram mais do que 15 m de altura. Essa proporção foi menor nas FOD de Terras Baixas e Terras Baixas Explorada (4-6,5%). A altura mediana do dossel foi maior nas áreas de FOD Montana e Submontana (mediana = 7,5 e 8,0 m, respectivamente) do que nas áreas de menor altitude (mediana = 7,0 m) (ANOVA de Kruskal-Wallis; K = 93,08; p < 0,001). Os dados indicam uma pequena variação na



estrutura vertical entre áreas de maior e menor altitude, em grande parte devido à contribuição das árvores mais altas (>15 m).

Em todas as áreas de FOD estudadas, a maior proporção dos indivíduos teve sua copa pouco exposta à luz vertical (IC = 3; Tabela 5). A proporção de indivíduos com copas emergentes, completamente expostas à luz, variou de 6 a 13,6% entre as áreas e foi mais alta na Restinga (Tabela 5). Em todas as fitofisionomias, a copa da maior parte dos indivíduos ocorreram com maior frequência sob baixa luz vertical que o esperado em relação ao acaso (Teste G;  $G_{total} = 73,01$  g.l. = 5,  $p < 0,001$ ; Tabela 5), mas essa proporção não diferiu entre as fitofisionomias (Teste G; Gheterogeneidade = 14,78, g.l. = 4,  $p > 0,05$ ).

Apesar da estrutura vertical estar restrita a três estratos, ao longo de todo o gradiente encontramos associação positiva e significativa entre altura e demanda por luz. ( $r_{Spearman} = 0,51-0,59$ ,  $<0,01$  para todas as correlações; Alves et al. 2010) e a maior proporção da biomassa viva está estocada nos indivíduos com copas muito iluminadas ou emergentes (Alves et al. 2010). Esses dados sugerem que a existência de um forte gradiente vertical de luz pode estar limitando, em parte, a altura média do dossel por intensa competição entre os indivíduos no subosque da floresta. A maioria dos indivíduos segue o perfil vertical de luz da floresta, distribuindo-se em ambientes de baixa intensidade luminosa. Provavelmente, poucos indivíduos (e espécies) são capazes de atingir uma alta estatura com um baixo custo de construção (grande alocação de biomassa para o tronco) e suporte (baixa densidade da madeira) (Alves & Santos 2002, Poorter et al. 2003, 2005).

## 2. Características físicas e florística

**Parcela A** – nas coordenadas 23° 21' 22" S e 44° 51' 03" O (Figuras 1 e 6), está localizada na Praia da Fazenda. A topografia é quase plana, altitude variando entre 9,5 e 10,5 m. O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico, francamente arenoso, sazonalmente

inundado, ácido, com alta diluição de nutrientes e alta saturação de alumínio (Tabela 2, Martins 2010).

Na Floresta de Restinga (Parcela A) os 1626 indivíduos amostrados pertenciam a 84 espécies distribuídas em 32 famílias. As famílias Myrtaceae com 21 espécies e Fabaceae com oito espécies, são as que apresentaram maior diversidade (Assis et al. 2011), enquanto que em termos de abundância Myrtaceae, Arecaceae e Euphorbiaceae reúnem 57% dos indivíduos amostrados. Destaca-se nesta floresta a tolerância de algumas espécies à inundação sazonal (Oliveira 2011), especialmente o guanandi, *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae) (Oliveira & Joly 2010). A diversidade de espécies com DAP  $\geq 4,8$  cm foi de 3,38 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (H' de Shannon-Wiener) (Assis et al. 2011).

**Parcela B** – nas coordenadas 23° 20' 13" S e 44° 50' 08" O (Figura 1), está localizada ao longo da Trilha do Corisco, no Sertão da Casa da Farinha. A topografia é fortemente ondulada, com altitudes variando de 33 a 57 m. O solo é classificado como Cambisolo háplico distrófico típico, argiloso, ácido (pH 3,3 a 3,9), com alta diluição de nutrientes e alta saturação de alumínio (Martins 2010). Na parcela ocorrem áreas muito pedregosas bem como afloramentos rochosos de granito/gnaiss.

Na Parcela B, FOD de Terras Baixas, foram amostrados 1.183 indivíduos, pertencentes a 137 espécies distribuídas em 38 famílias. Myrtaceae (21 espécies) e Rubiaceae (14 espécies) foram as famílias mais ricas. A diversidade de espécies com DAP  $\geq 4,8$  cm foi de 4,00 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Assis et al. 2011). Dentre as famílias identificadas, são evidentes as diferenças existentes em relação ao número de seus representantes, sendo algumas famílias muito abundantes, contrastando com outras com apenas um ou poucos indivíduos amostrados. Rubiaceae foi a família mais abundante, com 230 indivíduos, o que equivale a 21% das plantas determinadas até família. Em seguida, a família Myrtaceae, com 224 indivíduos, representa cerca de 20% do total identificado e Arecaceae, com

**Tabela 4.** Frequência relativa (%) de indivíduos com DAP  $\geq 4,8$  cm distribuídos nas diferentes formas de vida amostradas em cada fitofisionomia da Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual da Serra do Mar (SP).

**Table 4.** Relative frequency (%) of Ombrophilous Dense Forest individuals with DBH  $\geq 4.8$  cm per life form (trees, palms, tree ferns) sampled in each phytophysionomie, Nucleus Picinguaba and Santa Virginia, Serra do Mar State Park, in the northern coast of São Paulo state.

| Fitofisionomia | Frequência (%) |           |              |
|----------------|----------------|-----------|--------------|
|                | Árvores        | Palmeiras | Pteridófitas |
| Restinga       | 90             | 10        | 0            |
| T. Baixas      | 84             | 11        | 1            |
| TB_explorada*  | 88             | 2         | 10           |
| Submonta       | 86             | 13        | 1            |
| Montana        | 71             | 25        | 4            |

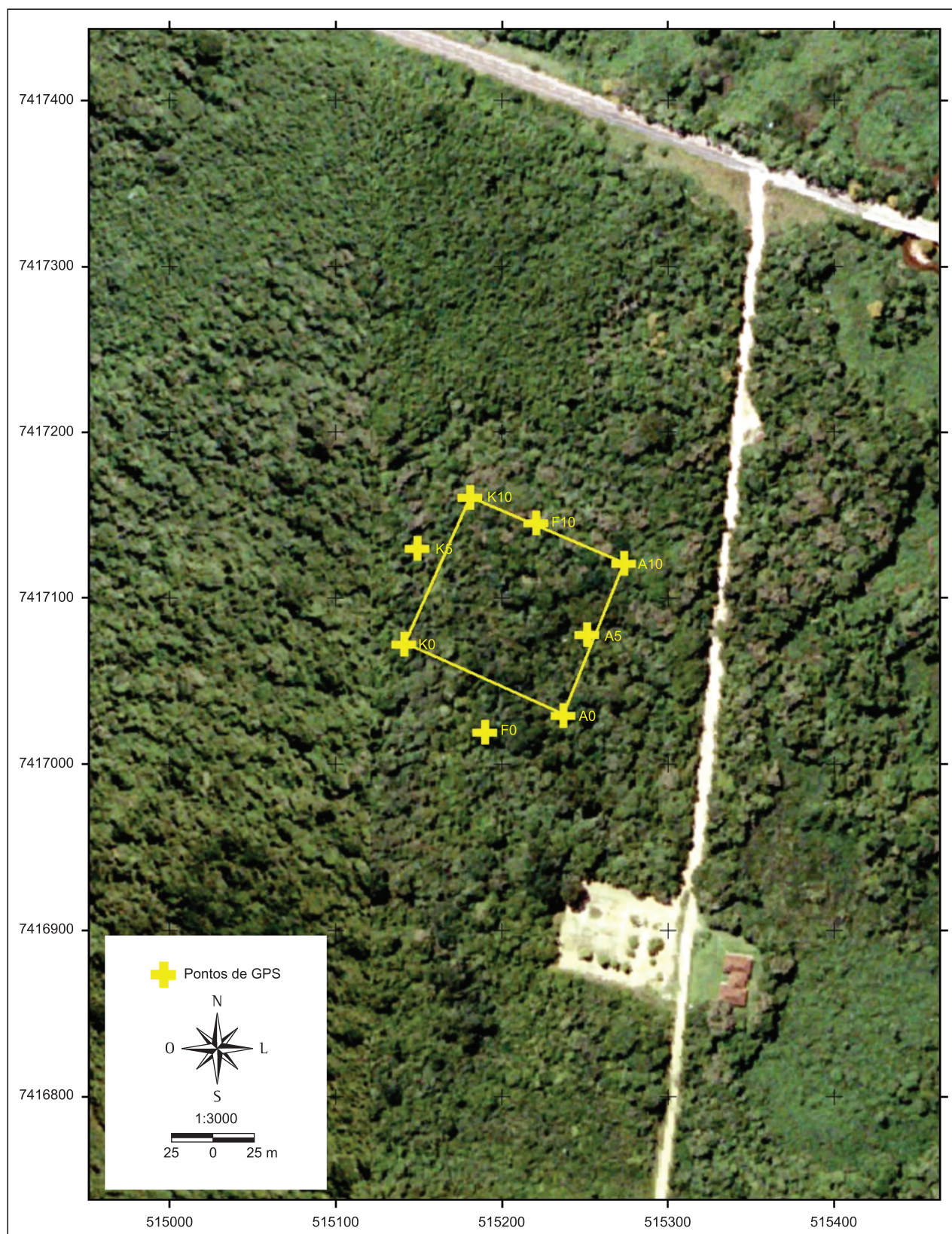
\*TB\_explorada: Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas Explorada/Exploited Lowland ODF.

**Tabela 5.** Proporção de indivíduos (%) em relação ao índice de iluminação de copa em cada uma das fitofisionomias da Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual da Serra do Mar (SP).

**Table 5.** Proportion of individuals (%) in relation to canopy light index in each phytophysionomie of the Ombrophilous Dense Forest, Nucleus Picinguaba and Santa Virginia, Serra do Mar State Park, in the northern coast of São Paulo state.

| Fitofisionomia | Índice de iluminação de copa |      |     |      |      | Luz vertical | Luz vertical |
|----------------|------------------------------|------|-----|------|------|--------------|--------------|
|                | IC                           |      |     |      |      | baixa        | alta         |
|                | 2                            | 3    | 3,5 | 4    | 5    | (até 3)      | (>3)         |
| Restinga       | 2,0                          | 61,7 | 1,1 | 21,6 | 13,6 | 63,7         | 36,3         |
| T. Baixas      | 2,2                          | 69,8 | 0,5 | 19,1 | 8,4  | 72,0         | 28,0         |
| TB_explorada*  | 0,0                          | 69,5 | 5,0 | 17,6 | 7,9  | 69,5         | 30,5         |
| Submonta       | 0,5                          | 72,9 | 7,1 | 12,9 | 6,5  | 73,5         | 26,5         |
| Montana        | 0,0                          | 69,8 | 3,8 | 20,3 | 6,1  | 69,8         | 30,2         |

\*TB\_explorada: Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas Explorada/Exploited Lowland Ombrophilous Dense Forest.



**Figura 6.** Localização da Parcela A na Floresta de Restinga da Praia da Fazenda, Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP.

**Figure 6.** Position of Plot A in the Restinga Forest at Praia da Fazenda, Nucleus Picinguaba, Serra do Mar State Park, Ubatuba, SP.



135 indivíduos, detém cerca de 12%. Outras famílias também numerosas foram: Monimiaceae (81), Sapotaceae (79), Nyctaginaceae (43), e Lauraceae (38) (Prata 2009).

Contrastando com essa expressiva representatividade acima descrita, algumas famílias foram muito pouco representadas, tais como: Apocynaceae, Lechytidaceae, Magnoliaceae, Melastomataceae, e Proteaceae (todas com 1 indivíduo cada), Araliaceae e Polygonaceae (2), e Caricaceae e Chrysobalanaceae (3) (Prata 2009, Assis et al. 2011).

**Parcela D** – nas coordenadas 23° 20' 09" S e 44° 50' 00" O (Figura 1), também está localizada ao longo da Trilha do Corisco, no Sertão da Casa da Farinha. A topografia é fortemente ondulada, com altitudes variando de 43 a 69 m. O solo apresenta as mesmas características da parcela B (Martins 2010).

Na parcela D foram amostrados 1.284 indivíduos vivos, pertencentes a 156 espécies distribuídas em 41 famílias botânicas. As famílias com maior riqueza de espécies foram Myrtaceae (32 espécies em 204 indivíduos), Rubiaceae (15 em 227), Fabaceae (13 em 45), Sapotaceae (10 em 93) e Moraceae (oito em 20). Os maiores valores de importância foram obtidos por Myrtaceae, Rubiaceae, Arecaceae (Prata et al. 2011).

Do total de indivíduos amostrados, 234 eram palmeiras (*Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret, *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus pseudococos* (Raddi) Glassman, Arecaceae) e 18 eram samambaias arborescentes (*Alsophila sternbergii* (Sternb.) D.S. Conant, Cyatheaceae). As oito (5%) espécies mais abundantes concentraram 45% dos indivíduos, enquanto 46 espécies (29,4%) foram representadas por apenas uma árvore. As espécies de maior densidade foram: *Euterpe edulis* Mart. (com 191 indivíduos, 14,8%), *Mollinedia schottiana* (Spreng.) Perkins (66, 5,1%), *Rustia formosa* (Cham. & Schltdl. ex DC.) Klotzsch (32, 4,8%), *Chrysophyllum flexuosum* Mart. (60, 4,7%), *Coussarea meridionalis* (Vell.) Müll. Arg. var. *porophylla* (Vell.) M. Gomes (60, 4,7%). Assim como na Parcela B a diversidade de espécies com DAP  $\geq 4,8$  cm foi de 4,00 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Prata 2009, Prata et al. 2011).

Em um levantamento realizado no estrato regenerante de espécies arbóreas ( $H' \geq 1,5$  m e DAP  $< 4,8$  cm) em 0,4 ha, nesta mesma parcela, as diversidades estimadas foram iguais a  $H' = 4,25$  e  $1-D = 0,97$ , num total de 176 espécies. A riqueza alcançou 192 espécies arbóreas somando os estratos arbóreo (1 ha) e regenerante (0,4 ha) na parcela D (Prata et al. 2011).

Estes resultados mostram que a riqueza local de espécies arbóreas é surpreendentemente ainda mais alta quando considerados também os estratos regenerantes na amostragem da comunidade (Prata et al. 2011).

**Parcela E** – encontra-se nas coordenadas 23° 20' 05" S e 44° 49' 55" O (Figura 1). Assim como as parcelas B e D também está localizada ao longo da Trilha do Corisco, no Sertão da Casa da Farinha. A topografia é fortemente ondulada, com altitudes variando de 64 a 89 m. O solo apresenta as mesmas características da parcela B (Tabela 2, Martins 2010), mas além de raso foram observados afloramentos de leitos de rio, que tornam o solo mais arenoso em alguns trechos (Campos 2008). Os afloramentos rochosos são conspicuos e rochas com mais do que 50 cm de diâmetro ocupam áreas significativas das sub-parcelas.

Na parcela E foram marcados 1.240 indivíduos vivos pertencentes a 142 espécies e/ou morfotipos distribuídas em 41 famílias botânicas (Campos et al. 2011). As cinco espécies mais importantes em número de indivíduos são: *Euterpe edulis*, *Mollinedia schottiana*, *Bathysa mendoncae*, *Coussarea accedens* e *Rustia formosa*. Em relação às famílias destacam-se Myrtaceae (27 espécies) e Rubiaceae (14), seguidas por Fabaceae (11), Euphorbiaceae (8) Lauraceae (8). Além do palmito destacam-se outras duas espécies de Arecaceae - *Syagrus pseudococos* (Raddi) Glassman, o pati, com 37 indivíduos e *Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret,

a brejaúva, com sete indivíduos. Os quatro fetos arborescentes encontrados (Família Cyatheaceae), conhecidos popularmente como samambaia-uçu, pertencem a duas espécies: *Alsophila sternbergii* e *Cyathea phalerata* (Campos 2008, Campos et al. 2011).

Os dados de campo, quando analisados separadamente, mostram que a florística dos indivíduos crescendo sobre os grandes matacões (cerca de 30 espécies) diferente daquela da parcela como um todo. Dentre as 29 espécies com 10 ou mais indivíduos na parcela como um todo, somente 13 ocorrem sobre rochas, e dentre elas, predominantemente *Euterpe edulis* (com 29% de seus indivíduos sobre rochas), *Guapira opposita* (25%) e *Cecropia glaziovii* (20%). O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi de 4,05 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Campos 2008, Campos et al. 2011).

## 2.1. Comparação entre as Parcelas da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas

Nas três parcelas de 1 ha foram registrados 3.707 indivíduos arbóreos, sendo identificadas 250 espécies, pertencentes a 48 famílias. Dentre as famílias com maior número de espécies (mais ricas) destacam-se Myrtaceae (35 espécies), Rubiaceae (20) e Fabaceae (20). Em relação à abundância de indivíduos por família, prevalecem Rubiaceae (694 indivíduos), Myrtaceae (637), Arecaceae (556), Monimiaceae (253), Sapotaceae (227), Nyctaginaceae (132) e Fabaceae (101). Para espécies, verifica-se que *Euterpe edulis* (445 indivíduos), *Mollinedia schottiana* (223), *Rustia formosa* (165), *Coussarea meridionalis* var. *porophylla* (158), *Chrysophyllum flexuosum* (156), *Coussarea accedens* (154) e *Bathysa mendoncae* (135) são as mais abundantes.

Por outro lado, encontramos numerosas espécies representadas por um único ou poucos indivíduos, tais como: *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill., *Cryptocaria aschersoniana* Mez, *Ocotea glaziovii* Mez, *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton, *Lonchocarpus cultratus* (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima, *Inga nutans* Mart., *Myrocarpus frondosus* Allemão, *Platymiscium floribundum* Vogel, *Pseudopiptadenia warmingii* (Benth.) G.P. Lewis & M.P. Lima, *Pterocarpus rohrii* Vahl. Exceto por *P. glabrata*, as demais pertencem à Lauraceae e Fabaceae. Também com um número reduzido de indivíduos encontramos ainda *Inga cauliflora* Willd. e *I. striata* com apenas dois indivíduos (Campos 2008, Prata 2009, Assis et al. 2011, Campos et al. 2011, Prata et al. 2011).

A diversidade de espécies com DAP  $\geq 4,8$  cm das três parcelas é alto ( $H' \geq 4,00$  nats/ind), mas comparável ao encontrado por Silva & Leitão Filho (1982) em outra área de FOD das Terras Baixas do município de Ubatuba ( $H' = 4,07$ ) e por Guilherme et al. (2004) na FOD das Terras Baixas de Sete Barras ( $H' = 3,85$ ).

**Parcela F** – entre as coordenadas 23° 22' 53" S e 45° 04' 44" O (Figura 1), esta localizada na Fazenda Capricórnio, variando do Pereque-Açu. A topografia é ondulada, com altitudes sendo de 80 a 120 m. O solo apresenta características semelhantes as da parcela B (Martins 2010), mas além de raso foram observados afloramentos de leitos de rio, que tornam o solo mais pedregoso em alguns trechos (Ramos 2009). Inicialmente esta parcela foi escolhida para evidenciar a similaridade florística da vertente que acompanha o Rio Indaiá, com as parcelas B e E no Sertão da Casa da Farinha. Posteriormente, funcionários antigos da Fazenda Capricórnio relataram que, naquela área, as árvores de maior diâmetro com potencial madeireiro foram retiradas para uso e comercialização, sendo a madeira processada em serraria da própria fazenda. Restos de troncos de grandes árvores cortados são evidências dessa atividade, que ocorria com mais intensidade nas áreas de menor altitude, por serem mais acessíveis. Nas partes mais altas, a extração também ocorreu, porém de forma mais discreta. A exploração de árvores na fazenda cessou em 1985 (Sr. Salvador dos Santos, informação pessoal). Por esta razão,

passamos a denominar a Parcela F como **Parcela de FOD de Terras Baixas Explorada**, com composição distinta tanto das demais parcelas de FOD das Terras Baixas como da FOD Submontana.

Na parcela F foram marcados 1240 indivíduos vivos pertencentes a 104 espécies, 72 gêneros e 38 famílias (Ramos et al. 2011). As famílias mais ricas são Myrtaceae (oito gêneros, 17 espécies), Fabaceae (sete, oito) e Lauraceae (seis, sete), Rubiaceae (cinco, sete) e Melastomataceae (três, seis), totalizando 29 gêneros e 45 espécies (43,2% do total de espécies do trecho). As famílias mais importantes são Rubiaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Cyatheaceae e Phyllanthaceae.

Além de apresentar composição e estrutura distintas das demais parcelas desta altitude a Parcela F se caracterizou por uma elevada abundância (103 indivíduos amostrados) de *Alsophila sternbergii* (Sternb.) D.S. Conant (Cyatheaceae) e, proporcionalmente, um número reduzido (20 indivíduos amostrados) de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) (Ramos et al. 2011). Possivelmente, durante o período de exploração de madeira os palmitos também tenham sido explorados intensivamente, reduzindo o número de matrizes reprodutivas na área, cujo reflexo é a baixa densidade populacional da espécie se comparada com as outras 10 parcelas.

O índice de Shannon-Wiener do componente arbóreo (DBH  $\geq 4,8$  cm),  $H' = 3.56$  nats.indivíduo<sup>-1</sup>, que pode ser considerado baixo se comparado ao obtido nas parcelas demais parcelas (B, D e E) de FOD das Terras Baixas, estudadas pelo projeto.

**Parcela G** – nas coordenadas 23° 22' 26" S e 45° 04' 51" O (Figura 1), também localizada na Fazenda Capricórnio, topograficamente apresenta um declive moderado de 22 m de altitude ao longo dos 100 m de extensão da parcela, com altitudes variando de 176-198 m. O solo apresenta características semelhantes às das parcelas de Terras Baixas (Martins 2010).

Na parcela G foram marcados 1.496 indivíduos vivos distribuídos em 152 espécies, 101 gêneros e 41 famílias. A família mais rica foi Myrtaceae, com 30 espécies (20% da riqueza total); destas, oito espécies foram amostradas somente nesta cota altitudinal, e talvez possam ser utilizadas como indicadoras de distribuição restrita em estudos de modelagem de nicho (Giovannelli et al. 2010). A segunda família com maior riqueza foi Fabaceae, com 18 espécies (12% da riqueza), seguida por Rubiaceae, com 15 espécies (10%), Lauraceae e Sapotaceae, com oito espécies cada (5% da riqueza total, cada). Quinze famílias apresentaram uma única espécie, sendo que três delas (Lacistomaceae, Ochnaceae e Rosaceae) foram amostradas somente nessa cota altitudinal (Gomes et al. 2011).

*Rudaea jasminoides* (Cham.) Müll. Arg. (Rubiaceae) (234 indivíduos - 16% do total) foi a espécie mais abundante, seguida por *Euterpe edulis* (116 indivíduos - 8%), sendo que muitos deles foram cortados por palmiteiros no decorrer do estudo, *Mollinedia schottiana* (Sprengel) Perkins (64 indivíduos), *Coussarea accedens* Müll. Arg. (60) e *Eugenia prasina* O.Berg (57), cada uma correspondendo a cerca de 5% dos indivíduos. O índice de Shannon-Wiener do componente arbóreo (DBH  $\geq 4,8$  cm) foi de  $H' = 3.96$  nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Gomes et al. 2011).

**Parcela H** – nas coordenadas 23° 22' 52" S e 45° 04' 43" O (Figura 1), também se situa na Fazenda Capricórnio. A topografia ondulada, com altitudes variando de 200 a 216 m. O solo apresenta características semelhantes às da parcela B (Martins 2010).

Na parcela H foram registrados 1.459 indivíduos vivos distribuídos em 152 espécies, 98 gêneros e 44 famílias, sendo as famílias mais importantes Myrtaceae, Rubiaceae, Arecaceae e Sapotaceae. As espécies mais importantes são *Rudaea jasminoides*, *Euterpe edulis* e *Eriotheca pentaphylla* (Vell.) A. Robyns que, apesar de ter um número menor (42) de indivíduos do que *Mollinedia schottiana* (74), *Coussarea meridionalis* var. *porophylla* (Vell.) Müll. Arg. (65) e

*Coussarea accedens* (52), aparece em terceiro lugar em importância em função do elevado valor de cobertura (Ramos et al. 2011).

Myrtaceae é também a família com o maior número de espécies, 32 espécies de oito gêneros. Quatro famílias - Aquifoliaceae, Burseraceae, Magnoliaceae e Salicaceae - e 78 gêneros são representadas por uma única espécie e 41 espécies são representadas por apenas um indivíduo. Na parcela H o índice de Shannon-Wiener foi de  $H' = 4,05$  nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Ramos et al. 2011).

**Parcela I** – nas coordenadas 23° 22' 01" S e 45° 05' 01" O (Figura 1) também localizada na Fazenda Capricórnio, em uma área com um forte declive, com uma amplitude de 49 m entre a altitude mais baixa (325 m) e a altitude mais alta (374 m). Assim como as demais parcelas no sopé e nas encostas da Serra do Mar estudadas, o solo é um Cambisol háplico distrófico, ácido e com alta saturação de alumínio (Martins 2010).

Na parcela I foram registrados 1.993 indivíduos vivos, distribuídos em 203 espécies, 111 gêneros e 50 famílias. A família mais rica foi Myrtaceae, com 50 espécies (25% da riqueza), seguida por Rubiaceae, com 19 espécies, Fabaceae, com 15 espécies, Lauraceae, com dez espécies e Sapotaceae, com nove espécies. Vinte e quatro famílias apresentaram uma única espécie.

A família Rubiaceae, foi a mais abundante, com 518 indivíduos (26% dos indivíduos), seguida por Arecaceae, com 301 indivíduos (15%), Myrtaceae, com 278 (14%), Sapotaceae, com 88 (4%) e Monniniaceae, com 68 indivíduos (3% dos indivíduos). No outro extremo, sete famílias (Asteraceae, Combretaceae, Lamiaceae, Malpighiaceae, Opiliaceae, Phytolaccaceae e Picramniaceae) foram representadas por um único indivíduo cada (Gomes et al. 2011).

A espécie mais frequente foi *Euterpe edulis* que ocorreu em 63 das 100 subparcelas, totalizando 139 indivíduos. A espécie mais abundante foi *Bathysa mendoncae* K. Schum., com 218 indivíduos. Na parcela I o índice de Shannon-Wiener foi de  $H' = 4,34$  nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Gomes et al. 2011).

**Parcela J** – nas coordenadas 23° 21' 59" S e 45° 05' 02" O (Figura 1) também se situa na Fazenda Capricórnio, em uma área com declive acentuado, amplitude de 47 m entre a altitude mais baixa (348 m) e a mais elevada (395 m). O solo é semelhante ao encontrado nas demais parcelas da encosta (Tabela 2, Martins 2010).

Nesta parcela foram registrados 1.823 indivíduos vivos, distribuídos em 206 espécies, 102 gêneros e 48 famílias. As famílias de maior abundância na comunidade foram Rubiaceae (346 indivíduos), Myrtaceae (256), Arecaceae (237) e Sapotaceae (107), que juntas somaram 50,29% do total de indivíduos. As famílias de maior riqueza na comunidade foram Myrtaceae (43 espécies), Rubiaceae (19), Lauraceae (16), Fabaceae (13), Sapotaceae (oito) e Melastomataceae (oito) que juntas somaram 51,45% das espécies (Rochelle et al. 2011).

As espécies mais abundantes na área foram *Euterpe edulis* Mart., com 179 indivíduos e presença em 78 das 100 subparcelas, e *Bathysa mendoncae* K. Schum., com 147 indivíduos e presente em 65 subparcelas. Por outro lado 44 espécies (21,36% do total) foram amostradas com apenas um indivíduo (Rochelle et al. 2011).

Nessa parcela foram registradas duas espécies novas e duas espécies tiveram seu primeiro registro para o estado de São Paulo. A diversidade, estimada pelo índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi de 4,48 nats.indivíduo<sup>-1</sup>, e a riqueza da área (206 espécies em 1 ha) estão entre as maiores registradas em levantamentos de florestas brasileiras (Rochelle 2008, Rochelle et al. 2011).

## 2.2. Comparação entre as Parcelas da Floresta Ombrófila Densa Submontana

Essas quatro parcelas apresentaram índices de diversidade semelhantes (variando de  $H' = 3,96$  na parcela G a  $H' = 4,48$  nats.



indivíduo<sup>-1</sup> na parcela J) aos das parcelas deste estudo amostradas nas FOD das Terras Baixas. Os índices são elevados quando comparados aos valores encontrados em Juréia/Itatins (Melo et al. 1998), Cachoeira do Macaú (Kurtz & Araujo 2000), Morro do Baú (Lisboa 2001), Macaé (Guedes-Bruni et al. 1997, Pessoa et al. 1997), se considerarmos apenas estudos realizados em áreas contínuas e utilizando mesmo critério de inclusão (DAP  $\geq$  4,8 cm). Entretanto, apesar de elevados, os índices de diversidade desse trecho da encosta da Serra do Mar ainda são inferiores aos encontrados por Thomaz & Monteiro (1997) em Santa Teresa, no Espírito Santo.

Nas quatro parcelas as famílias com o maior número de espécies foram Myrtaceae, Fabaceae, Lauraceae e Sapotaceae. Já em termos de número de indivíduos as famílias que mais se destacam são Rubiaceae, especialmente os gêneros *Rudgea*, *Bathysa* e *Coussarea*, Arecaceae, *Euterpe*, *Syagrus* e *Astrocaryum*, Myrtaceae, diversos gêneros com destaque para *Eugenia* e *Marlierea*, Sapotaceae, *Chrysophyllum*, *Ecclinusa* e *Pouteria*, e Lauraceae, *Cryptocarya* e *Ocotea*. Em relação às Fabaceae, cada gênero ocorre um número relativamente reduzido de indivíduos, mas em função do porte dos indivíduos se destaca em termos de valor de importância (VI).

Como destacando anteriormente, no caso da Parcela F, onde ocorreu uma exploração seletiva de espécies madeireiras, as samambaias da família Cyatheaceae, gêneros *Alsophila* e *Cyathea*, aparece entre as com maior número de indivíduos.

**Parcela K** – nas coordenadas 23° 19' 31" S e 45° 04' 07" O (Figura 1), está localizada ao longo da Trilha do rio Itamambuca, Núcleo Santa Virgínia. Segundo Padgurschi et al. (2011) a topografia é fortemente inclinada (40°), com altitudes variando de 1.050 a 1.100 m, aproximadamente. O solo é classificado como Cambissolo háplico distrófico típico, argiloso, ácido (pH 3,5), com alta diluição de nutrientes e alta saturação de alumínio (Tabela 2, Martins 2010).

Nesta parcela foram amostrados 1.965 indivíduos, sendo 114 (5,8%) mortos e o restante pertencente a 189 espécies distribuídas em 43 famílias botânicas (Padgurschi et al. 2011). Dentre essas Myrtaceae foi a que apresentou o maior número de espécies (49), seguida por Lauraceae (26), Monimiaceae (11) e Rubiaceae (nove). A família mais abundante foi Arecaceae com 562 indivíduos (28,6%) e somada a esta outras cinco famílias (Myrtaceae, Lauraceae, Sapotaceae e Monimiaceae) totalizaram 1203 indivíduos (61,22%) (Padgurschi 2010). No outro extremo estão oito famílias com apenas um indivíduo cada (Caricaceae, Malpighiaceae, Rosaceae, Phytolacaceae, Cardiotpteridaceae, Solanaceae, Celastraceae, Phyllanthaceae).

Nesta parcela Padgurschi (2010) mapeou 579 moitas da taquara *Merostachys neesii* Ruprecht (Poaceae). Entretanto, a autora concluiu que a presença das taquaras no hectare estudado não apresentou relações negativas com o componente arbóreo. Porém, como *Merostachys neesii* se dissemina rapidamente em áreas perturbadas, talvez ela responda mais rapidamente a alterações do ambiente, seja pelo surgimento de clareira natural ou por ações antrópicas, ocupando essas áreas sem proporcionar oportunidade para o recrutamento de indivíduos de outras espécies.

Considerando os indivíduos com DBH  $\geq$  4,8 cm a diversidade, estimada pelo índice de Shannon-Wiener (H'), foi de 3,72 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Padgurschi et al. 2011).

**Parcela N** – nas coordenadas 23° 20' 36" S e 45° 04' 22" O (Figura 5), está localizada ao longo da Trilha do Itamambuca, Núcleo Santa Virgínia. A topografia é fortemente inclinada, com altitudes variando de 1010 a 1040 m. Como nas demais parcelas da encosta o solo é classificado como Cambissolo háplico distrófico típico, argiloso, ácido (pH ~4), com alta diluição de nutrientes e alta saturação de alumínio (Martins 2010).

Na Parcela N, da FOD Montana, foram amostrados 1.560 indivíduos, sendo 121 (8,4%) mortos, pertencentes a 149 espécies, distribuídas em 40 famílias (Padgurschi et al. 2011). Myrtaceae apresentou a maior riqueza para as famílias; dentre 30 espécies identificadas, o gênero *Eugenia* apresentou 11 espécies. Segue-se Lauraceae com 16 espécies, destacando-se as seis espécies de *Ocotea*. Fabaceae é a terceira família em riqueza de espécies e, dentre essas *Inga* é o gênero com maior número de espécies (quatro). As famílias Solanaceae, Rubiaceae, Monimiaceae e Cyatheaceae apresentaram oito espécies cada.

As famílias com o maior número de indivíduos foram Arecaceae (298 ind), Myrtaceae (266), Monimiaceae (114), Lauraceae (113), Cyatheaceae (70). As famílias Quinaceae, Chloranthaceae, Sabiaceae, Opiliaceae e Proteaceae estão representadas por apenas um indivíduo.

A diversidade dos indivíduos com DAP  $\geq$  4,8 cm, determinada pelo índice de Shannon-Wiener (H') foi de 4,09 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Pereira 2011).

As cinco espécies mais abundantes foram *Euterpe edulis* (298 indivíduos), *Licania hoehnei* (42), *Calyptanthus lucida* (40), *Ocotea catharinensis* (37) e *Mollinedia argyrogyna* (35). As espécies com 10 ou mais indivíduos inventariados da parcela N e compõem, aproximadamente, um quarto (40 espécies) do total (161) das espécies identificadas e 75% (1.074 inds) do total de indivíduos coletados (1.439 inds.).

### 2.3. Comparação entre Parcelas da Floresta Ombrófila Densa Montana

Nas duas parcelas de FOD Montana foram registrados 3.288 indivíduos vivos, distribuídos em 265 espécies pertencentes a 51 famílias (Padgurschi 2010, Pereira 2011, Padgurschi et al. 2011).

Em termos de número de indivíduos as duas parcelas estudadas (K e N) são dominadas por *Euterpe edulis* Mart. (palmito-Jussara), para a qual foram registrados 860 indivíduos, e apresentam uma elevada ocorrência de moitas da taquara *Merostachys neesii* Ruprecht. Além de Arecaceae, destacam-se pelo grande número de indivíduos Myrtaceae (561 indivíduos), especialmente *Myrcia*, Lauraceae (255), especialmente *Ocotea*, Monimiaceae (215), especialmente *Mollinedia*, e Cyatheaceae (159), especialmente *Cyathea*. Por outro lado, 71 espécies na parcela K e 37 espécies na Parcela N estão representadas por apenas um indivíduo, das quais se destacam *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. (Rosaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), *Agonandra excelsa* Griseb. (Opiliaceae), *Weinmannia paullinifolia* Pohl (Cunoniaceae) e *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae) (Padgurschi 2010, Pereira 2011, Padgurschi et al. 2011).

As famílias com a maior riqueza de espécies são Myrtaceae (57 espécies), Lauraceae (33), Fabaceae (15), Monimiaceae (15) e Rubiaceae (13). Destaca-se a diversidade de espécies de Monimiaceae, família Pantropical com cinco gêneros ocorrendo no Brasil, considerada como típica da Floresta Montana (Peixoto et al. 2002).

### 3. Comparações florísticas ao longo do gradiente

Nas 11 parcelas onde foi realizado o estudo florístico foram encontradas 562 espécies, distribuídas em 195 gêneros e 68 famílias (Anexo 1). Apenas oito espécies – *Euterpe edulis*, *Calyptanthus lucida*, *Marlierea tomentosa*, *Guapira opposita*, *Hieronima alchorneoides*, *Cupania furfuracea*, *Cecropia glaziovii* Snethl. e *Coussapoa microcarpa* - ocorreram da Restinga até FOD Montana podendo ser consideradas de grande amplitude nesta formação. Ao longo do gradiente as famílias com o maior número de espécies foram Myrtaceae (133) e Fabaceae (47), acrescidas de Rubiaceae (49),

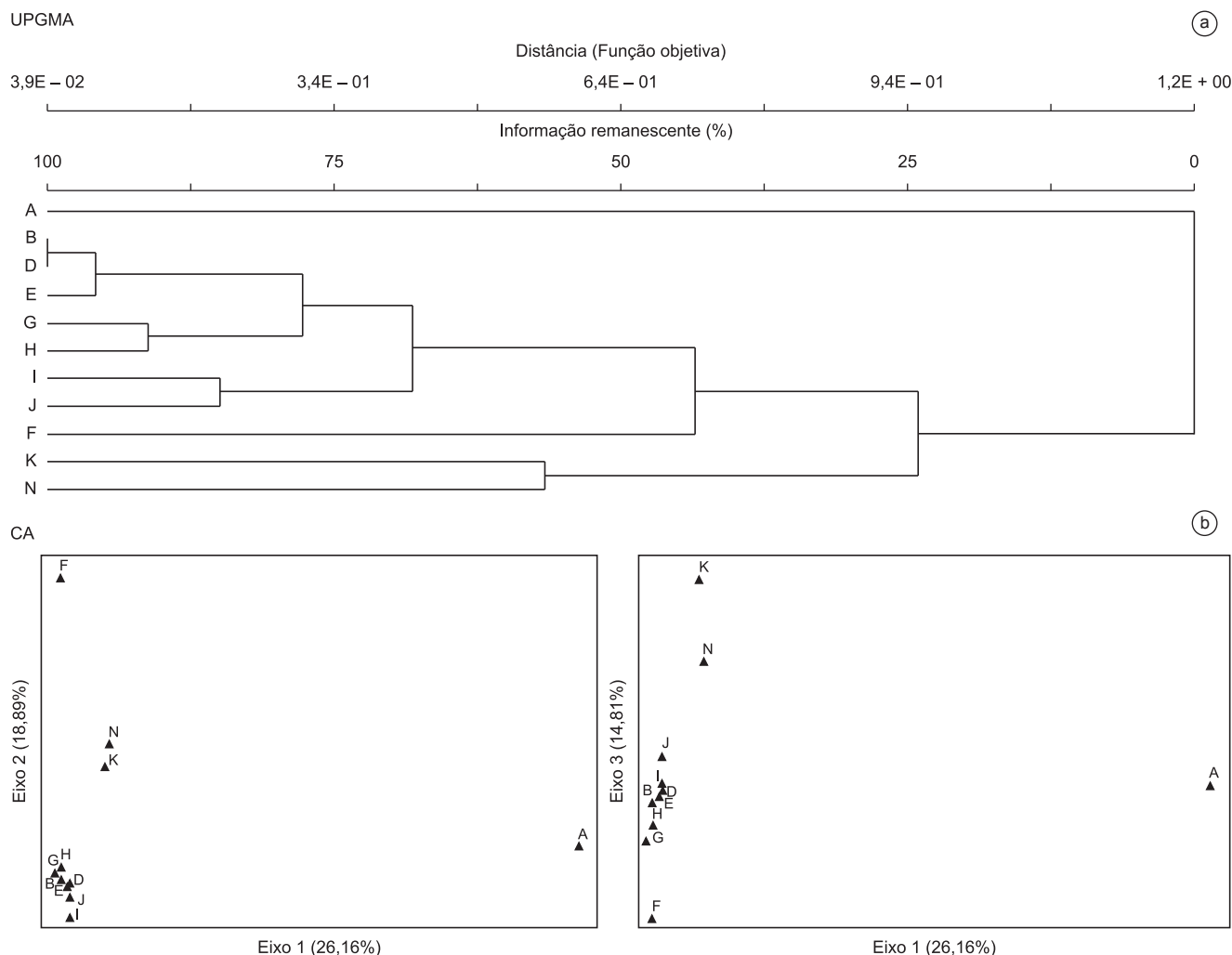
Lauraceae (49), sendo que Monimiaceae (15) aparece especificamente nas parcelas FOD Montana. Em termos de número de indivíduos as famílias mais importantes são Arecaceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Lauraceae e na FOD Montana, Monimiaceae. Somente na parcela F, onde ocorreu exploração madeireira, a abundância de palmeiras foi substituída pelas Cyatheaceae. O gênero *Eugenia* (Myrtaceae) foi o que teve a maior densidade de espécies em todas as áreas, exceto para a parcela K, onde a densidade maior se deu para o gênero *Ocotea* (Lauraceae). Ao longo da encosta, a composição florística variou substancialmente, mas em um padrão não diretamente relacionado com a altitude (Figura 7). A ausência deste padrão “áreas baixas – áreas intermediárias – áreas altas” nas ordenações sugere que outros fatores além da altitude, estariam influenciando a distribuição das espécies ao longo da encosta.

A ocorrência frequente de neblina, que na região estudada usualmente cobre a encosta da Serra do Mar desde as regiões mais altas até a zona de transição entre a FOD Submontana e a FOD Montana, pode ser um destes fatores que influenciam na distribuição das espécies. Na região da Serra do Mar, ao longo de um gradiente de altitude, massas de ar resfriam-se adiabaticamente  $\approx 0.6^\circ\text{C}$  a cada 100 m, o que leva a uma diferença média de temperatura de  $6^\circ\text{C}$  do

nível do mar, parcela de Floresta de Restinga, até a cota de 1.000 m, parcelas de FOD Montana.

Pouco se sabe sobre o papel desse evento climático na manutenção de processos fisiológicos e biogeoquímicos de florestas situadas nas cotas mais elevadas da Serra do Mar. Recentemente, por exemplo, Rosado et al. (2012) demonstraram que espécies arbóreas da FOD transpiram à noite. Por outro lado, diversos estudos têm sugerido que a precipitação por neblina representa uma proporção significativa no balanço hídrico e de nutrientes em florestas tropicais e subtropicais situadas em cotas mais elevadas (Bruijnzeel 1990). Por exemplo, eventos de neblina contribuíram com um valor entre 30 a 60% do total da água precipitada em florestas de altitude nos Andes (Cavaliere & Golstein 1989), florestas de sequóias na Califórnia (Dawson 1998) e florestas subtropicais na Austrália (Hutley et al. 1997).

Em estudo realizado com *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae), *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae) e *Myrsine umbellata* Mart. (Primulaceae), Lima (2010), usando experimentos com água deuterada e sais traçadores apoplásticos, demonstrou que estas espécies podem absorver água diretamente pelas folhas. “A absorção foliar pode contribuir em até 42% do conteúdo de água das folhas em *D. brasiliensis*, que inclusive



**Figura 7.** Análise florística das parcelas permanentes do Projeto BIOTA Gradiente Funcional localizadas na Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual da Serra do Mar, Nucleos Picinguaba e Santa Virgínia. **a)** Agrupamento usando UPGMA; **b)** análise de correspondência (CA).

**Figure 7.** Floristic analysis of Project BIOTA Gradient Functional permanent plots of Atlantic Rainforest in the Serra do Mar State Park, Nucleus Picinguaba and Santa Virgínia. **a)** Cluster using UPGMA, **b)** Correspondence Analysis (CA).

apresentou fluxo reverso de seiva e menores taxas de transpiração noturna quando expostas à neblina” (Lima 2010). Essa última espécie citada ocorre na parcela K (FOD Montana).

A Floresta de Restinga e a FOD Atlântica ocorrem sobre solos distróficos com baixa disponibilidade de nitrogênio (Martins 2010), assim como a maioria das florestas tropicais do planeta. Entretanto, considera-se que essas florestas sejam mais limitadas por fósforo do que propriamente nitrogênio (Martinelli et al. 1999). Em relação à FOD Atlântica, o conteúdo de nitrogênio no solo aumentou com a altitude, provavelmente em função da queda de temperatura como indicam Vieira et al. (2011).

A família Fabaceae está bem representada ao longo do gradiente altitudinal, tendo sido encontradas 140 espécies (18 Caesalpinioideae, 42 Mimosoideae e 80 Papilionoideae; 61 são arbóreas, 56 são subarbustos e arbustos e 23 são lianas) no levantamento florístico realizado por Silva & Tozzi (2011). Apesar dessa frequência em termos florísticos, a importância das espécies arbóreas da referida família na estrutura da vegetação foi surpreendentemente pouco significativa. Os levantamentos fitossociológicos indicam um mínimo de oito espécies para a Floresta de Restinga e o máximo de 18 espécies para a fisionomia FOD Submontana, sendo que de modo geral, os valores de importância alcançados pela família Fabaceae não ultrapassam 5%. Cabe notar que o gênero *Inga* ocorreu em todas as altitudes estudadas apresentando 13 espécies com diferentes distribuições.

Fabaceae, especialmente as subfamílias Mimosoideae e Faboideae, com a fixação de nitrogênio contribuem significativamente para disponibilidade desse nutriente essencial através da decomposição de folhas, ramos, galhos, troncos e estruturas reprodutivas. Manarin (2012) constatou a ocorrência de nodulação ativa na FOD Atlântica, sendo que o número de raízes noduladas e as atividades da enzima nitrogenase foram muito maiores na FOD Terras Baixas quando comparadas com a FOD Montana.

Na análise de gradientes (Figura 7) o 1º eixo separou a Parcela A, em função da Floresta de Restinga ocorrer sobre um tipo de solo (Neossolo Quartzarênico) distinto daquele da encosta (Cambissolo Háplico Distrófico). Certamente o fato do solo da Floresta de Restinga ser sazonalmente inundado, característica esta que exerce forte pressão seletiva, pois poucas espécies arbóreas toleram esse estresse (Oliveira & Joly 2010, Oliveira 2011), atua de forma sinérgica reforçando esta separação da Parcela A observada na Figura 7b

As diferenças na estrutura e composição do componente com DAP  $\geq 4,8$  cm entre a Floresta de restinga e a adjacente Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas é discutida em profundidade no trabalho de Assis et al. (2011). Diferenças florísticas significativas entre estas duas formações ocorrem também em termos de pteridófitas (Nóbrega et al. 2011) e briófitas (Santos et al. 2011). Essas diferenças reforçam a necessidade apontada por Marques et al. (2011) quanto à conservação de ambas as formações, Floresta de restinga e FOD Terras Baixas.

A separação da parcela F, evidenciada principalmente no segundo eixo (Figura 7b), poderia ser explicada como uma alteração na composição florística em decorrência do corte seletivo de *Hyeronyma alchorneoides* para extração de madeira entre 1950 e 1985. Apesar de seletiva, essa extração certamente influenciou a dinâmica e a sucessão na área, favorecendo algumas espécies e eliminando outras. A separação das Parcelas A e F em relação às demais também ficou evidente na análise de agrupamento (Figura 7a).

Outros trabalhos feitos no Brasil mostraram que a altitude foi, ao menos aparentemente, importante na detecção de afinidades florísticas. Scudeller et al. (2001) encontraram elevado compartilhamento de espécies entre amostras feitas em elevadas altitudes no estado de São Paulo. Moreno et al. (2003) encontraram diferenças significativas na análise de similaridade em duas áreas de Mata Atlântica, uma a

50 m e outra a 200 m de altitude. Em uma Floresta Alto-Montana com características climáticas peculiares ao longo da amplitude altitudinal investigada, Meireles et al. (2008) obtiveram boa separação entre parcelas nas menores altitudes e as demais e, como tendência secundária, uma separação das parcelas mais altas daquelas situadas em altitudes intermediárias.

### 3.1. Riqueza de espécies

Em cada nível da encosta, a vegetação é resultado de uma interação entre as espécies constituintes, solos (essencialmente o mesmo em toda amplitude da encosta), topografia, exposição da vertente e clima. Cabe destacar que na FOD Montana o clima é mais frio (em média 5 °C abaixo da temperatura ao nível do mar), o que reduz a taxa de decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, aumenta o acúmulo de carbono e nitrogênio no solo (Vieira et al. 2011). Essa interação, que vem ocorrendo há milhares de anos, pode apresentar como resultado uma zonação altitudinal, com reflexos nas diferenças dos níveis de diversidade em diferentes regiões da encosta (Zhao et al. 2005). O gradiente estudado apresenta um pico de diversidade e riqueza nas altitudes intermediárias (em torno de 400 m), com índice de diversidade ( $H'$ ) variando de 3,96 a 4,48 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Figura 8). Trata-se de uma cota altitudinal de riqueza ímpar, uma vez que é pouco comum encontrarmos, nas amostragens realizadas na Floresta Ombrófila Densa Atlântica, riqueza superior a 200 espécies (Siqueira 1994, Tabarelli & Mantovani 1999, Scudeller et al. 2001). Esse pico de diversidade e riqueza nas altitudes intermediárias ao longo da encosta é similar aos resultados encontrados em outras florestas no mundo, como na Arábia Saudita (Hegazy et al. 1998), no Nepal (Grytnes & Vetaas 2002) e na Costa Rica (Sesnie et al. 2009) em um gradiente altitudinal muito parecido com o deste estudo, (40-1.200 m), mas com amostragem muito maior (127 “plots” de 0,25 ha). Esse padrão se repete em famílias específicas, como é o caso de Arecaceae no gradiente aqui estudado (Fisch 2009) e em outras áreas na região Neotropical (Svenning et al. 2008, Eiserhardt et al. 2011).

Além disso, o resultado aproxima-se, ou mesmo supera, a riqueza encontrada em várias outras florestas neotropicais (ver Tabarelli & Mantovani 1999). O resultado contrasta com o argumento de Tabarelli & Mantovani (1999) de que as florestas atlânticas de encosta apresentam menor riqueza de espécies arbóreas em relação às outras florestas neotropicais. De maneira geral, não houve uma relação linear significativa entre riqueza e diversidade de espécies e a altitude. Em áreas mais altas (>500 m, na Floresta Ombrófila Densa Montana) a riqueza decai em relação às áreas de altitude intermediária (400 m) (Figura 8). Há atualmente um intenso debate na literatura sobre os fatores causais deste padrão, com hipóteses relacionadas com a produtividade (Evans et al. 2005), temperatura (Sanders et al. 2007), a Teoria Metabólica da Ecologia (MET) (Brown et al. 2004), o efeito geométrico (“mid-domain effect” Colwell & Lees 2000) e o efeito “Massenerhebung” (Grubb 1971, Bruijnzeel et al. 1993).

Dando continuidade ao Projeto BIOTA Gradiente Funcional, algumas destas hipóteses poderão ser testadas, tão logo o levantamento das parcelas O (600-650 m) e P (Figura 800-850 m), em altitudes intermediárias entre a parcela J (348-395 m) e a parcela K (1050-1100 m), seja concluído.

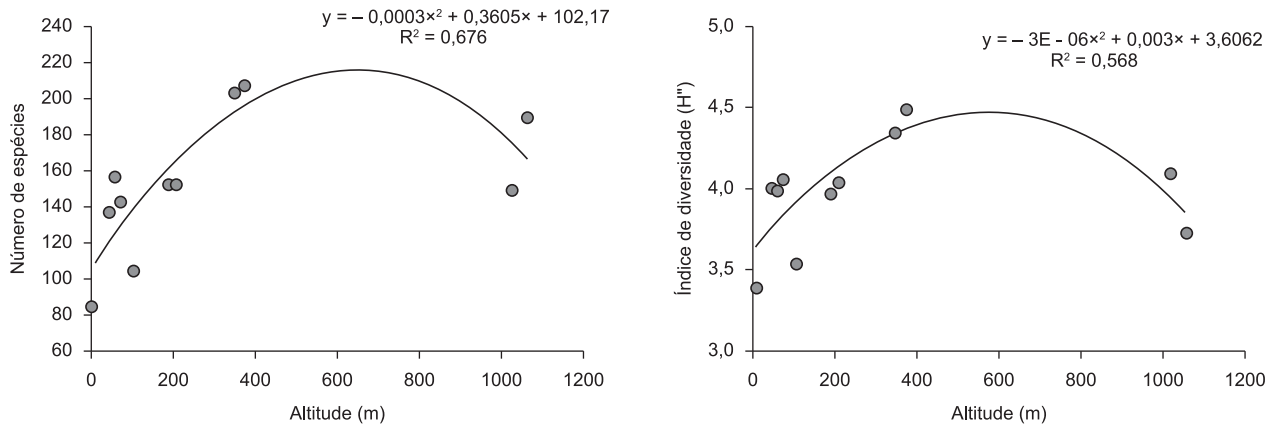
Outra explicação, que não exclui as anteriores, é a variação do limite altitudinal de ocorrência das fitofisionomias, durante as flutuações climáticas do Pleistoceno. Meireles et al. (2010) projetando os limites das fitofisionomias da FOD Atlântica durante o Último Máximo Glacial, aproximadamente entre 20 e 13 mil anos atrás, mostraram que o limite altitudinal inferior da FOD Alto Montana (que ocorre hoje acima de 1.200 m) estaria entre 400 e 500 m.

### 3.2. Estrutura da Floresta Ombrófila Densa

A Tabela 6 resume os dados de 11 das 14 parcelas do Projeto BIOTA Gradiente Funcional.

De maneira geral, a FOD no Parque Estadual da Serra do Mar apresentou uma estrutura vertical com poucos estratos bem definidos: o subosque, com plantas de até 3 m; um estrato intermediário, com

plantas de até 10 m; o dossel, com árvores de até 18 m; e poucas árvores emergentes, com alturas inferiores a 30 m. A comparação da estrutura vertical entre as diferentes fitofisionomias mostrou que todas apresentaram um estrato intermediário muito denso, com uma grande proporção de indivíduos entre 5 e 10 m de altura. Apenas uma pequena proporção dos indivíduos amostrados (<10%) nas diferentes



**Figura 8.** Variação na riqueza local (número de espécies) **A** e **B** na diversidade de espécies ( $H'$ ) em função da altitude (m) acima do nível do mar.

**Figure 8.** Variation in local richness (number of species) **A** and **B** in species diversity ( $H'$ ) as a function of altitude (m) above sea level.

**Tabela 6.** Resumo dos dados de localização, fitofisionomia, solo, número de indivíduos, número de espécies, riqueza (expressa pelo  $H'$  - Índice de Shannon-Weiner) e equidade (expressa pelo  $J'$  - Índice de Pielou) do componente com  $DBH \geq 4,8$  cm, das 11 parcelas permanentes de 1 ha, estudadas pelo Projeto BIOTA Gradiente Funcional nos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia, do Parque Estadual da Serra do Mar.

**Table 6.** Summary of data on geographic position, vegetation type, soil, number of individuals, number of species, richness (expressed by  $H'$  - Shannon-Weiner index) and equity (expressed by  $J'$  - evenness index of Pielou) of the component with  $DBH \geq 4.8$  cm, within the 11 permanent plots of 1 ha studied by the BIOTA Functional Gradient Project at Núcleo Picinguaba and Santa Virgínia of the State Park Serra do Mar.

| Plot     | Fitofisionomia                 | Coordenadas                    | Altitude    | Solo                                            | No Ind. | No Famílias | No Espécies | $H'$ | $J'$ |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|---------|-------------|-------------|------|------|
| <b>A</b> | Restinga                       | 23° 21' 22" S<br>44° 51' 03" O | 9-10 m      | Neossolo Quartzarênico<br>pH 3,4 a 4,2          | 1626    | 32          | 84          | 3.38 | 0.76 |
| <b>B</b> | FOD Terras Baixas              | 23° 20' 13" S<br>44° 50' 08" O | 33-57 m     | Cambisolo háplico<br>distrófico<br>pH 3,3 a 3,9 | 1183    | 38          | 137         | 4.00 | 0.82 |
| <b>D</b> | FOD Terras Baixas              | 23° 20' 09" S<br>44° 50' 00" O | 43-69 m     | Cambisolo háplico<br>distrófico                 | 1284    | 41          | 156         | 3.99 | 0.79 |
| <b>E</b> | FO Terras Baixas               | 23° 20' 05" S<br>44° 49' 55" O | 64-89 m     | Cambisolo háplico<br>distrófico                 | 1240    | 41          | 142         | 4.00 | 0.82 |
| <b>F</b> | FOD Terras Baixas<br>Explorada | 23° 22' 53" S<br>45° 04' 44" O | 80-120 m    | Cambisolo háplico<br>distrófico                 | 1240    | 38          | 104         | 3.56 | 0.76 |
| <b>G</b> | FOD Submontana                 | 23° 22' 26" S<br>45° 04' 51" O | 175-197 m   | Cambisolo háplico<br>distrófico<br>pH 3,5 a 4,1 | 1496    | 41          | 152         | 3.96 | 0.79 |
| <b>H</b> | FOD Submontana                 | 23° 22' 52" S<br>45° 04' 43" O | 200-216 m   | Cambisolo háplico<br>distrófico                 | 1459    | 44          | 152         | 4.05 | 0.81 |
| <b>I</b> | FOD Submontana                 | 23° 22' 01" S<br>45° 05' 01" O | 325-374 m   | Cambisolo háplico<br>distrófico                 | 1993    | 50          | 203         | 4.34 | 0.82 |
| <b>J</b> | FOD Submontana                 | 23° 21' 59" S<br>45° 05' 02" O | 348-395 m   | Cambisolo háplico<br>distrófico<br>pH 3,6 a 4,1 | 1823    | 48          | 206         | 4.48 | 0.84 |
| <b>K</b> | FOD Montana                    | 23° 19' 31" S<br>45° 04' 07" O | 1050-1100 m | Cambisolo háplico<br>distrófico<br>pH 3,5 a 4,2 | 1965    | 43          | 189         | 3.72 | 0,7  |
| <b>N</b> | FOD Montana                    | 23° 24' S<br>45° 03' O         | 1010-1040 m | Cambisolo háplico<br>distrófico<br>pH 3,6 a 4,2 | 1560    | 40          | 149         | 4.09 | 0,8  |



fitofisionomias atingiram mais do que 18 m de altura. Essa proporção atingiu valores mais baixos nas FOD de Terras Baixas e Terras Baixas Explorada (4-6,5%) (Alves et al. 2010, Scaranello et al. 2012).

Todas as fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa apresentaram uma distribuição assimétrica do número total de indivíduos.ha<sup>-1</sup> por classe de diâmetro, com maior proporção (47- 53%) de indivíduos de menor tamanho (<10 cm), os quais foram responsáveis por apenas 7-12% da área basal total.

Diferenças significativas entre as fitofisionomias puderam ser observadas em relação à distribuição da área basal total. Na Restinga e na FOD Explorada, menos de 50% da área basal total (34-47%) esteve concentrada nas maiores classes de diâmetro (>30 cm), enquanto nas demais fitofisionomias – FOD de Terras Baixas, Submontana e Montana – a contribuição dos indivíduos com mais de 30 cm de DAP ultrapassou 50% (51-56%). Nas parcelas de FOD Submontana e Montana, as maiores classes de diâmetro (30-50 e >50 cm) apresentaram maior área basal do que as demais fitofisionomias. As maiores diferenças foram observadas na contribuição de Indivíduos muito grandes (>50 cm). As estimativas de área basal variaram 4,5 vezes entre as fitofisionomias (Alves et al. 2010).

## Considerações Finais

Os dados aqui apresentados mostram a extraordinária riqueza de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa Atlântica dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar. Uma vez mais, temos uma floresta tropical luxuriante sobre um solo com baixa disponibilidade de nutrientes, demonstrando a importância e a eficiência da ciclagem de nutrientes em uma região de alta pluviosidade e com um diferencial significativo de temperatura entre o nível do mar e o topo da serra, diferencial esse que reduz a velocidade do processo de decomposição e resulta em um crescente acúmulo de matéria orgânica no solo.

O conjunto de dados gerados pelo Projeto BIOTA Gradiente Funcional sugerem fortemente que a estrutura e a composição florística do componente com DAP  $\geq$  4,8 cm também são afetadas por fatores abióticos ao longo do gradiente. Esses fatores são sensíveis às mudanças climáticas globais (Laurance et al. 2011, Stegen et al. 2011), justificando, portanto a utilização de Parcelas Permanentes onde os reflexos destas alterações na composição, estrutura e funcionamento da floresta podem ser monitorados a longo prazo, visando compreender os processos que geram e/ou mantêm a riqueza e a diversidade de espécies.

É de fundamental importância também utilizar essa base de dados para elucidar a relação entre a diversidade e os serviços ecossistêmicos, gerando subsídios para o envolvimento da comunidade local no esforço de preservação desta magnífica floresta.

## Agradecimentos

Agradecemos aos funcionários do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia pelo apoio constante ao longo do projeto. Ao grande auxílio prestado durante a implantação das parcelas permanentes dos alunos: Carolina Virillo, Christiane E. Corrêa, Juliano van Melis, Bruno Aranha, Marcos Scaranello, Yvonne Bakker, Valéria Martins, Viviane Camila de Oliveira, Larissa Veiga, Amanda Calil, Maria Hunter, Eduardo Miranda, Cristina Felseburgh, Bruno Ascensão, Patrícia Jungbluth, Rafael Tannus, Tatiana Andrade; técnicos: Jesuíno Ferrari, Edmar Mazzi, Fernando Perencin, Luiz Ramalho, Claudio Paladini, e aos pesquisadores: Rafael Oliveira, Daniela Mariano, Frederico Guilherme, Roque Filho, Michael Keller; aos funcionários da Fazenda Capricórnio, Sr. Salvador e Sr. Osvaldo, ao Sr. Roberto e seu filho (comunidade Casa da Farinha).

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) no âmbito do Projeto Temático Biota Gradiente Funcional (Processo 03/12595-7), que faz parte do Programa BIOTA/FAPESP - O Instituto Virtual da Biodiversidade ([www.biota.org.br](http://www.biota.org.br)). Autorização COTEC/IF 41.065/2005 e autorização IBAMA/CGEN 093/2005.

## Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A.N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. Geomorfologia. 52:1-21.
- ALVES, L.F. & SANTOS, F.A.M. 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, SE Brazil. J. Trop. Ecol. 18:245-260.
- ALVES, L.F., VIEIRA, S., SCARANELLO, M., CAMARGO, P.B., SANTOS, F.A.M., JOLY, C.A. & MARTINELLI, L.A. 2010. Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). Forest Ecol. Manag. 260:679-691. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.05.023>
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Bot. J. Linn. Soc. 141:399-436. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x>
- ASSIS, M.A. 1999. Florística e caracterização das comunidades vegetais da Planície Costeira de Picinguaba, Ubatuba/SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ASSIS, M.A., PRATA, E.M.B., PEDRONI, F., SANCHEZ, M., EISENLOHR, P.V., MARTINS, F.R., SANTOS, F.A.M., TAMASHIRO, J.Y., ALVES, L.F., VIEIRA, S.A., PICCOLO, M.C., MARTINS, S.C., CAMARGO, P.B., CARMO, J.B., SIMÕES, E., MARTINELLI, L.A. & JOLY, C.A. 2011. Florestas de Restinga e de Terras Baixas do Núcleo Picinguaba, PESM, Ubatuba, Sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. Biota Neotrop. 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/abstract?article+bn02111022011>
- BAKKER, J. P., OLFF, H., WILLEMS, J. H., ZOBEL, M. 1996. Why Do We Need Permanent Plots in the Study of Long-Term Vegetation Dynamics? J. Veg. Sci. 7(2):147-155. <http://dx.doi.org/10.2307/3236314>
- BORGES, R.F.; CARNEIRO, M.A. & VIANA, P. 2011. Altitudinal distribution and species richness of herbaceous plants in campos rupestres of the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. Rodriguésia. 62(1):139-152.
- BROWN, J.H., GILLOOLY, J.F., ALLEN, A.P., SAVAGE, V.M. & WEST, G.B. 2004. Toward a metabolic theory of ecology. Ecology. 85:1771-1789. <http://dx.doi.org/10.1890/03-9000>
- BRUIJNZEEL, L.A. 1990. Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: a State of Knowledge Review. IHP-UNESCO Humid Tropical Programme, Paris.
- BRUIJNZEEL, L.A., WATERLOO, M.J., PROCTOR, J., KUITERS A.T. & KOTTERINK, B. 1993. Hydrological observations in montane rain forests on Gunung Silam, Sabah, Malaysia, with special reference to the "Massenerhebung" effect. J. Ecol. 81:145-1. <http://dx.doi.org/10.2307/2261231>
- CAMPOS, M.C.R. 2008. Relação da composição e estrutura do componente arbóreo com variáveis microtopográficas e edáficas da Floresta Ombrófila Densa do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba/SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CAMPOS, M.C.R., TAMASHIRO, J.Y., ASSIS, M.A. & JOLY, C.A. 2011. Florística e fitossociologia do componente arbóreo da transição Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas - Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. Biota Neotrop. 11(2) <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/abstract?inventory+bn02311022011>
- CAVALIER, J. & GOLDSTEIN, G. 1989. Mist and fog interception in elfin cloud forests in Columbia and Venezuela. J. Trop. Ecol. 5:309-322. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467400003709>

- CLARK, D.A. 2002. Are tropical forests an important carbon sink? Reanalysis of the long-term plot data. *Ecol. Appl.* 12:3-7. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[0003:ATFAIC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[0003:ATFAIC]2.0.CO;2)
- CLARK, D.B. & CLARK, D.A. 1992 Life-History diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain-forest. *Ecol. Monogr.* 62(3):315-344. <http://dx.doi.org/10.2307/2937114>
- CLARK, D.B. & CLARK, D.A. 2000. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. *Forest Ecol. Manag.* 137:185-198. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00327-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00327-8)
- COLOMBO, A.F. & JOLY, C.A. 2010. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. *Braz. J. Biol.* 70(3):697-708. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842010000400002>
- COLWELL, R.K. & LEES, D.C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends Ecol. Evol.* 15:70-76. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01767-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01767-X)
- CONDIT, R. 1995. Research in large, long-term tropical forest plots. *Trends Ecol. Evol.* 10:18-22. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88955-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88955-7)
- DALLMEIER, F. 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. MAB Digest 11, Unesco, Paris.
- DAWSON, T.E. 1998. Fog in the California redwood forest: ecosystem inputs and use by plants. *Oecologia* 117:476-485. <http://dx.doi.org/10.1007/s004420050683>
- EMBRAPA. 2009. Banco de dados climáticos do Brasil. <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/> (último acesso em 31/01/2012).
- EISERHARDT, W.L.; BJORHOLM, S.; SVENNING, J.-C.; RANGEL, T.F. & BALSLEV, H. 2011. Testing the Water-Energy Theory on American Palms (Arecaceae) Using Geographically Weighted Regression. *PLoS ONE* 6(11): e27027. PMID:22073244. PMCID:3207816. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027027>
- EVANS, K.L., WARREN, P.H. & GASTON, K.J. 2005. Species-energy relationships at the macroecological scale: a review of the mechanisms. *Biol. Rev.* 80:1-25. PMID:15727036. <http://dx.doi.org/10.1017/S1464793104006517>
- FIASCHI, P. & PIRANI, J.R. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. *J. Syst. Evol.* 47:477-496. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1759-6831.2009.00046.x>
- FIDALGO, O. & BONONI, V.L.R. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo.
- FISCH, S. T. V. 2009. Is the palm community a good indicator for altitudinal zonation in the Atlantic Rain Forest? In Annual Meeting ATBC - Impacts of global change on tropical ecosystems: cross-cutting the abiotic, biotic and human spheres. Marburg, Germany.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. 2002. Atlas dos remanescentes da Mata Atlântica 1995-2000. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo.
- GALINDO, L. & CÂMARA, I.G. 2005. Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas. Fundação SOS Mata Atlântica; Conservation International, São Paulo.
- GENTRY, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63:19-82. <http://dx.doi.org/10.2307/3545512>
- GIOVANELLI, J.G.R., SIQUEIRA, M. F., HADDAD, C.F.B. & ALEXANDRINO, J. 2010. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. *Ecol. Model.* 221:215-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.10.009>
- GOMES, J.A.M.A., BERNACCI, L.C. & JOLY, C.A. 2011. Diferenças florísticas e estruturais entre duas cotas altitudinais da Floresta Ombrófila Densa Submontana Atlântica, do Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba/SP, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/abstract?article+bn02611022011>
- GRYTNES, J.A. & VETAAS, O.R. 2002 Species richness and altitude: a comparison between simulation models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient, Nepal. *Am. Natur.* 159: 294-304.
- GUEDES-BRUNI, R.R., PESSOA, S.V.A. & KURTZ, B.C. 1997. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho preservado da floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.127-146.
- GUILHERME, F.A.G., MORELLATO, L.P.C. & ASSIS, M.A. 2004. Horizontal and vertical tree community structure in a lowland Atlantic Rain Forest, Southeastern Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 27(4):725-737.
- GRUBB, P.J. 1971. Interpretation of the 'Massenerhebung' Effect on Tropical Mountains *Nature* 229: 44 - 45.
- HEGAZY, A.K., EL-DEMERDASH, M.A. & HOSNI, H.A. 1998. Vegetation, species diversity and floristic relations along an altitudinal gradient in south-west Saudi J. *Arid Environ.* 38:3-13. <http://dx.doi.org/10.1006/jare.1997.0311>
- HIROTA, M.M. 2003. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. In: The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook (C. Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds.). Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, p.60-65.
- HUBBELL, S.P. & FOSTER, R.B. 1986. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation. In *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity* (M. Soulé, ed.). Sunderland, Massachusetts, p.205-231.
- HUTLEY, L. B., DOLEY, D., YATES, D. J. & BOONSANER, A. 1997. Water Balance of an Australian Subtropical Rainforest at Altitude: the Ecological and Physiological Significance of Intercepted Cloud and Fog. *Aust. J. Bot.* 45(2):311-329. <http://dx.doi.org/10.1071/BT96014>
- JOLY, C.A., AIDAR, M.P.M., KLINK, C.A., MCGRATH, D.G., MOREIRA, A.G., MOUTINHO, P., NEPSTAD, D.C., OLIVEIRA, A.A., POTT, A., RODAL, M.J.N. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Cien. Cult.* 51(5-6):331-348.
- JOLY, C.A., MARTINELLI, L.A., ALVES, L.F., VIEIRA, S.A., TAMASHIRO, J.Y., AIDAR, M.P.M., CAMARGO, P.B., ASSIS, M.A., BERNACCI, L.C. & DURIGAN, G. 2008. As parcelas permanentes do Projeto Temático BIOTA Gradiente Funcional: Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. In *Experiências de monitoramento no bioma Mata Atlântica com uso de parcelas permanentes*. (C.R. Sanquetta, org.). Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Mata Atlântica e Pampa – RedeMAP; Fundação Universidade do Paraná - Funpar, Curitiba, p.109-148.
- KEELING, H.C. & PHILLIPS, O.L. 2007. The global relationship between forest productivity and biomass. *Global Ecol. Biogeogr.* 16(5):618-631. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00314.x>
- KESSLER, M. 2001 Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodivers. Conserv.* 10:1897-1921. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1013130902993>
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia*. Fondo de Cultura Económica, México.
- KRONKA, F.J.N., NALON, M.A., MATSUKUMA, C.K., PAVÃO, M., YWANE, M.S.S., KANASHIRO, M.M., LIMA, L.M.P.R., PIRES, A.S., SHIDA, C.N., FUKUDA, J.C., GUILLAUMON, J.R., BARBOSA, O., BARRADAS, A.M.F., BORGIO, S.C., MONTEIRO, C.H.B., PONTINHAS, A.A.S., ANDRADE, G.G., JOLY, C.A., COUTO, H.T.Z. & BAITELLO, J.B. 2005. Inventário florestal da vegetação nativa do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, São Paulo.
- KURTZ, B.C. & ARAUJO, D.S.D. 2000. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*. 51(78-79):69-111.

- LAURANCE, W.F., USECHE, D.C., SHOO, L.P., HERZOG, S.K., KESSLER, M., ESCOBAR, F., BREHM, G., AXMACHER, J.C., CHEN, I.-C., HIETZ, P., FIEDLER, K., PYRCZ, T.I., WOLFM, J., MERKORD, C.L., CARDELUS, C., MARSHALL, A.R., AH-PENG, C., APLET, G.H., ARIZMENDI, M.C., BAKER, W.J., BARONE, J., BRÜHL, C.A., BUSSMANN, R.W., CICUZZA, D., EILU, G., FAVILA, M.E., HEMPZ, A., HEMPZ, C., HOMEIER, J., HURTADO, J., JANKOWSKI, J., KATTÁN, G., KLUGE, J., KRÖMER, T., LEES, D.C., LEHNERT, M., LONGINO, J.T., LOVETT, J., MARTIN, P.H., PATTERSON, B.D., PEARSON, R.G., PEH, K. S.-H., RICHARDSON, B., RICHARDSON, M., SAMWAYS, M.J., SENBETA, F., SMITH, T.B., UTTERIDGE, T.M.A., WATKINS, J.E., WILSON, R., WILLIAMS, S.E. & THOMAS, C.D. 2011. Global warming, elevational ranges and the vulnerability of tropical biota. *Biol. Conserv.* 144:548-557. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.10.010>
- LEWIS, S.L., PHILLIPS, O.L., BAKER, T.R., LLOYD, J., MALHI, Y., ALMEIDA, S., HIGUCHI, N., LAURANCE, W.F., NEILL, D.A., SILVA, J.N.M., TERBORGH, J., LEZAMA, A.T., MARTINEZ, R.V., BROWN, S., CHAVE, J., KUEBLER, C., VARGAS, P.N. & VINCETI, B. 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. *Philos. T. Roy. Soc. Lon. B.* 359:421-436. PMID:15212094. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2003.1431>
- LIMA, A.L. 2010 O papel ecológico da neblina e a absorção foliar de água em três espécies lenhosas de Matas Nebulares, SP - Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- LISBOA, R.B.Z. 2001. Análise fitossociológica de uma comunidade arbórea, na Floresta Ombrófila Densa, no Parque Botânico Morro do Bau - Ilhota/SC. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford.
- MALHI, Y., PHILLIPS, O.L., LLOYD, J., BAKER, T., WRIGHT, J., ALMEIDA, S., ARROYO, L., FREDERIKSEN, T., GRACE, J., HIGUCHI, N., KILLEEN, T., LAURANCE, W.F., LEANO, C., LEWIS, S., MEIR, P., MONTEAGUDO, A., NEILL, D., VARGAS, P.N., PANFIL, S.N., PATINO, S., PITMAN, N., QUESADA, C.A., RUDASLL, A., SALOMÃO, R., SALESKA, S., SILVA, N., SILVEIRA, M., SOMBROEK, W.G., VALENCIA, R., MARTINEZ, R. V., VIEIRA, I. C. G. & VINCETI, B. 2002. An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). *J. Veg. Sci.* 13:439-450. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02068.x>
- MANARIN, E.C. 2012. Capacidade de fixação de nitrogênio por Leguminosas e Cianobactérias em trecho de Floresta Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MARQUES, M.C.M., SWAINE, M.D. & LIEBSCH, D. 2011 Diversity distribution and floristic differentiation of the coastal lowland vegetation: implications for the conservation of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodivers. Conserv.* 20:153-168. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-010-9952-4>
- MARTINELLI, L.A., PICCOLO, M.C., TOWNSEND, A.R., VITOUSEK, P.M., CUEVAS, E., MCDOWELL, W., ROBERTSON, G.P., SANTOS, O.C. & TRESEDER, K. 1999. Nitrogen stable isotopic composition of leaves and soil: Tropical versus temperate forests. *Biogeochemistry.* 46:45-65. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01007573>
- MARTINS, S.C. 2010. Perdas de nitrogênio pela emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e sua relação com a decomposição da serapilheira e biomassa de raízes na floresta de Mata Atlântica. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MCCUNE, B. & MEFFORD M. J. 2011. PC-ORD: Multivariate Analysis of Ecological Data. version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- MEIRELES, L. D.; SHEPHERD, G.J. & KINOSHITA, L.S. 2008 Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. *Rev. Bras. Bot.* 31(4):559-574.
- MEIRELES, L. D., KOCH, I. & SHEPHERD, G. J. 2010. Impacto de los cambios climáticos del Cuaternario Tardío en la distribución geográfica de especies de árboles de los Bosques Montanos Atlánticos. In *Anais do Congresso Latinoamericano de Botânica*. La Serena.
- MELO, M.M.R.F., OLIVEIRA, R.J., ROSSI, L., MAMEDE, M.C.H. & CORDEIRO, I. 1998. Fitossociologia de trecho de Mata Atlântica na Planície do Rio Verde, Estação Ecológica de Juréia, Itatins, SP, Brasil. In *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros* (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.2, p.49-56.
- MORENO, M.R., NASCIMENTO, M.T. & KURTZ, B.C. 2003. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na mata atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. *Acta Bot. Bras.* 17(3):371-386.
- MORI, S.A., MATTOS-SILVA, L.A., LISBOA, G. & CORADIN, L. 1989. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. 2nd ed. CEPLAC, Ilhéus.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature.* 403:853-858. PMID:10706275. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>
- NÓBREGA, G.A., EISENLOHR, P.V., PACIÊNCIA, M.L.B., PRADO, J. & AIDAR, M.P.M. 2011. A composição florística e a diversidade de pteridófitas diferem entre a Floresta de Restinga e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba/SP? *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/fullpaper?bn02911022011+pt>
- OLIVEIRA, V.C. 2011. Sobrevivência, morfo-anatomia, crescimento e assimilação de carbono de seis espécies arbóreas neotropais submetidas à saturação hídrica do solo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- OLIVEIRA, V.C. & JOLY, C.A. 2010. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. *Trees-Struct. Funct.* 24:185-193. <http://dx.doi.org/10.1007/s00468-009-0392-2>
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & FONTES, M.A. L. 2000 Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil, and the influence of climate. *Biotropica.* 32(4b):793-810. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x>
- PADGURSCHI, M.C.G. 2010. Composição e estrutura arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana com taquaras na Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PADGURSCHI, M.C.G., PEREIRA, L.P., TAMASHIRO, J.Y. & JOLY, C.A. 2011. Composição e similaridade florística entre duas áreas de Floresta Atlântica Montana, São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/abstract?article+bn02811022011>
- PEDRONI, F. 2001. Aspectos da estrutura e dinâmica da comunidade arbórea na Mata Atlântica de planície e encosta em Picinguaba, Ubatuba, SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PEIXOTO, A.L., PEREIRA-MOURA, M.V.L., SANTOS, I. 2002. Monimiaceae de São Paulo. In *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo* (M.G.L. Wanderley, G. Shepherd & A.M. Giulietti, org.). Hucitec; FAPESP, São Paulo, v.2, p.189-207.
- PEREIRA, L.S. 2011. Composição e estrutura do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Densa Montana do Núcleo Santa Virgínia/PESM, São Luiz do Paraitinga/SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PESSOA, S.V.A., GUEDES-BRUNI, R.R. & KURTZ, B.C. 1997. Composição florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho secundário de floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p.147-167.
- PHILLIPS, O.L. & BAKER, T. 2002. RAINFOR - Field manual for plot establishment and remeasurement. <http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/> (último acesso em 05/2006).



- PHILLIPS, O.L., MALHI, Y., HIGUCHI, N., LAURANCE, W.F., NUNEZ, P.V., VASQUEZ, R.M., LAURANCE, S.G., FERREIRA, L.V., STERN, M., BROWN, S. & GRACE, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science*. 282:439-442. PMID:9774263. <http://dx.doi.org/10.1126/science.282.5388.439>
- PHILLIPS, O.L., MALHI, Y., VINCETI, B., BAKER, T., LEWIS, S.L., HIGUCHI, N., LAURANCE, W.F., VARGAS, P.N., MARTINEZ, R.V., LAURANCE, S., FERREIRA, L.V., STERN, M., BROWN, S. & GRACE, J. 2002. Changes in growth of tropical forests: evaluating potential biases. *Ecol. Appl.* 12:576-587. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[0576:CIGOTF\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[0576:CIGOTF]2.0.CO;2)
- PONÇANO, W.L., CARNEIRO, C.D.R., BRITICHI, C.A., ALMEIDA, F.F.M. & PRANDINI, F.L. 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, v.1.
- POORTER, L., BONGERS, F., STERCK, F.J. & WOLL, H. 2003. Architecture of 53 rain forest tree species differing in adult stature and shade tolerance. *Ecology*. 84:602-608. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[0602:AORFTS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[0602:AORFTS]2.0.CO;2)
- POORTER, L., BONGERS, F., STERCK, F.J. & WOLL, H. 2005. Beyond the regeneration phase: differentiation of height-light trajectories among tropical tree species. *J. Ecol.* 93:256-267. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2004.00956.x>
- PRATA, E.M.B. 2009. Composição florística, estrutura e distribuição espacial de espécies arbóreas numa área de Floresta Atlântica Ombrófila Densa, Ubatuba/SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro.
- PRATA, E.M.B., ASSIS, M.A. & JOLY, C.A. 2011. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea na transição da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas-Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/abstract?inventory+bn02211022011>
- RAMOS, E., TORRES, R.B., VEIGA, R.F.A. & JOLY, C.A. 2011. Estudo do componente arbóreo de trechos da Floresta Ombrófila Densa Submontana em Ubatuba (SP). *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/abstract?inventory+bn02411022011>
- RAMOS, E. 2009. Estudos Florísticos e Fitossociológicos em trecho da Mata Atlântica (Ubatuba, SP) como subsídio para a conservação de recursos fitogenéticos. Dissertação de Mestrado, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas.
- RIBEIRO, K.T. & FREITAS, L. 2010. Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. *Biota Neotrop.* 10(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/en/abstract?article+bn04310042010>
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 142:1141-1153. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- ROCHELLE, A.L.C. 2008. Heterogeneidade ambiental, diversidade e estrutura da comunidade arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ROCHELLE, A.L.C., CIELO-FILHO, R. & MARTINS, F.R. 2011. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica Submontana no Parque Estadual da Serra do Mar, em Ubatuba/SP, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/abstract?inventory+bn02711022011>
- RODRIGUES, R.R. 2003. Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes. Relatório Científico II. Projeto Temático - Programa BIOTA/FAPESP. <http://www.lerf.esaq.usp.br> (último acesso em 05/2011).
- ROSADO, B.H.P., OLIVEIRA, R.S., JOLY, C.A., AIDAR, M.P.M. & BURGESS, S.S.O. 2012. Diversity in nighttime transpiration behavior of woody species of the Atlantic Rain Forest, Brazil. *Agr. Forest. Meteorol.* 158:13-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.02.002>
- SALEMI, L.F. 2009. Balanço de água e de nitrogênio em uma microbacia coberta por pastagem no litoral norte do Estado de São Paulo. 2009. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SALIS, S.M., SHEPHERD, G.J. & JOLY, C.A. 1995. Floristic comparison between mesophytic forests of the interior of the state of São Paulo, S.E. Brazil. *Vegetatio*. 119:155-164. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00045595>
- SANDERS, N.J., LESSARD, J.P., FITZPATRICK, M.C. and DUNN, R.R. 2007. Temperature, but not productivity or geometry, predicts elevational diversity gradients in ants across spatial grains. *Global Ecol. Biogeogr.* 16: 640-649. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00316.x>
- SANMARTIN, I. & RONQUIST, F. 2004. Southern hemisphere biogeography inferred by event-based models: plant versus animal patterns. *Syst. Biol.* 53:216-243. PMID:15205050. <http://dx.doi.org/10.1080/10635150490423430>
- SANTOS, F.A.M., PEDRONI, F., ALVES, L.F. & SANCHEZ, M. 1998. Structure and dynamics of tree species of the Atlantic forest. *An. Acad. Bras. Cienc.* 70:874-880.
- SANTOS, N.D., COSTA, D.P., KINOSHITA, L.S. & SHEPHERD, G.J. 2011. Aspectos brioflorísticos e fitogeográficos de duas formações costeiras de Floresta Atlântica da Serra do Mar, Ubatuba/SP, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/fullpaper?bn03011022011+pt>
- SCARANELLO, M.A.S., ALVES, L.F., VIEIRA, S.A., CAMARGO, P.B., JOLY, C.A. & MARTINELLI, L.A. 2012. Height-diameter relationships of tropical Atlantic moist forest trees in southeastern. *Sci. Agric.* 69(1):26-37. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162012000100005>
- SCARANO, F.R. 2009. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. *Biol. Conserv.* 142:1201-1208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.027>
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2000. Manguezal, os dispositivos legais como instrumento da conservação. In *Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação e Duna*. ACIESP, São Paulo, p.10-17.
- SCUDELLER, V.V., MARTINS, F.R. & SHEPHERD, G.J. 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the Atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecol.* 152:185-199. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1011494228661>
- SESNIE, S.E., FINEGAN, B., GESSLER, P.E. and RAMOS, Z. 2009. Landscape-Scale Environmental and Floristic Variation in Costa Rican Old-Growth Rain Forest Remnants. *Biotropica*. 41(1):16-26. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00451.x>
- SETZER, J. 1966. Atlas climatológico do estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai; CESP, São Paulo.
- SHEIL, D. 1995. A critique of permanent plot methods and analysis with examples from Budongo Forest, Uganda. *Forest Ecol. Manag.* 77:11-34. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03583-V](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(95)03583-V)
- SILVA, A.F. & LEITÃO FILHO, H.F. 1982. Composição florística e estrutura de um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo - Brasil). *Rev. Bras. Bot.* 5:43-52.
- SILVA, E.D. & TOZZI, A.M.G.A. 2011. Leguminosae na Floresta Ombrófila Densa do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n4/pt/abstract?inventory+bn03111042011>
- SIQUEIRA, M.F. 1994. Classificação da vegetação e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2008. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2nd ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- STEGEN, J.C., SWENSON, N.G., ENQUIST, B.J., WHITE, E.P., PHILLIPS, O.L., JÖRGENSEN, P.M., WEISER, M.D., MENDOZA, A.M. & VARGAS, P.N. 2011. Variation in above-ground forest biomass across broad climatic gradients. *Global Ecol. Biogeogr.* 20(5):744-754. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00645.x>



- SVENNING, J.-C., BORCHSENIUS, F., BJORHOLM, S. & BALSLEV, H. 2008 High tropical net diversification drives the New World latitudinal gradient in palm (Arecaceae) species richness. *J. Biogeogr.* 35:394-406. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01841.x>
- TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 1999. A riqueza de espécies arbóreas na floresta de encosta no estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 22(2):217-233.
- TABARELLI, M., PINTO, L.P., SILVA, J.M.C., HIROTA, M.M., BEDÊ, L.C. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*. 1(1):132-138.
- TANNER, E.V.J., VITOUSEK, P.M. & CUEVAS, E. 1998. Experimental investigation of nutrient limitation of forest growth on wet tropical mountains. *Ecology* 79:10-22. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[0010:EIONLO\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[0010:EIONLO]2.0.CO;2)
- THOMAZ, L.D. & MONTEIRO, R. 1997. Composição florística da Mata Atlântica de encosta da Estação Biológica de Santa Lúcia, município de Santa Teresa-ES. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitao, Nov. Ser.* 7:3-48.
- TORRES, R.B., MARTINS, F.R. & KINOSHITA, L.S. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 20(1):41-49.
- VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- VICTOR, M.A.M. 1977. A Devastação Florestal. UNIPRESS, Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo.
- VIEIRA, S.A., ALVES, L.F., AIDAR, M.P.M., ARAÚJO, L.S., BAKER, T., BATISTA, J.L.F., CAMPOS, M.C.R., CAMARGO, P.B., CHAVE, J., DELITTI, W.B., HIGUCHI, N., HONÓRIO, E., JOLY, C.A., KELLER, M., MARTINELLI, L.A., DE MATTOS, E.A., METZKER, T., PHILLIPS, O., SANTOS, F.A.M., SHIMABUKURO, M.T., SILVEIRA, M. & TRUMBORE, S.E. 2008. Estimativas de biomassa e estoque de carbono: o caso da Mata Atlântica. *Biota Neotrop.* 8(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/pt/abstract?point-of-view+bn00108022008>
- VIEIRA, S.A., ALVES, L.F., DUARTE-NETO, P.J., MARTINS, S.C., VEIGA, L.G., SCARANELLO, M.A., PICOLLO, M.C., CAMARGO, P.B., CARMO, J.B., SOUSA NETO, E., SANTOS, F.A.M., JOLY, C.A. & MARTINELLI, L.A. 2011. Stocks of carbon and nitrogen and partitioning between above- and belowground pools in the Brazilian coastal Atlantic Forest elevation range. *Ecol. Evol.* 1(3):421-434. PMID:2239351. PMCID:3287305. <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.41>
- WANG, G., ZHOU, G., YANG, L. & LI, Z. 2002. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant Ecology*; 165:169-181. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022236115186>
- WILDI, O. 2010. Data analysis in vegetation ecology. Wiley-Blackwell, Chichester. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470664971>
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4nd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- ZHAO, C.M., CHEN, W.L., TIAN, Z.Q. & XIE, Z.Q. 2005. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia Mountains, Central China. *J. Integr. Plant Biol.* 47:1431-1449. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00164.x>

*Recebido em 20/12/2010*

*Versão reformulada recebida em 10/01/2012*

*Publicado em 15/03/2012*

## Anurans of the sandy coastal plains of the Lagamar Paulista, State of São Paulo, Brazil

Juliana Zina<sup>1,5</sup>, Cynthia Peralta de Almeida Prado<sup>2</sup>,

Cynthia Aguirre Brasileiro<sup>3</sup> & Célio Fernando Baptista Haddad<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Rua José Moreira Coutinho, s/n, CEP 45206-190, Jequié, BA, Brazil

<sup>2</sup>Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, Km 05, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brazil

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Rua Prof. Artur Riedel, 275, CEP 09972-270, Diadema, SP, Brazil

<sup>4</sup>Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Av. 24A, 1515, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brazil

<sup>5</sup>Corresponding author: Juliana Zina, e-mail: juzina74@gmail.com

ZINA, J., PRADO, C.P.A., BRASILEIRO, C.A. & HADDAD, C.F.B. **Anurans of the sandy coastal plains of the Lagamar Paulista, State of São Paulo, Brazil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn02212012012>

**Abstract:** Insular habitats are considered ideal for biogeographic studies, as they represent almost closed habitats with known formation timelines. Although São Paulo state in Brazil has a large number of continental and oceanic islands, few studies have examined the composition of the fauna in each locality. These studies are crucial to determine the community structure and to make biogeographic and phylogenetic inferences. From February 2007 to January 2009, we surveyed the anuran community of sandy coastal plains in four municipalities of the Lagamar Paulista: Cananéia, Ilha Comprida, Iguape and Pariquera-Açu, in the state of São Paulo, Brazil. This region is located in the Cananéia-Iguape estuary complex, comprising three continental islands: Ilha de Cananéia, Ilha Comprida, and Ilha do Cardoso, and the continental portions adjacent to these islands in the municipalities of Iguape and Pariquera-Açu. Through the use of pitfall traps and active search, we registered a total of 32 anuran species: 17 in Ilha Comprida, 21 in Ilha de Cananéia, 26 in Ilha do Cardoso, 27 in Iguape, and 23 in Pariquera-Açu. The analysis of the richness indices of the study sites revealed higher values in continental areas. This result is very common in comparative studies between islands and continents. This may be caused by an island effect and may reveal the historical process of island formation in the Lagamar. Our findings provide important information for identifying patterns of amphibian distribution in insular areas of the São Paulo coast, and for examining how events of marine transgression and regression have affected the local amphibian communities.

**Keywords:** *amphibia, anuran community, continental islands, lagamar, Atlantic Rainforest.*

ZINA, J., PRADO, C.P.A., BRASILEIRO, C.A. & HADDAD, C.F.B. **Anurofauna de restinga do Lagamar Paulista, São Paulo, Brasil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?inventory+bn02212012012>

**Resumo:** Ambientes insulares são considerados ideais para estudos biogeográficos, já que representam ambientes quase fechados cujo tempo de formação é conhecido. Embora o estado de São Paulo possua um grande número de ilhas continentais e oceânicas, faltam estudos de base que determinem a composição faunística de cada localidade. Tais estudos são cruciais para se determinar a estrutura de comunidades e fazer inferências biogeográficas e filogenéticas que a expliquem. Durante os meses de fevereiro de 2007 a janeiro de 2009 inventariamos a comunidade de anuros de ambientes de restinga em quatro municípios do Lagamar Paulista: Cananéia, Ilha Comprida, Iguape e Pariquera-Açu, estado de São Paulo. Inserida no complexo estuarino Cananéia-Iguape, esta região caracteriza-se pela presença de três ilhas continentais: Ilha de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso e porções continentais adjacentes a estas ilhas nos municípios de Iguape e Pariquera-Açu. Através da metodologia de procura ativa e armadilhas de interceptação e queda foi registrado um total de 32 espécies de anuros em todas as localidades: 17 espécies na Ilha Comprida, 21 na Ilha de Cananéia, 26 na Ilha do Cardoso, 27 em Iguape e 23 em Pariquera-Açu. A análise dos índices de riqueza revelou valores mais altos nas áreas continentais, resultado comumente observado em comparações entre ilhas e continente. Este resultado pode ser um reflexo de um efeito de isolamento promovido pelo evento de formação das ilhas, ou pode ser resultado de origem e tempo distintos em que as ilhas foram formadas. Os resultados aqui apresentados são de fundamental importância, pois fornecem subsídios tanto para estudos de padrões de distribuição de anfíbios em formações insulares do litoral paulista como para o entendimento de como eventos de transgressão e regressão marinha atuaram sobre as comunidades de anfíbios locais.

**Palavras-chave:** *amphibia, comunidade de anuros, ilhas continentais, lagamar, Mata Atlântica.*

## Introduction

Sandy coastal plain areas are among the most threatened habitats in the Atlantic forest (Rocha et al. 2007). Main threats to these habitats include deforestation for urban development, the construction of entertainment resorts, pollution by industrial and/or domestic effluents, among others (Rocha et al. 2003, Dias & Rocha 2005, Rocha et al. 2007). Although coastal sandy plains are not included among the richest habitats in the Atlantic forest, they harbor many endemic species (Dias et al. 2002, Rocha et al. 2003, Rocha et al. 2005). Thus, the knowledge of species composition is crucial to subsidize conservation actions, given the vulnerability of these coastal habitats.

The number of studies on the anuran fauna of the coastal Atlantic rainforest has increased in recent years (e.g., Rocha et al. 2008, Narvaes et al. 2009, Silva-Soares et al. 2010). However, given the great diversity of anuran species in this domain, these numbers are still low. The use of new approaches (e.g. molecular data, call descriptions), as well as the increase of studies conducted in remote areas (Brasileiro et al. 2007a, b, c), have increased the number of species description in the coastal Atlantic rainforest (Pombal Junior & Bastos 2003, Fitzpatrick et al. 2009). This is even more evident for insular habitats, from which several species have been recently described (e.g., Brasileiro et al. 2007a, b, c, Silva & Alves-Silva 2008). Moreover, insular habitats are ideal for examining theories of community structure, as they are almost closed habitats with a known timeline (Diamond 1975a, b, Leibold & Mikkelsen 2002, Gillespie et al. 2005). Thus, the first step to elaborate ecological theories is the knowledge of the faunal composition of these habitats.

The aim of the present study was to survey the anuran species from sandy coastal plains in three continental islands (Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia, and Ilha Comprida) and from two adjacent mainland sites in south São Paulo state. Furthermore, we compared our results with those of other coastal areas of northern São Paulo and Rio de Janeiro states and southern São Paulo and Paraná states. Studies such as the present one may help raise hypotheses on the factors involved in the structure of insular anuran communities.

## Material and Methods

### 1. Study sites

The present study was conducted in four municipalities of the Lagamar Paulista: Cananéia, Iguape, Paríquera-Açu, and Ilha Comprida, southern coast of São Paulo state, southeastern Brazil (Figure 1). Lagamar Paulista is the common name of the coastal and continental region near the Iguape-Cananéia estuary (Magalhães 2003). This complex encompasses three continental and barrier islands (Ilha de Cananéia, Ilha Comprida, and Ilha do Cardoso), according to Suguio (1992), as they are geologically associated with the mainland and were formed by fluctuations of the sea level or by the accumulation of sediments on the coast (barrier islands) (Martin & Suguio 1978, Watanabe et al. 1997, Suguio et al. 2003).

The typical vegetation of the complex, usually xerophytic shrubs, is the same as that found in sandy coastal plains, characterized by species tolerant to high temperatures and insulation, little water availability, high salinity, and sandy soils (Zaluar & Scarano 2000, Scarano 2002). A common characteristic of all sandy coastal plains of Brazil is the presence of species of the family Bromeliaceae (Freitas et al. 2000, Cogliatti-Carvalho et al. 2001). In these habitats, bromeliads play a fundamental role in the establishment of other species (Zaluar & Scarano 2000), particularly by providing resources to several animal species (see examples in Osses et al. 2008).

Each study site is further described below.

### 1.1. Municipality of Cananéia

It comprises two continental islands (Ilha de Cananéia and Ilha do Cardoso) and a continental portion adjacent to these islands.

Ilha de Cananéia: area of approximately 125 km<sup>2</sup>. As a result of historical factors during colonization, only small patches of well-preserved Atlantic rainforest and sandy coastal plains remain. It is separated from the mainland by the Mar de Cubatão, and from Ilha Comprida by the Mar de Cananéia. It is characterized by the presence of Pleistocene (Cananéia Formation) and Holocene deposits and is considered a barrier island based on its origin: the deposition of sediment during sea transgression and regression during the Quaternary (see definition in Suguio 1992). The study was conducted in an area of preserved sandy coastal plain in the central portion of the island (24° 55' 59.80" S and 47° 53' 16.49" W; elevation = 0-137 m above sea level) (Figure 1). The distance between Ilha de Cananéia and the adjacent continental portion varies between 300 m and 1 km, similar to the distances between Ilha de Cananéia and Ilha Comprida. The distance to Ilha do Cardoso is 2 to 3 km.

Ilha do Cardoso: area of approximately 136 km<sup>2</sup>. It is considered one of the most preserved areas of the complex (Magalhães 2003). The Mar de Itapitanguí (São Paulo state) separates the island from the continent to the north and the Mar de Ararapira (Paraná State) to the south. It is characterized by Pleistocene (Cananéia Formation) and Holocene deposits, and most of the island consists of a mountain range formed by Precambrian rocks (Paríquera-Açu Formation) (Suguio & Tessler 1992). The present study was conducted in the northern region of the area where the state park Parque Estadual da Ilha do Cardoso is located (PEIC) (Perequê Unit) (25° 03' 05" S and 48° 05' 42" W; elevation = 0-900 m a.s.l.) (Figure 1). The distance from the island to the continent (Cananéia-SP and Guaraqueçaba-PR) varies from 200 m to 1 km. The distance between Ilha do Cardoso and Ilha Comprida is approximately 1.5 km.

### 1.2. Municipality of Ilha Comprida

It comprises a total area of 189 km<sup>2</sup>. Most of the sandy coastal plains have been cleared for urbanization. It is separated from the continent by the estuarine channel known as Mar Pequeno (Magalhães 2003) and from Ilha de Cananéia, by the Mar de Cananéia. It is a typical barrier island, formed by Pleistocene (Cananéia Formation) and Holocene deposits (Suguio et al. 2003). The present study was conducted in an area located in the central-south region of the island (25° 00' 19" S and 47° 52' 18.7" W; elevation = 0-10 m a.s.l.) (Figure 1). The distance between Ilha Comprida and the mainland (Cananéia and Iguape) varies from 400 m to 1 km.

### 1.3. Municipality of Paríquera-Açu

The study site was located in the state park Parque Estadual da Campina do Encantado (PECE) (24° 38' 44.8" S and 47° 48' 39.9" W; elevation = 18 m a.s.l.) (Figure 1). The park has an area of 23.59 km<sup>2</sup>, with remnants of well-preserved sandy coastal plains (Magalhães 2003). The forests of the PECE consist of different physiognomies with a varied structure, mainly related with the type of soil and water availability. Unlike its surroundings, the forests are still well preserved, especially due to regular floods, making settlements and agricultural activities unfeasible (São Paulo 2008). The PECE is currently one of the largest well-preserved continuous lowland forests subject to flooding on the coast of southeast Brazil. The presence of sambaquis (paleo-indian constructions consisting of shells and marine animals) inside the park (São Paulo 2008) suggests that the shoreline was closer to the municipality than its current

level (Martin & Suguio 1989). The municipality of Pariqueira-Açu is equally distant from the Ilha de Cananéia and Ilha Comprida by approximately 21 km.

#### 1.4. Municipality of Iguape

The study site was located in the Engenheiro Narciso de Medeiros Agricultural School (24° 41' 14" S and 47° 31' 52" W; elevation = 3-50 m a.s.l.) (Figure 1), which encompasses an area of 1.28 km<sup>2</sup>. It is located in the Área de Proteção Ambiental de Cananéia/Iguape and is one of the last remnants of original forest in this municipality (Magalhães 2003). Although the municipality of Iguape is currently isolated (by the estuarine channel, Ribeira do Iguape river, and Valo Grande) in this study, it was considered a continental portion due to the recent history of isolation of the area (approximately 180 year).

The climate of the Lagamar region is humid mesothermic (Cfa according to Köppen), with an average temperature in the hottest months above 22 °C and high levels of annual rainfall (between 1,600 and 2,000 mm). There is no dry season, only a decrease in rainfall in the winter (Lamparelli 1999). The Cananéia area differs from the central and northern regions of the coast of São Paulo state, as the average temperatures are slightly lower during the winter (Lamparelli 1999).

#### 2. Data collection

From February 2007 to January 2009, we surveyed the anuran species of the study sites using two complementary methods: active night search and pitfall traps with drift fences. The traps consisted of a line with six 60 L buckets placed 15 m from one another and a drift fence 50 cm high in relation to the ground. Three lines of traps were set up with a distance of 500 m from one another at each study site, totaling 15 lines of traps. The traps were inspected before the sunset, during three consecutive days, at each site, totaling a sampling effort of 1728 hours-bucket, during the entire period of the study.

Simultaneously to the pitfall traps with drift fences, we conducted active visual and acoustic searches at night during three or four consecutive days each month (Heyer et al. 1994).

Data collection started after sunset and ended when the reproductive activity of the frogs decreased or stopped. The trails

surveyed during the active search included pre-established paths near the sites where the traps were set up and near previously chosen water bodies (permanent, semi-permanent, and temporary). Each transect at the study sites (one in each studied area) were approximately 2 km long. Bromeliads located along the trails were also inspected for adults, tadpoles or eggs.

Individuals collected were anesthetized with xylocaine, fixed with 10% formalin, preserved in 70% ethanol, and deposited in the collection of amphibians Célio F. B. Haddad (CFBH), Department of Zoology, I.B., Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brazil.

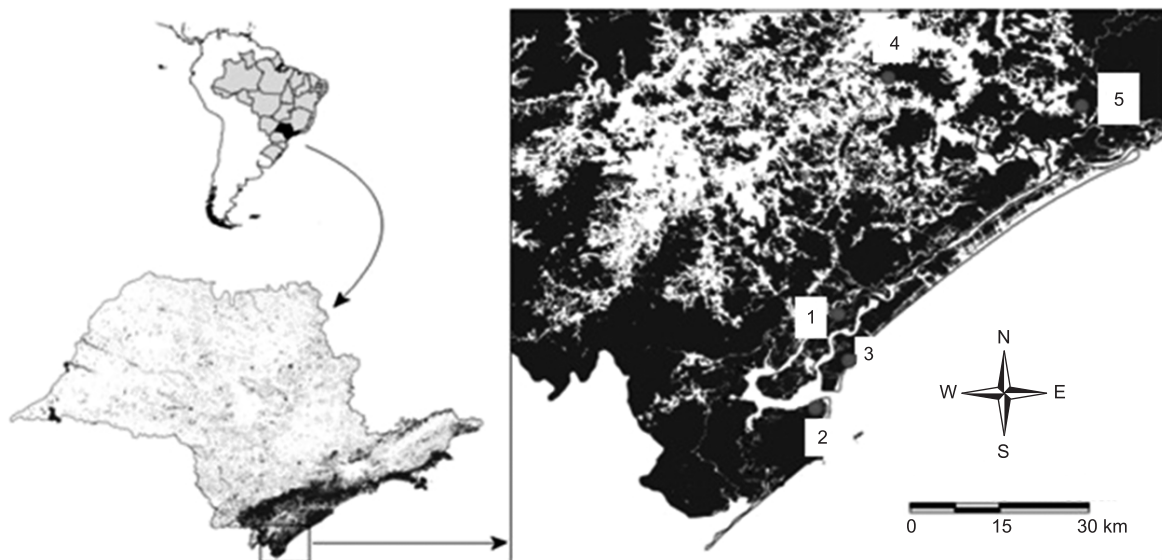
#### 3. Data analyses

To evaluate the sampling effort, we constructed an accumulation species curve (Colwell 2005). We used data of presence and absence of species per month and per site. The samples were arranged randomly by the method Mao Tau (1000 iterations). The confidence interval of Chao II richness estimator was compared among the study sites (Zar 1996, Santos 2003).

The similarity level regarding the composition of species among study sites and areas nearby or to the north or south of the coast of São Paulo state, south of Rio de Janeiro State and north of Paraná state (Table 1) was calculated with the Sorensen similarity index, which minimizes the effect of sub-sampling, emphasizing the co-occurrence of species (Wolda 1981). The clustering procedure used for the construction of the dendrogram was the UPGMA (group mean). Species with dubious identification were considered as exclusive of each site to avoid incorrect similarity in species composition among sites.

#### Results

We recorded a total of 32 species of anurans including all study areas; 27 species in Iguape, 23 in Pariqueira-Açu, 21 in Ilha de Cananéia, 17 in Ilha Comprida and 18 in Ilha do Cardoso (Table 2). In all study sites, Hylidae was the richest family (approximately 63% in Iguape, 61% in Pariqueira-Açu, 65% in Ilha Comprida, 57% in Ilha de Cananéia, and 61% in Ilha do Cardoso). Some species observed in the study sites are shown in Figure 2.



**Figure 1.** Geographic location of the study areas on the southern coast of São Paulo state, Brazil, being 1) Ilha de Cananéia, 2) Ilha do Cardoso, 3) Ilha Comprida, 4) Pariqueira-Açu and 5) Iguape. Dark gray, Atlantic forest remnants of the region.

**Figura 1.** Localização geográfica das áreas estudadas no litoral sul do estado de São Paulo, Brasil, sendo 1) Ilha de Cananéia, 2) Ilha do Cardoso, 3) Ilha Comprida, 4) Pariqueira-Açu e 5) Iguape. Em cinza escuro estão representados os remanescentes de Mata Atlântica da região.



**Table 1.** Localities whose anuran communities were compared to those examined by this study, geographic coordinates and literature sources. EE = Estação Ecológica, PESM = Parque Estadual da Serra do Mar.

**Tabela 1.** Localidades cuja anurofauna foi comparada com as estudadas no presente trabalho, suas coordenadas geográficas e referências. EE = Estação Ecológica, PESM = Parque Estadual da Serra do Mar.

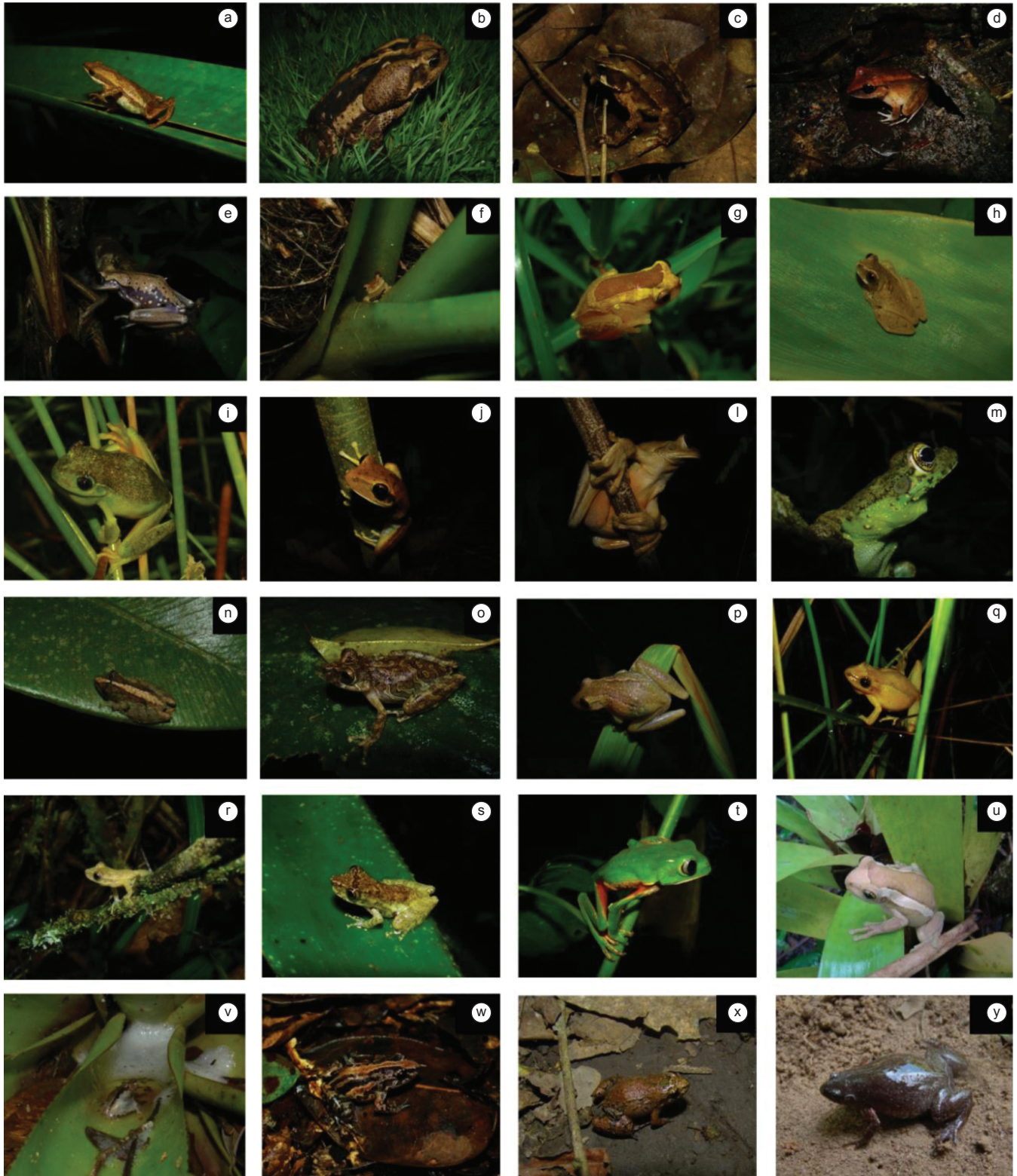
| Site                      | Municipality           | State | Coordinates                               | Source                              |
|---------------------------|------------------------|-------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| EE Boracéia               | Salesópolis            | SP    | 23° 37' S and 45° 52' W                   | Heyer et al. (1990)                 |
| ESEC Juréia-Itatins       | Juréia-Itatins         | SP    | 24° 31' S and 47° 16' W                   | Narvaes et al. (2009)               |
| Ilha de São Sebastião     | Ilha Bela              | SP    | 23° 45' -23° 55' S and 45° 17' -45° 24' W | Centeno (2008)                      |
| PESM Picinguaba           | Ubatuba                | SP    | 23° 21' S and 44° 49' W                   | Hartmann (2004)                     |
| PESM Santa Virgínia       | São Luís do Paraitinga | SP    | 23° 19' S and 45° 08' W                   | Giasson (2008)                      |
| Municipality              | Rio de Janeiro         | RJ    | 22° 52' -23° 04' S and 43° 10' -43° 46' W | Izecksohn & Carvalho-e-Silva (2001) |
| Reserva do Rio das Pedras | Mangaratiba            | RJ    | 22° 59' S and 44° 06' W                   | Carvalho-e-Silva et al. (2008)      |
| Fazenda Dellamana         | Guaraqueçaba           | PR    | 25° 15' -25° 16' S and 48° 17' -48° 19' W | Castanho (2000)                     |

**Table 2.** Presence and absence of anuran species in the surveyed sites in the Lagamar Paulista, São Paulo State, Brazil. In parentheses the recording method: ○ = active search; + = pitfall traps with drift fences. The “X” indicates presence of the species.

**Tabela 2.** Lista de espécies de anuros das cinco áreas estudadas no Lagamar paulista, estado de São Paulo, Brazil. Entre parenteses o modo de registro: ○ = procura ativa; + = armadilhas de interceptação e queda. “X” indica o registro das espécies.

| Species                                                    | Iguape | Pariquera Açu | Ilha Comprida | Ilha de Cananéia | Ilha do Cardoso |
|------------------------------------------------------------|--------|---------------|---------------|------------------|-----------------|
| <i>Ischnocnema guentheri</i> (Steindachner, 1864)          | X(○)   |               |               | X(○)             |                 |
| <i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824)                        | X(○,+) | X(○,+)        | X(○,+)        | X(○,+)           | X(○,+)          |
| <i>Rhinella icterica</i> (Spix, 1824)                      | X(○)   | X(○,+)        |               |                  |                 |
| <i>Dendrophryniscus leucomystax</i> Izecksohn, 1968        | X(○,+) | X(○,+)        | X(+)          | X(○,+)           | X(○,+)          |
| <i>Haddadus binotatus</i> (Spix, 1824)                     | X(○,+) | X(○,+)        | X(○,+)        | X(○)             | X(○,+)          |
| <i>Aparasphenodon bokermanni</i> Pombal, 1993              |        | X(○)          |               |                  | X(○)            |
| <i>Dendropsophus berthalutzae</i> (Bokermann, 1962)        | X(○)   | X(○)          |               |                  | X(○)            |
| <i>Dendropsophus decipiens</i> (Lutz, 1925)                |        |               |               |                  | X(○)            |
| <i>Dendropsophus elegans</i> (Wied-Neuwied, 1824)          | X(○)   | X(○)          |               |                  |                 |
| <i>Dendropsophus microps</i> (Peters, 1872)                | X(○)   | X(○)          |               |                  |                 |
| <i>Dendropsophus werneri</i> (Cochran, 1952)               | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○)             |                 |
| <i>Hypsiboas albomarginatus</i> (Spix, 1824)               | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○)             | X(○)            |
| <i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821)                | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○)             | X(○)            |
| <i>Hypsiboas raniceps</i> Cope, 1862                       | X(○)   | X(○)          |               |                  |                 |
| <i>Hypsiboas semilineatus</i> (Spix, 1824)                 | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○)             |                 |
| <i>Itapetihyla langsdorffii</i> (Duméril and Bibron, 1841) |        |               | X(○)          | X(○)             | X(○)            |
| <i>Scinax argyreornatus</i> (Miranda-Ribeiro, 1926)        | X(○)   |               | X(○)          | X(○)             | X(○)            |
| <i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)                     | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○)             |                 |
| <i>Scinax hayii</i> (Barbour, 1909)                        | X(○)   |               |               |                  |                 |
| <i>Scinax littoralis</i> (Pombal and Gordo, 1991)          | X(○,+) |               |               | X(+)             | X(○)            |
| <i>Scinax</i> sp. (gr. <i>catharinae</i> )                 | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○)             |                 |
| <i>Scinax</i> sp.1 (aff. <i>alter</i> )                    | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○,+)           | X(○)            |
| <i>Scinax</i> sp.2 (aff. <i>alter</i> )                    | X(○)   | X(○)          | X(○)          | X(○)             |                 |
| <i>Scinax</i> sp. (aff. <i>perpusillus</i> )               |        |               |               | X(○)             | X(○)            |
| <i>Phyllomedusa distincta</i> Lutz, 1950                   | X(○)   | X(○)          | X(○)          |                  |                 |
| <i>Trachycephalus mesophaeus</i> (Hensel, 1867)            | X(○)   |               |               |                  | X(○)            |
| <i>Crossodactylus caramaschii</i> Bastos and Pombal, 1995  | X(○)   |               |               |                  |                 |
| <i>Physalaemus spiniger</i> Haddad and Pombal, 1998        | X(○,+) | X(○,+)        | X(○,+)        | X(○,+)           | X(○,+)          |
| <i>Leptodactylus</i> sp.(gr. <i>marmoratus</i> )           | X(+)   | X(○)          |               | X(○)             |                 |
| <i>Leptodactylus bokermanni</i> Heyer, 1973                | X(○,+) | X(○,+)        | X(○)          | X(○,+)           | X(○,+)          |
| <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)               | X(○,+) | X(○,+)        | X(○,+)        | X(○,+)           | X(○,+)          |
| <i>Chiasmocleis leucosticta</i> (Boulenger, 1888)          |        | X(+)          |               | X(+)             | X(○,+)          |
| <b>Total</b>                                               | 27     | 23            | 17            | 21               | 18              |

## Anurans of the Lagamar Paulista



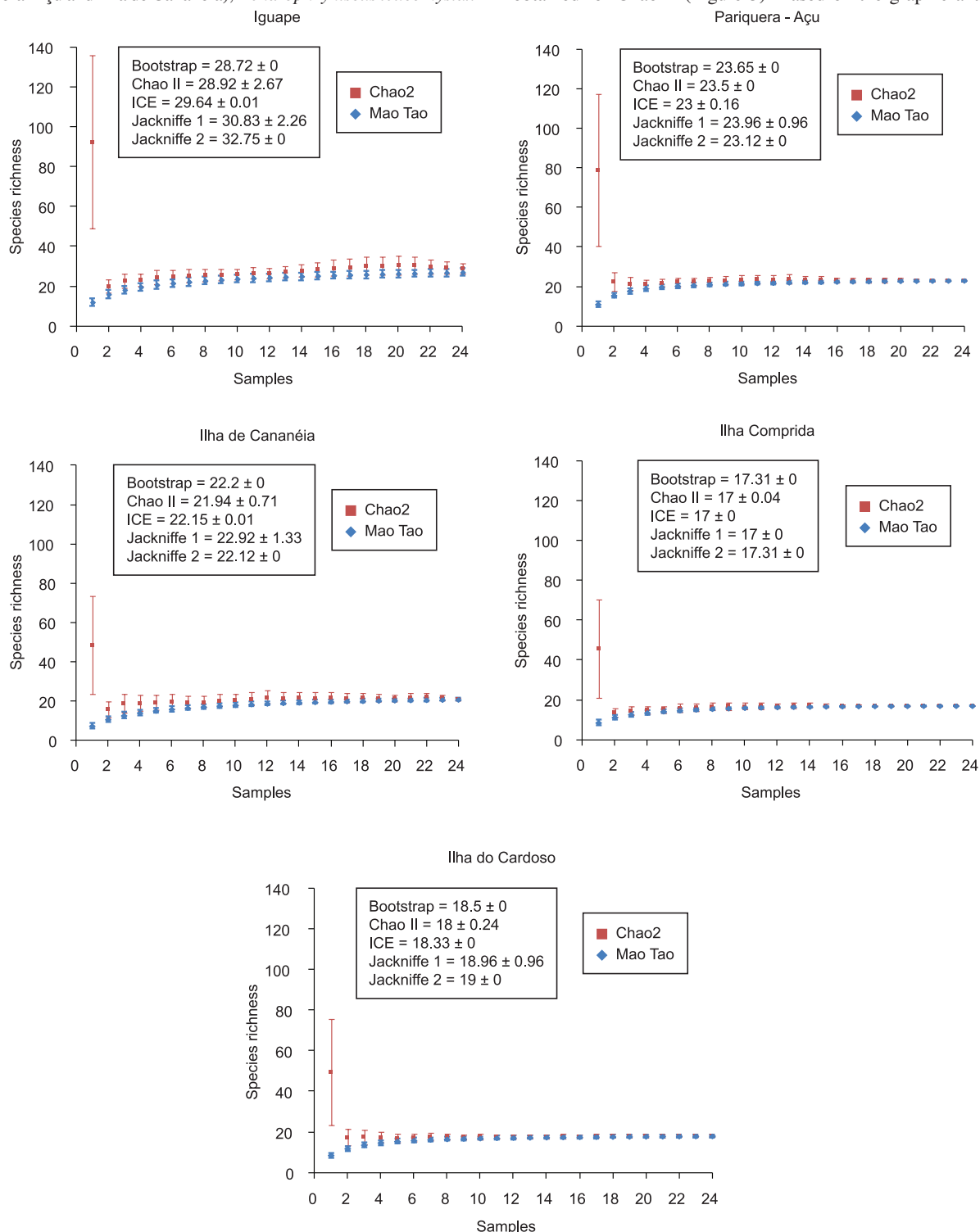
**Figure 2.** Anuran species registered in the Lagamar Paulista, São Paulo State, Brazil, a) *Dendrophryniscus leucomytax*, b) *Rhinella icterica*, c) *Rhinella ornata*, d) *Haddadus binotatus*, e) *Aparasphenodon bokermanni*, f) *Dendropsophus berthaltutae*, g) *D. elegans*, h) *D. werner*, i) *Hypsiboas albomarginatus*, j) *H. raniceps*, l) *H. faber*, m) *Itapotihyla langsdorffii*, n) *Scinax argyreornatus*, o) *Scinax litoralis*, p) *Scinax* sp. 1 (aff. alter), q) *Scinax* sp. 2 (aff. alter), r) *Scinax* sp. (aff. berthae), s) *Scinax* sp. (aff. perpusillus), t) *Phyllomedusa distincta*, u) *Trachycephalus mesophaeus*, v) *Physalaemus spiniger*, w) *Leptodactylus bokermanni*, x) *Leptodactylus* sp. (gr. marmoratus), and y) *Chiasmocleis leucosticta*.

**Figura 2.** Espécies de anuros registradas no Lagamar paulista, estado de São Paulo, Brasil, a) *Dendrophryniscus leucomytax*, b) *Rhinella icterica*, c) *Rhinella ornata*, d) *Haddadus binotatus*, e) *Aparasphenodon bokermanni*, f) *Dendropsophus berthaltutae*, g) *D. elegans*, h) *D. werner*, i) *Hypsiboas albomarginatus*, j) *H. raniceps*, l) *H. faber*, m) *Itapotihyla langsdorffii*, n) *Scinax argyreornatus*, o) *Scinax litoralis*, p) *Scinax* sp. 1 (aff. alter), q) *Scinax* sp. 2 (aff. alter), r) *Scinax* sp. (aff. berthae), s) *Scinax* sp. (aff. perpusillus), t) *Phyllomedusa distincta*, u) *Trachycephalus mesophaeus*, v) *Physalaemus spiniger*, w) *Leptodactylus bokermanni*, x) *Leptodactylus* sp. (gr. marmoratus) e y) *Chiasmocleis leucosticta*.

Only 11 species were captured with pitfall traps with drift fences (Table 2) representing approximately 34% of the total diversity of species recorded in all sites sampled. Some species were recorded in some study sites only with this method: *Chiasmocleis leucostica* (Pariquera-Açu and Ilha de Cananéia), *Dendrophryniscus leucomystax*

(Ilha Comprida), *Leptodactylus* sp. (gr. *marmoratus*) (Iguape) and *Scinax littoralis* (Ilha de Cananéia).

The analysis of the accumulated species curve indicated an asymptote only for Ilha Comprida, which was confirmed by the values obtained for Chao II (Figure 3). Based on the graphic analysis of



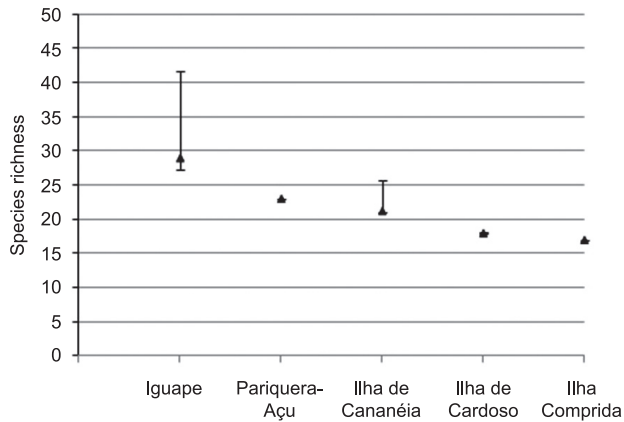
**Figure 3.** Species accumulation curve (Mao Tau) of each studied areas and corresponding richness values estimated by Chao II. Vertical bars correspond to standard deviations of observed species richness. Next to each figure final richness values estimated by Jackknife I, Jackknife II, Bootstrap, and Chao II and their corresponding standard deviations values.

**Figura 3.** Curva de acumulação de espécies (Mao Tau) obtida para as áreas estudadas e os valores estimados por Chao II. Barras verticais correspondem aos valores de desvio-padrão obtidos. Ao lado de cada gráfico os valores finais e seus respectivos desvios-padrões estimados por Jackknife I, Jackknife II, Bootstrap e Chao II.



Chao II average values and their corresponding confidence intervals, a significant difference was observed among study sites regarding species richness, except for Ilha de Cananéia and Pariqueira-Açu (Figure 4).

Eight species (25%) occurred in all study sites (Table 2). Other species were recorded only in the study sites on the mainland or only on the islands. The species recorded exclusively on the mainland were: *Rhinella icterica*, *Dendropsophus elegans*, *D. microps*, *Hypsiboas raniceps*, *Scinax hayii*, and *Crossodactylus caramaschii*. The two latter were found only in the municipality of Iguape



**Figure 4.** Richness obtained through Chao II estimator and their corresponding confidence intervals (95%) obtained for each locality during the study.

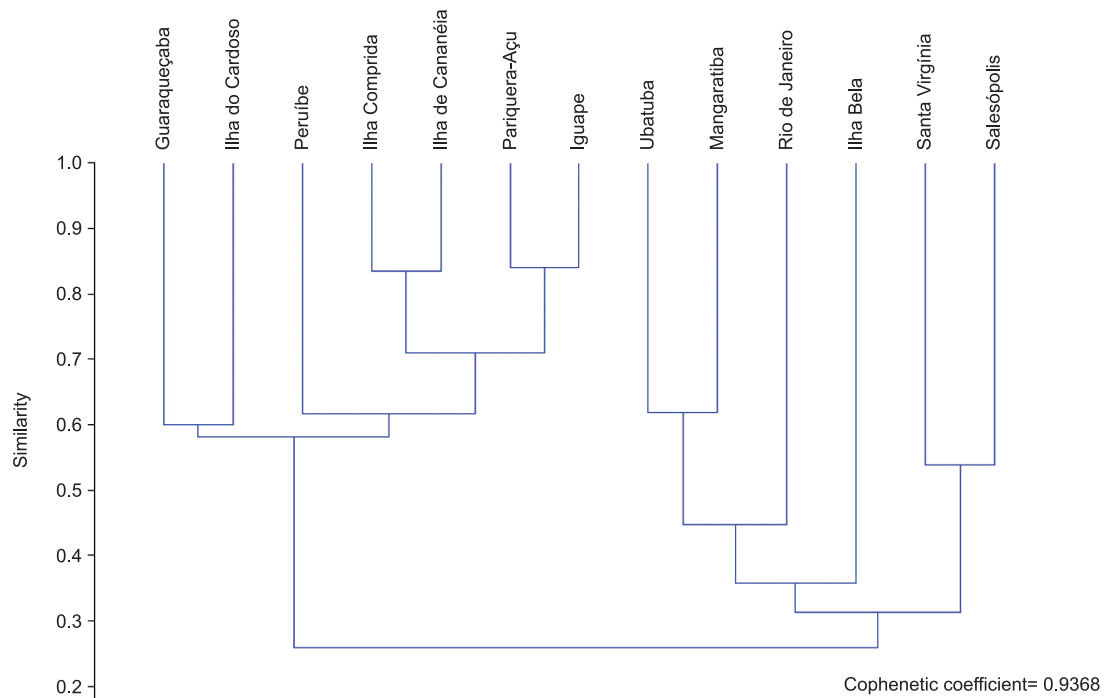
**Figura 4.** Riqueza obtida por meio do estimador Chao II e seu respectivo intervalo de confiança (95%) para cada localidade estudada do Lagamar paulista.

(Table 2). The species recorded only on the islands were: *Dendropsophus decipiens* (Ilha do Cardoso), *Itapotihyla langsdorffii* (Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia, and Ilha Comprida) and *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*) (Ilha do Cardoso and Ilha de Cananéia) (Table 2).

Compared to other areas, the cluster analysis revealed two distinct groups, one consisting of the study sites and other southern São Paulo coastal areas, and another composed of nearby municipalities and the coast of northern São Paulo and Rio de Janeiro. In the group composed of the study areas, two groups are observed, one comprising the Ilha do Cardoso, with a composition of anurans more similar to that of Guaraqueçaba, in the adjacent Paraná state, and another consisting of the islands of Cananéia-Comprida and Iguape-Pariqueira-Açu. A division regarding the composition of anuran species was observed between the insular and continental habitats examined. The similarity between these two sites and the anuran fauna of the ecological reserve Juréia-Itatins, (approximately 100 km away) was higher than the similarity of these sites with the Ilha do Cardoso (Figure 5) (approximately 130 km away from the ecological reserve Juréia-Itatins).

## Discussion

Hylidae was the richest family in all studied sites surveyed in the present study. This was expected, since this pattern has also been found in most studies on Brazilian anuran communities (e.g., Bertoluci & Rodrigues 2002, Prado et al. 2005, Brasileiro et al. 2005, Zina et al. 2007), as well as throughout the Neotropics (Doan & Arriaga 2002, Álvarez et al. 2009, Laurencio 2009, Ortega-Andrade et al. 2010). Hylidae is one of the most species-rich families of amphibians, with approximately 900 species currently recognized (Wiens et al. 2010, Frost, 2011). Hylids occur in most continents, but most species and genera are found in the Neotropics



**Figure 5.** Dendrogram constructed based on the Sorensen Similarity Index for the study sites in the Lagamar Paulista, São Paulo state, and compared areas on the southeastern coast of Brazil (UPGMA).

**Figura 5.** Dendrograma resultante da análise de agrupamento (método de ligação UPGMA) baseado no índice de similaridade de Sorensen entre as áreas estudadas e comunidade de anuros de áreas costeiras do sudeste brasileiro.



(Wiens et al. 2010, Frost, 2011). The New World hylids are very diverse morphologically and ecologically (Wells, 2007) and exhibit a great diversity of reproductive modes (Haddad & Prado, 2005). These traits, combined with their arboreal habits, allow them to occupy many different habitats, which might explain the dominance of this family in number of species in several communities in the Neotropics.

The low species richness obtained using pitfall traps with drift fences was expected, given the limitations imposed by this method (Cechin & Martins 2000), such as its inefficiency to capture arboreal species. According to Rocha et al. (2004), only a small fraction of anurans in open sandy coastal plains seems to move on the ground, as a result the pitfall traps method seems to be inefficient to survey anuran species in these environments. However, our records of some terrestrial species and those with explosive reproduction (e.g., *Chiasmocleis leucosticta* - see Haddad & Hödl 1997, and *Dendrophryniscus leucomystax* - see Zina 2010) support the importance of pitfall traps as a secondary method associated with active search at the reproductive sites (Cechin & Martins 2000).

The record of species with explosive reproduction may be favored by the formation of temporary or semi-permanent water bodies for a short period of time (after rains), which drain very fast due to the sandy soil. The absence of some of these species (e.g., *C. leucosticta* and *Trachycephalus mesophaeus*) in Ilha Comprida may explain the fact that the total richness was only obtained for this site. Additionally, some differences concerning to water bodies characteristics (drainage speed, for instance) among the studied sites may explain this results. To test these hypotheses, it would be necessary to evaluate habitat availability and habitat use for each species, issues that are beyond the scope of this study.

Species accumulation curves have been widely used to make inferences and evaluate the sampling effort in studies of anuran communities (Silva et al. 2008, Santos et al. 2009, Armstrong & Conte 2010), even in experimental studies where the sampling effort is standardized. The use of this analysis is especially important when the anuran community is the study object, since the capture rates of unrecorded species are strongly influenced by abiotic factors (Bertoluci 1998, Bertoluci & Rodrigues 2002, Zina et al. 2007). This in turn reinforces the need of long-term studies to achieve the total richness of anuran species.

The richness indices observed for the study sites revealed higher values in continental areas. This result is very common in studies comparing islands and continents (MacArthur & Wilson 1967, Centeno et al. 2008, Silva et al. 2008) and agrees with the theory of island biogeography proposed by MacArthur & Wilson (1967). These differences in species richness may result from the way the islands were formed and the habitats that are available for the establishment and/or maintenance of a given population. To test these hypotheses, it would be necessary to evaluate habitat availability and habitat use for each species, as well as species' migration capacity, issues that are beyond the scope of this study.

Among the species that occurred exclusively on the islands, *Scinax* cf. *perpusillus* inhabits bromeliads and is a member of a group of three out of nine species that are endemic to insular habitats: *Scinax alcatraz*, *S. peixotoi*, and *S. faivovichii* (Brasileiro et al. 2007a,b). The dependence on bromeliads, vegetation typical of sandy coastal plains, during their entire life cycle might have been the factor responsible for the isolation of populations in flooded habitats during processes of marine transgression and island formation. The study of island endemic species of the *Scinax perpusillus* group using molecular markers is essential to understand the processes and selective pressures that led to the isolation and later speciation of their members.

The analysis of the similarity index revealed a clear distinction between anuran communities of the coastal regions of north and south of São Paulo state. Geological and climatic processes and their distinct results along the coast of São Paulo state might be responsible for this dichotomy. According to Fitzpatrick et al. (2009), more recent vicariant events, to which the southern region of São Paulo state was subjected, could be responsible for the formation of two well-defined clades (north and south) of frog species in the genus *Thoropa*. According to these authors, these results support the fact that the Atlantic rainforest has had very different landscape dynamics along the southeast coast due to climatic and geologic events from the Pleistocene to the present.

The formation of another interesting cluster, consisting of two distinct groups: continental (Pariquera-Açu and Iguape) and insular (Ilha de Cananéia and Ilha Comprida), might be due to the way these two islands were formed.

Five geologic events formed the coastal region of Cananéia and Iguape (Suguio & Martin 1978). Approximately 120,000 years ago, the sea rose 8 m above the current level during the Cananéia Transgression (Pleistocene Transgression). This event isolated the islands of the Lagamar estuarine complex. The second stage is represented by a regressive phase (Pleistocene Regression), when sediments began to be deposited as beach ridges. During this phase, the Ilha Comprida and Ilha de Cananéia grew and were defined as barrier islands, especially the former one. In the third stage (approximately 17,000 years ago), the sea level was 110 m below the current one. At this time, Ilha de Cananéia and Ilha Comprida gradually became connected, possibly through the Lage do Argolão, a surface of continuous rock, currently submersed. The Ilha de Cananéia, however, remained isolated from the mainland due to erosion of deposits of the Cananéia Formation by rivers. In the fourth stage, the sea level rose again (3.5 m - Santos Transgression), isolating the islands. In the fifth stage, the sea level stabilized at its current level. Thus, it is very likely that during the entire process in which the complex was formed, exchanges of individuals between populations of anuran species occurred between Ilha Comprida and Ilha de Cananéia. It is also possible that one given species present only on one of the islands colonized the other one via Lage do Argolão. Such events could explain the similarity in species composition between the Ilha de Cananéia and Ilha Comprida and the formation of an isolated group of island communities. Again, studies using molecular markers and estimations of time divergence between lineages would be useful to test such hypotheses.

Ilha do Cardoso has the highest elevations among the three islands examined in the study. Most of this island consists of Pre-Cambrian rocks (Suguio & Tesser 1992). The effects of marine regression and transgression on the anuran community of this island might have been differentiated. It is possible that during regressive processes, bridges between the Ilha do Cardoso and coastal areas of Paraná state enabled the contact between the anuran fauna of sandy coastal plains of these two areas, which could explain their similarity, as opposed to the similarity observed between Ilha do Cardoso and other areas of the Lagamar complex.

Seven species registered during this study are restricted or partially restricted to coastal areas in south and southeast Brazil [*Aprasphenodon bokermanni*, *Dendrophryniscus leucomystax*, *Dendropsophus berthelutzae*, *Scinax argyrognathus*, *Scinax littoralis*, *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*), and *Physalaemus spiniger*] (Frost, 2011). One of them [*Scinax* sp. (aff. *perpusillus*)] is restricted to the municipalities of the Lagamar Paulista. Our results showed that a small area of the Brazilian coast, located in the most developed region, can harbor a unique frog fauna, which might be threatened by the unplanned human occupation.

Although species richness and composition can be successfully used as tools to explain some ecological patterns, they are still insufficient parameters to support hypothesis that can explain the way a community is or was structured in insular habitats. Studies focusing on multiple aspects, such as the natural history of species, community ecology, molecular biology, and geographic history are needed to further investigate the hypotheses proposed in this study.

## Acknowledgements

The authors are grateful to Sarah Piacentini Pinheiro, Ariadne Sabbag, André Teixeira da Silva, Selmo Bernardo, Cláudio Bernardo, Fábio Perin de Sá, Thais R. Costa, Crislei Rodrigues and Victor Dill for assistance in the field. To Denise Rossa-Feres and Hélio R. Silva for valuable suggestions on earlier drafts of this manuscript. We would like to acknowledge FAPESP (process # 06/55482-6, 01/13341-3, 08/50928-1, and JP 09/12013-4) and CNPq (process # 471106/2010-0 and research fellowship to CFBH) for financial support.

## References

- ÁLVAREZ, B.B., GARCÍA, J.A.R., CÉSPEDEZ, J.A., HERNANDO, A.B., ZARACHO, V.H., CALAMANTE, C.C. & AGUIRRE, R.H. 2009. Herpetofauna, provinces of Chaco and Formosa, Chaco Oriental region, north-eastern Argentina. *Check List* 5(1):74-82.
- ARMSTRONG, C.G. & CONTE, C.E. 2010. Taxocenose de anuros (Amphibia: Anura) em uma área de Floresta Ombrófila Densa no sul do Brasil. *Biota Neotrop.* 10(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n1/pt/fullpaper?bn00610012010-pt> (último acesso em 09/04/2011).
- BERTOLUCI, J. 1998. Annual patterns of breeding activity in Atlantic Rainforest anurans. *J. Herpetol.* 32(4):607-61. <http://dx.doi.org/10.2307/1565223>
- BERTOLUCI, J. & RODRIGUES, M.T. 2002. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Pap. Avul. Zool.* 42(11):287-297.
- BRASILEIRO, C.A., OYAMAGUCHI, H.M. & HADDAD, C.F.B. 2007a. A new island species of *Scinax* (Anura; Hylidae) from Southeastern Brazil. *J. Herpetol.* 41(2): 271-275. [http://dx.doi.org/10.1670/0022-1511\(2007\)41\[271:ANISOS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1670/0022-1511(2007)41[271:ANISOS]2.0.CO;2)
- BRASILEIRO, C.A., HADDAD, C.F.B., SAWAYA, R.J. & MARTINS, M. 2007b. A new threatened species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from Queimada Grande island, southeastern Brazil. *Zootaxa* 1391:47-55.
- BRASILEIRO, C.A., HADDAD, C.F.B., SAWAYA, R.J. & SAZIMA, I. 2007c. A new and threatened island-dwelling species of *Cycloramphus* (Anura: Cycloramphidae) from southeastern Brazil. *Herpetologica* 63(4):501-510. [http://dx.doi.org/10.1655/0018-0831\(2007\)63\[501:ANATIS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1655/0018-0831(2007)63[501:ANATIS]2.0.CO;2)
- BRASILEIRO, C.A., SAWAYA, R.J., KIEFER, M.C. & MARTINS, M. 2005. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00405022005> (último acesso em 05/03/2011).
- CARVALHO-E-SILVA, A.M.T., SILVA, G.R. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2008. Anuros da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Biota Neotrop.* 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?inventory+bn02608012008> (último acesso em 03/05/2011)
- CASTANHO, L. 2000. História Natural de uma comunidade de anuros da região de Guaraqueçaba, litoral norte do Estado do Paraná. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- CECHIN, S.Z. & MARTINS, M. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Rev. Brasil. Zool.* 17(3):729-740.
- CENTENO, F.C. 2008. Diversidade e uso do ambiente pelos anfíbios e répteis da ilha de São Sebastião, Ilhabela, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CENTENO, F.C., SAWAYA, R.J. & MARQUES, O.A.V. 2008. Snake assemblage of Ilha de São Sebastião, southeastern Brazil: comparison to mainland. *Biota Neotrop.* 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/fullpaper?bn00608032008+en> (último acesso em 03/05/2011).
- COGLIATTI-CARVALHO, L., FREITAS, A.F.N., ROCHA C.F.D. & VAN-SLUYS, M. 2001. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Rev. Brasil. Bot.* 24(1):1-9.
- COLWELL, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. versão 6.5.0. User's Guide. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- DIAMOND, J.M. 1975a. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biol. Conserv.* 7(2):129-145. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207\(75\)90052-X](http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207(75)90052-X)
- DIAMOND, J.M. 1975b. Assembly of species communities. In *Ecology and Evolution of communities* (M.L. Cody & J.M. Diamond, eds). Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, London, p.342-444.
- DIAS, E.J.R. & ROCHA, C.F.D. 2005. Os Répteis nas restingas do Estado da Bahia: pesquisa e ações para sua conservação. Instituto Biomas, Rio de Janeiro, 36p.
- DIAS, E.J., ROCHA, C.F.D. & VRCIRBRADIC, D. 2002. A new *Cnemidophorus* (Squamata; Teiidae) from Bahia State, Northeastern Brazil. *Copeia* 4:1070-1077. [http://dx.doi.org/10.1643/0045-8511\(2002\)002\[1070:NCSTFB\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1643/0045-8511(2002)002[1070:NCSTFB]2.0.CO;2)
- DOAN, T.M. & ARRIAGA, W.A. 2002. Microgeographic variation in species composition of the herpetofaunal communities of Tambopata region, Peru. *Biotropica* 34(1):101-117.
- FITZPATRICK, S., BRASILEIRO, C.A., HADDAD, C.F.B. & ZAMUDIO, K.R. 2009. Variation in genetic structure of an Atlantic coastal Forest frog reveals regional differences in habitat stability. *Mol. Ecol.* 18:2877-2896. PMID:19500257. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-294X.2009.04245.x>
- FREITAS, A.F.N., COGLIATTI-CARVALHO, L., VAN-SLUYS, M. & ROCHA, C.F.D. 2000. Distribuição espacial de bromélias na restinga de Jurubatiba. *Acta. Bot. Bras.* 14(1):175-180.
- FROST, D.R. 2011. Amphibian Species of the World 5.5, an Online Reference. <http://www.research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> (último acesso em 07/01/2011).
- GIASSON, L.O. 2008. Atividade sazonal e uso de ambiente por anfíbios da Mata Atlântica do alto da Serra do Mar. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- GILLESPIE, G., HOWARD, S., LOCKIE, D., SCROGGIE, M. & BOEADI. 2005. Herpetofaunal richness and community structure of offshore islands of Sulawesi, Indonesia. *Biotropica* 37(2):279-290. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00038.x>
- HADDAD, C.F.B. & HÖDL, W. 1997. New reproductive mode in anurans: bubble nest in *Chiasmocleis leucosticta* (Microhylidae). *Copeia* (3):585-588. <http://dx.doi.org/10.2307/1447563>
- HADDAD, C.F.B. & PRADO, C.P.A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *BioScience* 55:207-217. [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0207:RMIFAT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0207:RMIFAT]2.0.CO;2)
- HARTMANN, M.T. 2004. Biologia reprodutiva de uma comunidade de anuros (amphibia) na Mata Atlântica (Picinguaba, Ubatuba, SP). Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- HEYER, W.R., DONNELLY, M.D., MACDIARMID, R.W., HAYEK, L.C. & FOSTER, M.S. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, London.
- HEYER, W.R., RAND, A.S., CRUZ, C.A.G., PEIXOTO, O.L. & NELSON, C.E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arq. Zool.* 31:231-410.
- IZECKSOHN, E. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2001. Anfíbios do Município do Rio de Janeiro. Editora da UFRJ, Rio de Janeiro.
- LAMPARELLI, C.C. 1999. Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo. Páginas & Letras, São Paulo.
- LAURENCIO, D. 2009. Amphibians and reptiles from Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco, province of Puntarenas, Costa Rica. *Check List* 5(3):446-459.

- LEIBOLD, M.A. & MIKKELSON, G.M. 2002. Coherence, species turnover and boundary clumping: elements of metacommunity structure. *Oikos* 97(2):237-250. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0706.2002.970210.x>
- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton.
- MAGALHÃES, N.W. 2003. Descubra o Lagamar: pólo de ecoturismo Vale do Ribeira-Lagamar. Terragraph artes e informática, São Paulo.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1978. Comprida Island: Um exemplo de ilha-barreira ligado às flutuações do nível marinho durante o Quaternário. In: Congresso Brasileiro de Geologia. Sociedade Brasileira de Geologia, Recife, p.905-912.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1989. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (North of State of Rio de Janeiro). In: International Symposium on Global changes in South America during the Quaternary Past-Future. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, São Paulo. p.1-136. (Special Publ., no.2).
- NARVAES, P., BERTOLUCI, J. & RODRIGUES, M.T. 2009. Anurofauna da Floresta de Restinga da Estação Ecológica Juréia-Itatins, Sudeste do Brasil: composição de espécies, uso de habitat e estações reprodutivas. *Biota Neotrop.* 9(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/pt/fullpaper?bn02009022009+en> (último acesso em 07/01/2011).
- ORTEGA-ANDRADE, H.M., BERMINGHAM, J., AULESTIA, C. & PAUCAR, C. 2010. Herpetofauna of the Bilsa Biological Station, province of Esmeraldas, Ecuador. *Check List* 6(1):119-154.
- OSSES, F., MARTINS, E.G. & MACHADO, G. 2008. Oviposition site selection by the bromeliad-dweller harvestman *Bourguyia hamata* (Arachnida: Opiliones). *J. Ethol.* 26:233-241. <http://dx.doi.org/10.1007/s10164-007-0054-z>
- POMBAL JUNIOR, J.P. & BASTOS, R.P. 2003. Vocalizações de *Scinax perpusillus* (A. Lutz & B. Lutz) e *S. arduous* (Peixoto), como comentários taxonômicos. *Rev. Brazil. Zool.* 20(4):607-610.
- PRADO, C.P., UETANABARO, M. & HADDAD, C.F.B. 2005. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia* 26(2):211-221.
- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S. & VAN SLUYS, M. 2003. A Biodiversidade nos Grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica. Insitutu Biomas & Conservation International Brasil, Editora Rima, 160p.
- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., VAN SLUYS, M., ALVES, M.A.S. & JAMEL, C.E. 2007. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. *Braz. J. Biol.* 67(2):263-273. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000200011>
- ROCHA, C.F.D., HATANO, F.H., VRCIBRADIC, D. & VAN-SLUYS, M. 2008. Frog species richness, composition and b-diversity in coastal Brazilian restinga habitats. *Braz. J. Biol.* 68(1):109-115. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000100015>
- ROCHA, C.F.D., VAN SLUYS, M., BERGALLO, H.G. & ALVES, M.A.S. 2005. Endemic and threatened tetrapods in the restingas of the biodiversity corridors of Serra do Mar and the Central da Mata Atlântica in the eastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 65(1):159-168. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842005000100019>
- ROCHA, C.F.D., VAN SLUYS, M., HATANO, F.H., BOQUIMPANE-FREITAS, L., MARRA, R.V. & MARTINS, R.V. 2004. Relative efficiency of anuran sampling methods in a restinga habitat (Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil). *Braz. J. Biol.* 64(4):879-884. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842004000500018>
- SANTOS, A.J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies. In Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre (L. Cullen Junior, R. Prudan & C. Valladares-Pádua, eds.). Editora UFPR, Curitiba, p.19-41.
- SANTOS, T.G., VASCONCELOS, T.S., ROSSA-FERES, D.C. & HADDAD, C.F.B. 2009. Anurans of a seasonally dry tropical forest: Morro do Diabo State Park, São Paulo state, Brazil. *J. Nat. Hist.* 43:973-993.
- SÃO PAULO. 2008. Plano de manejo - Parque Estadual da Campina do Encantado. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; Instituto Florestal; Fundação Floresta, São Paulo.
- SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Ann. Bot.* 90:517-524. PMid:12324276. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcf189>
- SILVA, H.R. & ALVES-SILVA, R. 2008. New coastal and insular species of the bromeligenous *Scinax perpusillus* group, from the State of Rio de Janeiro, Brazil (Anura, Hylidae). *Zootaxa* 1914:34-44.
- SILVA, H.R., CARVALHO, A.L.G. & BITTENCOURT-SILVA, G.B. 2008. Frogs of Marambaia: a naturally isolated Restinga and Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/fullpaper?bn01808042008+en> (último acesso em 07/03/2011).
- SILVA-SOARES, T., HEPP, F.S.F.S., COSTA, P.N., LUNA-DIAS, C., GOMES, M.R., CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2010. Anfíbios anuros da RPPN Campo Escoteiro Geraldo Hugo Nunes, Município de Guapimirim, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *BiotaNeotrop.* 10(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n2/pt/fullpaper?bn01210022010+pt> (último acesso em 01/07/2010).
- SUGUIO, K. 1992. Dicionário de Geologia Marinha. T. A. Queiroz Ltda.
- SUGUIO, K. & MARTINS, L. 1978. Formações Quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- SUGUIO, K., TATUMI, S.H., KOWATA, E.A., MUNITA, C.S. & PAIVA, R.P. 2003. Upper Pleistocene deposits of the Comprida Island (São Paulo State) dated by thermoluminescence method. *An. Acad. Bras. Ci.* 75:91-96.
- SUGUIO, K. & TESSLER, M.G. 1992. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). Universidade de São Paulo, São Paulo. (Publicação Especial Instituto Oceanográfico, no.9).
- ZALUAR, H.L.T. & SCARANO, F.R. 2000. Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. In Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras (F.A. Esteves & L.D. Lacerda, eds.). NUPEM/UFRJ, Macaé, p.3-23.
- ZAR, J. 1996. Biostatistical analysis. Upper Saddle River Prentice Hall, New Jersey.
- ZINA, J. 2010. Estudo comparativo da taxocenose de anuros de quatro Municípios do Lagamar Paulista. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- ZINA, J., ENNSER, J., PINHEIRO, S.C.P., HADDAD, C.F.B. & TOLEDO, L.F. 2007. Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 7(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn00607022007> (último acesso em 03/05/2011).
- WATANABE, S., ORTEGA, N.R.S., FERIA AYTA, W.E., COAQUIRA, J.A.H., CORTEZÃO, S.U. & ARENAS, J.S.A. 1997. TL dating of sand from Cananéia Island. *Radiat. Meas.* 27(2):371-376., K.D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. The University of Chicago Press, Chicago.
- WELLS, K.D. 2007. The Ecology and behavior of amphibians. The University of Chicago Press, Chicago.
- WIENS, J.J., KUCZYNSKI, C.A., HUA, X. & MOEN, D.S. 2010. An expanded phylogeny of treefrogs (Hylidae) based on nuclear and mitochondrial sequence data. *Mol. Phylogenet. Evol.* 55:871-882. PMid:20304077. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2010.03.013>
- WOLDA, H. 1981. Similarity Indexes, sample-size and diversity. *Oecologia* 50(3):296-302. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00344966>

Received 26/09/2011  
 Received 25/02/2012  
 Accepted 28/03/2012

***Miambera miae* n. gen., n. sp. from southern Brazil  
(Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae)**

**Trond Andersen<sup>1</sup> & Humberto Fonseca Mendes<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Natural History, University Museum of Bergen, University of Bergen,

P.O. Box 7800, N-5020, Bergen, Norway, e-mail: [trond.andersen@zmb.uib.no](mailto:trond.andersen@zmb.uib.no)

<sup>2</sup>Centro de Ciências Naturais e Humanas – CCNH, Universidade Federal do ABC – UFABC,  
Av. dos Estados, 5001, Bloco A, Torre 3, 6 andar, Bairro Bangu, CEP 09210-580, Santo André - SP, Brazil

<sup>3</sup>Corresponding author: Humberto Fonseca Mendes, e-mail: [orthoclaadiinae@gmail.com](mailto:orthoclaadiinae@gmail.com)

ANDERSEN, T. & MENDES, H.M. *Miambera miae* n. gen., n. sp. from southern Brazil (Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae). Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn01312012012>

**Abstract:** *Miambera miae* n. gen., n. sp. is described and figured based on adult males from Mata Atlântica in southern Brazil. This genus can be separated from other Orthoclaadiinae based on the combination of hairy eyes; antenna with strong, subapical seta; decumbent acrostichals in the anterior third of scutum; bare wing and squama;  $R_{4+5}$  ending proximal to  $M_{3+4}$ ; anal point lacking; and tuft of strong, flattened macrotrichia on low, dorsal protuberance of tergite IX.

**Keywords:** Chironomidae, Orthoclaadiinae, *Miambera*, new genus, new species, Brazil, Neotropical region, Mata Atlântica.

ANDERSEN, T. & MENDES, H.M. *Miambera miae* n. gen., n. sp. do sul do Brasil (Diptera: Chironomidae: Orthoclaadiinae). Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn01312012012>

**Resumo:** *Miambera miae* n. gen., n. sp. é descrito e ilustrado com base em machos adultos coletados na Mata Atlântica do sul do Brasil. Este gênero pode ser separado dos demais Orthoclaadiinae com base na combinação de olhos com pelos entre os omatídeos; antena com seta subapical desenvolvida; acrosticais decumbentes no terço anterior do escudo; asas e *squama* nuas;  $R_{4+5}$  terminando proximal em relação ao ápice de  $M_{3+4}$ ; ponta anal ausente e macrotríquios longos e achatados numa pequena protuberância dorsal do tergito IX.

**Palavras-chave:** Chironomidae, Orthoclaadiinae, *Miambera*, gênero novo, espécie nova, Brasil, região Neotropical, Mata Atlântica.



## Introduction

In their catalog of the Neotropical and Mexican chironomids Spies & Reiss (1996) listed seven species of Orthoclaadiinae belonging to five genera from Brazil. Today nearly 100 species of orthoclaads have been described or recorded from Brazil and several new genera have been added (see Mendes & Pinho 2011). However, many new Brazilian Orthoclaadiinae species still await description. When collecting in Brazil many of the orthoclaids encountered do not readily fit into any described genus and below we describe one of these species showing unique character combinations, placing it in a new genus.

## Material and Methods

The specimens were mounted in Canada Balsam following the procedures outlined by Sæther (1969). The general morphology follows Sæther (1980).

The types will be deposited in Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) and in The Department of Natural History, University Museum of Bergen, University of Bergen, Bergen, Norway (ZMBN).

## Miambera new genus

**Type species:** *Miambera miae* new species

**Etymology:** Named after the senior author's four year old grand daughter Mia Rieber-Mohn for all her "help" and suggestions while drawing the species; and *mberui*, from Tupi meaning midge, mosquito; meaning Mia's midge. Gender of the genus name: feminine.

**Diagnostic characters:** The combination of hairy eyes; antenna with strong, subapical seta; decumbent acrostichals in the anterior third of scutum; bare wing and squama;  $R_{4+5}$  ending proximal to  $M_{3+4}$ ; anal point lacking; and tuft of strong, flattened macrotrichia on low dorsal protuberance of tergite IX will separate the genus from all other Orthoclaadiinae.

**Description:** Small sized species, wing length 0.74-0.86 mm.

**Head.** Eye hairy, reniform, without dorsomedian extension. Antenna with ten flagellomeres, in some specimens division of ultimate flagellomere is indicated giving an eleven segmented antenna; sensilla chaetica present on flagellomeres 3 and ultimate; groove beginning at flagellomere 2; plume sparse; with strong subapical seta. Palpomeres normal, third palpomere widened in middle portion, with few sensilla clavata in sensillum coeloconicum. Temporal setae in single row, inner verticals weak, outer verticals strong, postorbitals absent. Frontal tubercle absent. Tentorium and stipes normal. Cibarial pump with anterior margin weakly concave. Clypeus with few setae. **Thorax.** Anteprenotum reduced, with lobes widely separated at anterior margin of scutum. Acrostichals decumbent, apparently uniserial, in anterior third of scutum; dorsocentrals simple, uniserial; prealars simple; supraalar absent. Scutellum with few setae in a single row.

**Wing.** Membrane without setae, with fine punctuation, microtrichia visible at 400 times magnification. Anal lobe absent. Costa slightly extended, false vein reaching wing tip;  $R_{2+3}$  ending half way between  $R_1$  and  $R_{4+5}$ ;  $R_{4+5}$  ending proximal to  $M_{3+4}$ ; FCu distal to RM;  $Cu_1$  sinuous. Brachiolium with 1 seta, other veins bare. Squama bare. Sensilla campaniformia about 9 basally, 4 apically, and 5 above seta on brachiolium; 1 on RM; and 1 basally on  $R_1$ .

**Leg.** Tibial spurs and comb normal. Tarsal pseudospurs and sensilla chaetica absent. Pulvilli vestigial.

**Abdomen.** Abdominal setation reduced. Tergite I with few strong median setae, tergites II-VIII with anterior and posterior irregular

rows of few strong setae. Sternite I-III bare, sternite IV without or with single strong median seta, sternite V-VII with single to few strong median setae, sternite VIII with few scattered strong setae.

**Hypopygium.** Anal point lacking; tergite IX with tuft of strong, flattened macrotrichia on low, dorsal protuberance and with few setae to each side of dorsal protuberance; laterosternite IX with few setae. Apodemes strongly sclerotized. Phallapodeme and aedeagal lobe well developed. Transverse sternapodeme curved, with strongly developed oral projections. Virga consisting of single, strong, spine-like sclerite. Gonocoxite with well developed inferior volsella with strongly sclerotized, hook-like projection and posterior rounded lobe with weak marginal setae. Gonostylus narrow, covered with long, thin macrotrichia; megaseta normal.

*Female, pupa and larva.* Unknown.

## Systematics

The genus does not key to any specific genus neither in Cranston et al. (1989) nor in Spies et al. (2009); in the latter it will key to couplet 115, if the character hairy eyes is ignored and the eyes considered as bare, it will key to couplet 139.

The genus has such a unique combination of characters that it is difficult to place in any group of genera. The wing resembles that found in the *Pseudosmittia* Edwards group of genera, while the flattened macrotrichia on tergite IX superficially resemble the flattened setae found on the anal point in *Doithrix* Sæther et Sublette and *Pseudorthocladius* Goetghebuer. However, none of the above mentioned genera possess hairy eyes. We therefore refrain from suggesting a placement of the genus until the immature stages and female are known.

## Miambera miae new species

**Type material:** Holotype male: BRAZIL, Santa Catarina State, Urubici, Morro da Igreja, 28° 07.620' S and 49° 28.788' W, 18.ix-05.xii.2004, 1822 m a.s.l., Malaise trap, L.C. Pinho & L.E.M. Bizzo leg. (MZUSP). Paratypes: 34 males, same data as holotype (MZUSP and ZMBN).

**Etymology:** The species is named after Mia Rieber-Mohn, see etymology for genus name.

**Diagnostic characters:** See diagnostic characters for the genus.

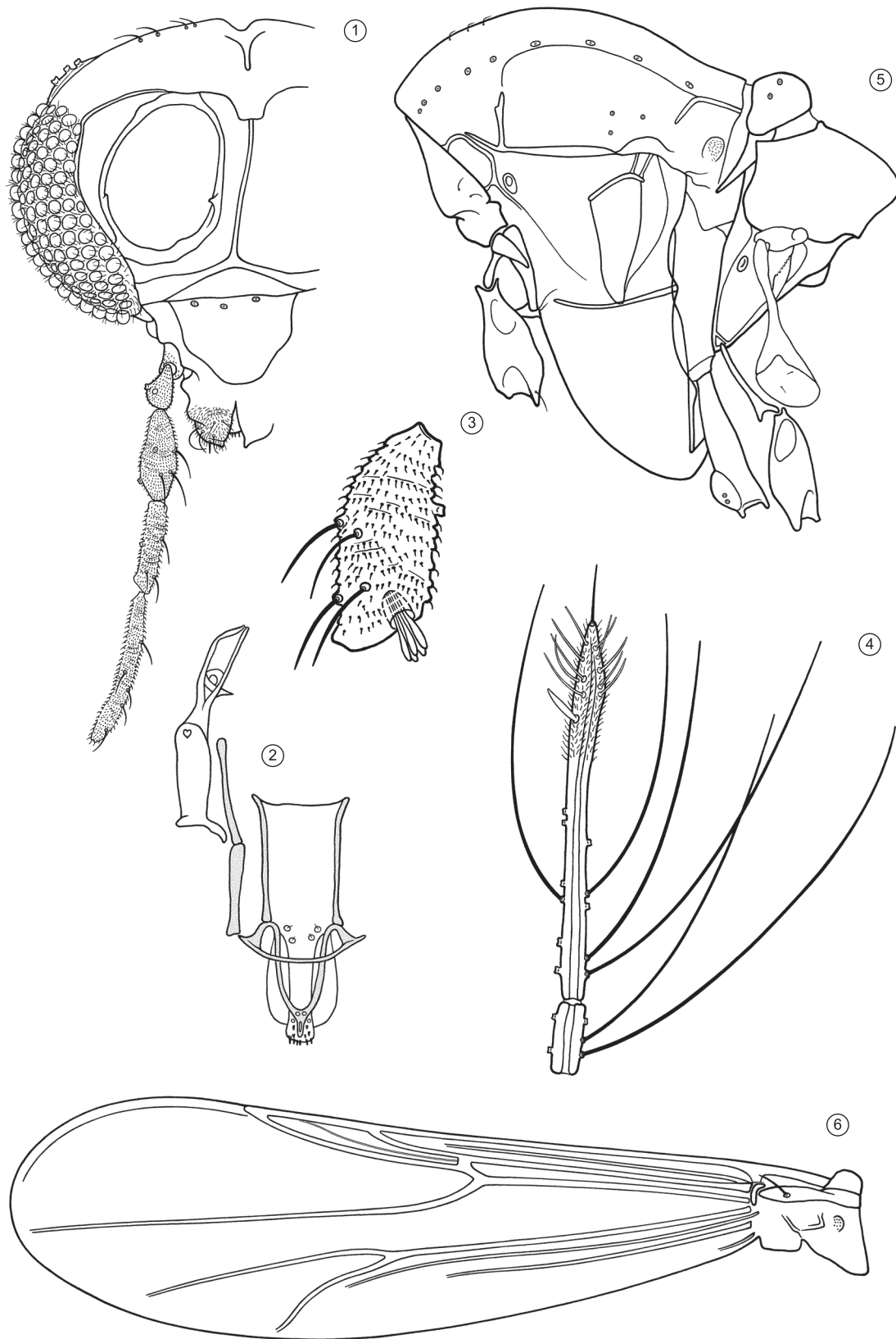
**Description:** *Male* (n = 10, except when otherwise stated).

Total length 1.08-1.26, 1.17 mm. Wing length 746-857, 791 µm. Total length/wing length 1.37-1.59, 1.48 (8). Wing length/length of profemur 2.43-2.96, 2.81.

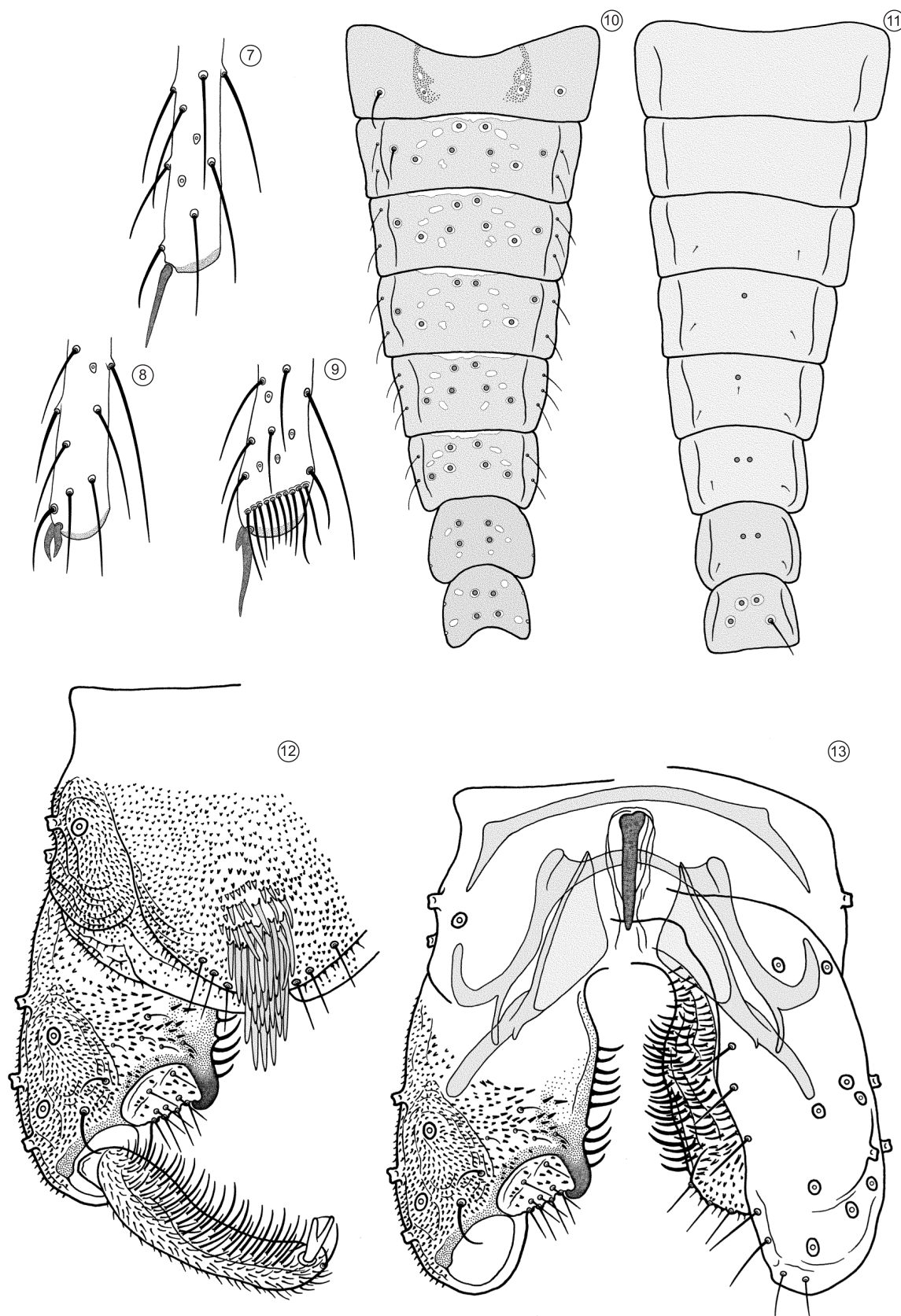
**Coloration.** Brown, without darker markings; palps slightly lighter than body.

**Head** (Figure 1). Antenna (Figure 4) with 10 flagellomeres, AR 0.54-0.65; 0.59 (8), ultimate flagellomere 158-194, 176 (8) µm long; if regarded as with 11 flagellomeres, AR 0.57-0.62 (2), ultimate flagellomere 173-176 (2) µm long; subapical seta 20-36, 29 (9) µm long. Temporal setae 6-7, 6 including 3-4, 3 inner verticals and 3-4, 3 outer verticals. Clypeus with 3-6, 5 setae. Tentorium, stipes, and cibarial pump as in Figure 2. Tentorium 61-84, 71 µm long, 10-15, 13 µm wide; stipes 59-82, 71 µm long, 25 (1) µm wide. Palp segment lengths / widths (in µm): 11-15, 13 / 10-12, 11; 20-29, 25/11-14, 12; 41-50, 44/13-20, 17; 43-57, 49/9-12, 11; 59-88, 76/8-12, 9. Third palpomere (Figure 3) with 4-7, 5 sensilla clavata subapically in sensillum coeloconicum, longest 9-11, 10 µm long.

**Thorax** (Figure 5). Anteprenotum with 1-3, 2 setae. Dorsocentrals 7-10, 8; acrostichals 2-3, 2, decumbent, in anterior third of the scutum,



**Figures 1-6.** *Miambera miae* n. gen., n. sp., male. 1) Head; 2) Tentorium, stipes and cibarial pump; 3) Third palpomere, ventral view; 4) Ultimate flagellomeres of antenna; 5) Thorax; 6) Wing.



**Figures 7-13.** *Miamera miae* n. gen., n. sp., male. 7) Apex of fore tibia; 8) Apex of mid tibia; 9) Apex of hind tibia; 10) Tergites I-VIII; 11) Sternites I-VIII; 12) Hypopygium, dorsal view; 13) Hypopygium with anal point and tergite IX removed, dorsal aspect to the left and ventral aspect to the right.



**Table 1.** Lengths (in  $\mu\text{m}$ ) and proportions of legs of *Miambra miae* n. gen., n. sp. (n = 10).

|    | fe              | ti              | ta <sub>1</sub> | ta <sub>2</sub> | ta <sub>3</sub> | ta <sub>4</sub> |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| p1 | 270-306, 288    | 286-330, 312    | 112-132, 121    | 50-65, 59       | 36-48, 45       | 22-29, 25       |
| p2 | 302-346, 323    | 284-328, 306    | 115-133, 124    | 49-68, 59       | 32-47, 42       | 20-25, 22       |
| p3 | 301-346, 324    | 299-343, 323    | 148-173, 164    | 68-86, 81       | 68-79, 76       | 22-29, 25       |
|    | ta <sub>5</sub> | LR              | BV              | SV              | BR              |                 |
| p1 | 22-27, 25       | 0.37-0.40, 0.38 | 4.37-4.87, 4.62 | 4.75-5.12, 4.89 | 2.6-3.1, 2.9    |                 |
| p2 | 16-25, 21       | 0.38-0.42, 0.41 | 4.93-5.25, 5.09 | 4.84-5.16, 5.01 | 2.2-2.9, 2.5    |                 |
| p3 | 22-29, 24       | 0.47-0.55, 0.51 | 3.67-4.20, 3.91 | 3.70-4.23, 3.94 | 3.2-4.4, 3.7    |                 |

apparently in shallow grooves and sometimes difficult to observe; prealars 3. Scutellum with 4 setae.

*Wing* (Figure 6). VR 1.31-1.39, 1.35. Costal extension 0-16, 8  $\mu\text{m}$  long, with false vein reaching wing tip. Brachiolium with 1 seta, remaining veins and cells bare. Squama bare.

*Legs* (Figures 7-9). Spur of fore tibia 24-32, 28  $\mu\text{m}$  long, spurs of mid tibia 10-16, 12  $\mu\text{m}$  and 9-11, 10  $\mu\text{m}$  long, spurs of hind tibia 27-36, 32  $\mu\text{m}$  and 10-14, 11  $\mu\text{m}$  long. Width at apex of fore tibia 16-21, 19  $\mu\text{m}$ , of mid tibia 18-23, 21  $\mu\text{m}$ , of hind tibia 21-26, 24  $\mu\text{m}$ . Comb with 10-12, 11 setae, longest 21-25, 23  $\mu\text{m}$  long, shortest 15-18, 16  $\mu\text{m}$  long. Length and proportions of legs as in Table 1.

*Abdomen* (Figures 10-11). Strong setae on tergites I-VIII as: 2-4, 4; 2-8, 7; 5-8, 7; 6-8, 7; 6-8, 7; 3-8, 6; 4-6, 5; 4-7, 6. Strong setae on sternites I-VIII as: 0; 0; 0; 0-1, 1; 1-2, 2; 2; 2; 3-6, 5.

*Hypopygium* (Figures 12-13). Tergite IX with tuft of 20-40 strong, flattened macrotrichia and 4-8, 5 weak setae along posterior margin. Laterosternite IX with 2-3, 2 setae. Transverse sternapodeme curved with strong oral projections, 27-39, 34  $\mu\text{m}$  long; phallapodeme 50-60, 55  $\mu\text{m}$  long. Virga composed of single spine, 18-23, 20  $\mu\text{m}$  long. Gonocoxite 83-95, 87  $\mu\text{m}$  long. Gonostylus 43-57, 50  $\mu\text{m}$  long; megaseta 7-9, 8  $\mu\text{m}$  long. HR 1.58-1.95, 1.74. HV 2.14-2.53, 2.31.

## Distribution

The species is known only from its type locality, Morro da Igreja (Urubici) in Santa Catarina State, southern Brazil, where it was collected in a Malaise trap in an area with cloud forest above 1800 meters altitude. The region belongs to the Brazilian Pine (*Araucaria*) Forest endemism region of the Mata Atlântica (Silva & Casteleti, 2003).

## Acknowledgements

We are indebted to Dr. Luiz Carlos Pinho, Universidade Federal de Santa Catarina, for providing us with the material described

above, and to Carlos J. E. Lamas, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo and Dr. Dalton S. Amorim, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo campus Ribeirão Preto for the loan of additional material from the BIOTA-FAPESP project ["Limites geográficos e fatores causais de endemismo na Floresta Atlântica em Diptera" proc. 03/12074-9 within The Biodiversity Virtual Institute Program (www.biota.org)]. Gladys Ramirez made the slide preparations. The study was partly funded through the Brazilian Research Council of São Paulo State (FAPESP 2011/50162-1).

## References

- CRANSTON, P.S., OLIVER, D.R. & SÆTHER, O.A. 1989. The adult males of Orthocladinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region. Keys and diagnoses. In Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 3. Adult males (T. Wiederholm, ed.). Ent. Scand. 34(Suppl.):165-352.
- MENDES, H.F. & PINHO, L.C. 2011. Checklist of the Brazilian Chironomidae species. <https://sites.google.com/site/brazilianchironomids/list> (último acesso 04/11/2011)
- SÆTHER, O.A. 1969. Some Nearctic Podonominae, Diamesinae and Orthocladinae (Diptera: Chironomidae). Bull. Fish. Res. Bd Canada. 107:1-154.
- SÆTHER, O.A. 1980. Glossary of Chironomid morphology terminology (Diptera: Chironomidae). Entomol. Scand. 14(Suppl.):1-51.
- SILVA, J.M.C. & CASTELETI, C.H.M. 2003. Status of the Biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook (C. Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds.). Island Press, Washington, p.43-59.
- SPIES, M. & REISS, F. 1996. Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae (Insecta, Diptera). Spixiana. 22(Suppl.): 61-119.
- SPIES, M., ANDERSEN, T., EPLER, J.H. & WATSON JUNIOR, C.N. 2009. Chironomidae (Non-biting midges). In Manual of Central American Diptera (B.V. Brown, A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado, eds.). NRC Research Press, Ottawa, p.437-480.

Received 10/11/2011

Revised 17/02/2012

Accepted 27/02/2012



## The use of fish in Ilhabela (São Paulo/Brazil): preferences, food taboos and medicinal indications

Milena Ramires<sup>1,2,3,6</sup>, Matheus Marcos Rotundo<sup>3,4</sup> & Alpina Begossi<sup>1,2,5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos – ECOMAR, Universidade Santa Cecília – UNISANTA,

Rua Cesário Mota, 24, Boqueirão, CEP 11045-040, Santos, SP, Brasil

<sup>2</sup>Fisheries and Food Institute – FIFO,

Rua Cesário Mota, 24, Boqueirão, CEP 11045-040, Santos, SP, Brasil

<sup>3</sup>Acervo Zoológico da Universidade Santa Cecília – AZUSC, Universidade Santa Cecília – UNISANTA,

Rua Oswaldo Cruz, 266, Boqueirão, CEP 11045-907, Santos, SP, Brasil

<sup>4</sup>Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca, Instituto de Pesca,

Av. Francisco Matarazzo, 455, CEP 05001-900, São Paulo, SP, Brasil

<sup>5</sup>Laboratório de Capacitação de Pescadores Artesanais para o Manejo da Pesca – CAPESCA/PREAC,

Centro de Memória UNICAMP – CMU, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP,

CP 6023, CEP13083-970, Campinas, SP, Brasil

<sup>6</sup>Corresponding author: Milena Ramires, e-mail: milena.ramires@hotmail.com

RAMIRES, M., ROTUNDO, M.M. & BEGOSSI, A. **The use of fish in Ilhabela (São Paulo/Brazil): preferences, food taboos and medicinal indications.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn00212012012>

**Abstract:** This study was conducted in three communities of artisanal fishermen from Ilhabela, located on the northern coast of São Paulo, Brazil. The objective was to analyze the preferences, taboos and medicinal indications of fish and thus representing one of the interactions of fishermen with fish stocks. Data collection was conducted through interviews with the aid of semi-structured questionnaires. We interviewed 25 families, 29 residents in three communities studied during our fieldwork for data collection. Five interviews were done in Jabaquara Beach, 6 in Fome Beach and 14 Serraria Beach. During the interviews, 18 species were cited as preferred for consumption, 11 species considered to be taboo (food prohibited), 5 species were cited as avoided as food, and 4 species indicated in case of illness. The families of fishermen prefer to consume finfish and do not consume puffer fish, the latter probably due to its toxic characteristic. Fish such as little tunny, largehead hairtail, shark, serra mackerel and king mackerel are avoided by unhealthy people and in cases of wounds, inflammation, pregnancy and postpartum. Other fish, such as sea chubs, silver porgy, bluefish and grouper are reported as medicinal in these situations. Aspects related to fish consumption are part of the knowledge of fishermen and their families and provide a wealth of information that combined to biological information is useful for the conservation of fishery resources. Data such as those presented in this study, regarding the use of aquatic animals for treatment of diseases, could serve as a basis for future studies on substances that contain active elements in curing diseases.

**Keywords:** use of resources, artisanal fishermen, biodiversity, ethnoecology, human ecology.

RAMIRES, M., ROTUNDO, M.M. & BEGOSSI, A. **O uso de peixes em Ilhabela (São Paulo, Brasil): preferências, tabus alimentares e indicações medicinais.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn00212012012>

**Resumo:** Este trabalho foi realizado em três comunidades de pescadores artesanais de Ilhabela, localizadas no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. O objetivo foi analisar as preferências, os tabus e as indicações medicinais dos peixes e, desta forma, representar as interações dos pescadores com os recursos pesqueiros, visando entender os aspectos biológicos e culturais envolvidos. A coleta dos dados foi realizada através de entrevistas com o auxílio de questionários semi-estruturados. Foram entrevistadas 25 famílias, das 29 residentes nas três comunidades estudadas durante a coleta de dados, sendo que 5 delas foram realizadas na Praia do Jabaquara, 6 na Praia da Fome e 14 na Praia da Serraria. Foram citadas 18 consideradas preferidas para o consumo, 11 espécies consideradas como tabus, 5 espécies evitadas e 4 indicadas no caso de doenças. As famílias de pescadores preferem consumir peixes de escama e não consomem o baiacu, este último provavelmente devido a sua característica tóxica. Peixes como bonito, espada, cação, sororoca e cavala são evitados em casos como feridas, inflamações, gravidez e pós parto e outros como pirajica, marimba, anchova e garoupa são indicados como peixes medicinais nestas situações. Aspectos relativos ao consumo de pescado fazem parte do corpo de conhecimento dos pescadores e suas famílias e constituem um acervo rico de informações que somadas as informações biológicas são úteis para a conservação dos recursos pesqueiros. Dados como os apresentados nesse estudo, com relação ao uso de animais aquáticos para tratamento de doenças, podem servir de base para estudos futuros sobre substâncias que contenham elementos ativos na cura de doenças.

**Palavras-chave:** uso de recursos, pescadores artesanais, biodiversidade, etnoecologia, ecologia humana.

## Introduction

Fish consumption as food is of great importance once fish is a protein source of high biological value, containing all essential amino acids, exhibiting highly digestibility and having low cholesterol due to the presence of 70% unsaturated fatty acids from the omega 3 series in their composition (Leitão 1984). However, among products of animal origin, fish is more susceptible to deterioration processes. Some factors contributing to this trend include the conditions of hygiene, transportation and storage, the pH near neutrality, high amount of water in tissues, high nutrient content, amount of unsaturated lipids, presence of little conjunctive tissue, action of autolytic enzymes present in tissues and the high metabolic microbiota activity (Leitão 1984, Fraser & Sumar 1998, Soares et al. 1998, Mousse 2000). Thus, the fish quality is an important factor that influences consumption by human populations. Moreover, preferences, dislikes and bans in consumption of certain foods are also strongly related to environmental and sociocultural factors and are discussed in ecological studies, since interactions between human populations and consumption of natural resources may explain aspects of behavior and habits in human populations (Colding & Folke 1997, Hanazaki & Begossi 2000, 2006, Pezzuti 2004).

Food choice may represent some association between dietary habits, environment and cultural patterns (traditions, customs, rituals, beliefs and taboos), and they have importance in the economy and social relationships, factors able to prevent the consumption of food existing in abundance in a given territory by the human population inhabiting it. From the ecological point of view, preferences or aversions can be explained, among other factors, by resource availability and species location in the food chain (Trigo et al. 1989, Begossi et al. 2004, Begossi & Hanazaki 2006).

There is a multitude of reasons to explain why different communities avoid the use of species and habitats. Conceptually, food taboos represent ecological-social rules in the form of prohibitions that regulate human behavior in relation to food, which may be considered informal local institutions (norms of behavior, conventions or self-imposed conduct codes by social groups) (Colding & Folke 2000a), which define and limit the use of resources and ecosystems among human populations. For some authors, these may have the ability to protect species and habitats and be used in the management and nature conservation (Colding & Folke 1997, Pezzuti 2004). Other authors (Begossi et al. 2004) presented a review on food taboos in aquatic environments and show that the ecology of fish species is of fundamental importance to determine the diet of human populations.

Among fishermen populations, the practice of avoiding consumption of certain fish species in specific situations, as in cases of illness, pregnancy or postpartum is common (Begossi 1998, Madi & Begossi 1997). Taboos related to fish consumption were verified by Begossi (1992) in Búzios Island (SP). Begossi & Braga (1992) studied why some fish are preferred and others rejected by fishermen from the Tocantins River. Hanazaki et al. (1996) described some taboos related to fish in a community from Ubatuba (SP). Madi & Begossi (1997) identified the taboos about fish among the inhabitants of Piracicaba River (SP). Begossi & Seixas (2001) recorded the food taboos of fishermen from two communities of Ilha Grande (RJ). Begossi & Hanazaki (2006) analyzed the preferences and food taboos in relation to items of animal protein in three communities from southeastern coast of Brazil. McDonald (1977) studied 11 human groups from South America and indicated that general taboos applied to an entire community can play an important role in biodiversity conservation.

In ancient times and even today, many animals, their parts and products have been used as medicine to treat various diseases and constituted part of the inventory of medicinal substances used

by several cultures (Lev 2006, Mahawar & Jarolli 2007). Several species used for medicinal purposes are protected by taboos, which supports the ecological explanation that in localized cases, some specific taboos increase the availability of animals with high zootherapy value (Pezzuti 2004). According to the “drugstore hypothesis” (Begossi 1989, 1992, Begossi & Braga 1992), nature is the “drugstore” of isolated populations, where plants and animals are used for medicinal purposes, thus, it is expected that the most fish species used for medicinal consume would also be the most avoided as food, therefore being preserved from other uses due to its medicinal value (Begossi & Braga 1992).

Zootherapy implications may be related to ecological, cultural, historical, sociological, economic and health aspects (Alves & Rosa 2005, Lev 2006, Ferreira et al. 2009). These aspects reveal peculiarities in the use of resources, since medicinal animals are important natural resources connecting people to the environment and its direct use enriches the local knowledge related to them (Alves & Rosa 2005). This relationship between medical use and local knowledge has been registered for several authors in different parts of world. Mahawar & Jarolli (2006) demonstrated in the work with residents of villages around the Ranthambhore National Park in India, that many animals are used in full, or only body parts and their byproducts (milk, blood, etc..) in the treatment of different diseases including tuberculosis, asthma, paralysis, earache, constipation, snakebite, jaundice, and others. In case of fishermen from the Amazon and Atlantic Forest, it is common the use of animals' body fat, like lizard, or fish such as rays and eel, among others, in the treatment of diseases (Begossi 1992, Begossi & Braga 1992). Costa Neto & Marques (2000) reported the use of molluscs, crustaceans, echinoderms, fish, reptiles and cetaceans in folk medicine of traditional fishermen from Siribinha beach (BA) and found a high prevalence of fish on other aquatic animals prescribed as natural medicines. Begossi et al. (2004) found in fishing communities from Amazon and Atlantic Forest that fish food taboos or prohibitions in cases of diseases are associated with the consumption of carnivorous fish, especially piscivores. Alves & Alves (2011) performed a review of the literature and they revealed that at least 584 animal species have been in traditional medicine in Latin America, 110 of them being species of fish.

The understanding of food preferences, food taboos and medicinal use of resources, as well as the analysis of diversity, availability of natural resources and intensity of resources extraction, may provide important information for the development of management plans (Colding & Folke 2000b, Seixas & Begossi 2001). For example, threatened species represent important medicinal resources in Latin America and according Alves & Alves (2011) is necessary integrate local knowledge into strategies to conserve and manage animal resources and also include ecological, cultural and pharmacology aspects in new studies of medicinal fauna. This study aimed to examine the preferences, dislikes and prohibitions (taboos) in relation to fish species consumption and the existence of medical indications of fish as well as their justifications.

## Methodology

This research was conducted in three communities of artisanal fishermen from Ilhabela, North Coast of São Paulo, Brazil: beaches of Jabaquara, Fome and Serraria, which have history of fishing tradition and still develop fishing activity as an important income source. During the data collection performed in the communities interviews were carried out with 5 families in Jabaquara Beach, 8 in Fome Beach and 16 in Serraria Beach. All families were informed about the study and invited to participate, and of these, 25 families

agreed to participate in being interviewed: 5 in Jabaquara Beach, 6 Fome Beach and 14 in Serraria Beach, resulting in an adequate sampling effort, since it approximately 80% of the resident families. Data collection was conducted through interviews with structured questions about the fish species preferred for consumption, the most consumed, avoided and prohibited species and those consumed in case of illness. Data analysis was performed by responses summation of families interviewed and calculation of its frequency as a function of the total families interviewed.

Fish was identified from samples taken by fishermen on landing points or on fish stores (markets) in the fisheries of the communities studied. A pre-identification, based on popular names was performed in the communities with the help of fishermen. The identification was made through the taxonomic keys of Figueiredo (1978), Figueiredo & Menezes (1980, 1985), Figueiredo & Menezes (1980, 2000) and Menezes et al. (2003). The specimens were deposited in the fish collection of the Santa Cecília University and correspondence of names (English/Portuguese) was performed by consulting the FishBase (Froese & Pauly 2011) and Carpenter (2002).

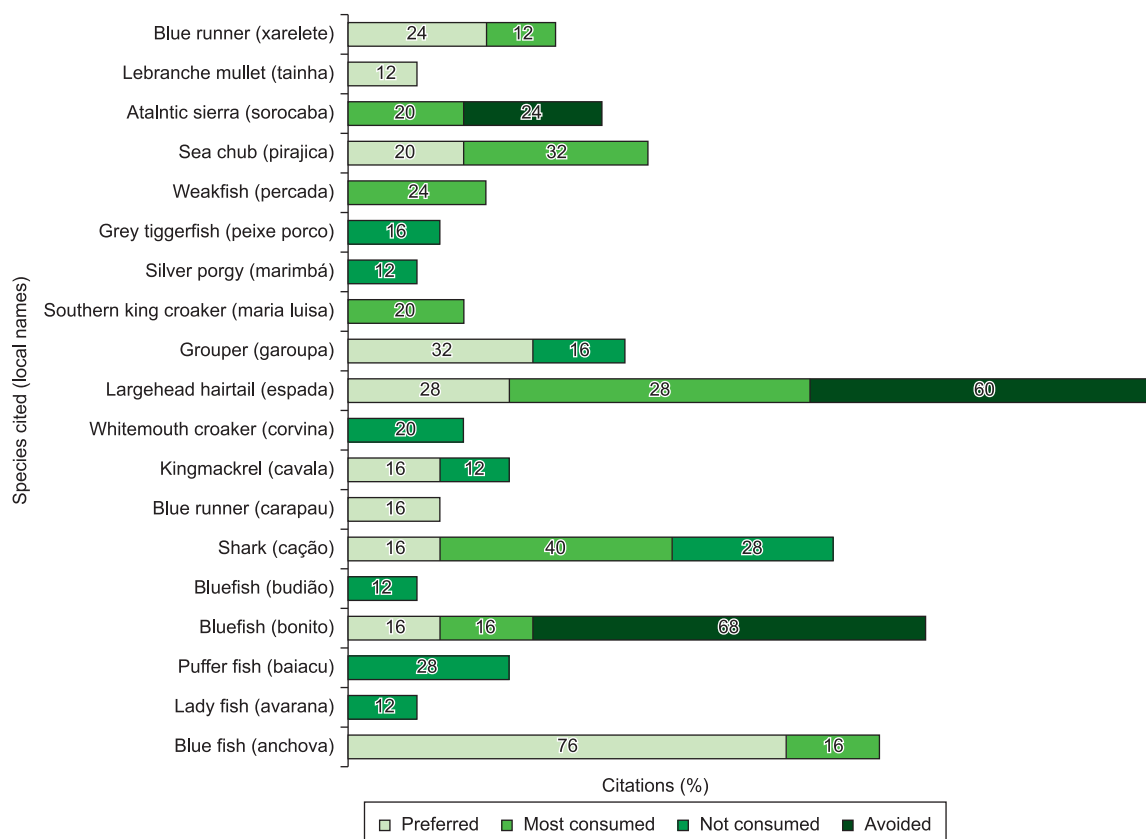
## Results and Discussion

The bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) is the favorite fish, cited by 76% of these families. Other fish species such as: grouper, *Epinephelus* spp. Bloch & Schneider, 1801; Largehead hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758; blue runner, *Caranx crysos* (Mitchill, 1815) and sea chub, *Kyphosus* spp. Lacepède, 1801 are also among the favorites and were cited by 32, 28, 24 and 20% interviewed, respectively (Figure 1). Usually, fish preferred by fishermen are also preferred by consumers and they show higher market value and better opportunities for sale. Favorite species like bluefish, grouper

and Largehead hairtail are, for example, white flesh fish with mild flavor, few spines and therefore are preferred both for consumption by fishermen themselves, as consumers searching for buying these species. In such cases, fishermen prefer to sell than consume certain fish species (e.g. grouper), due to the high value that they can charge the market. However, in certain seasons like summer, when some fish species are more abundant, they can be marketed and consumed as much due to the high fish availability, which favors its use for commercial purposes and also for survival.

Fishermen's preferences in Ilhabela and shown in this study are finfish such as: bluefish (*Pomatomus saltatrix*), grouper (*Epinephelus* spp.), blue runner (*Caranx crysos*) sea chubs (*Kyphosus* spp.) and lebranche mullet, *Mugil liza* Valenciennes, 1836. This preference pattern was also identified in the literature (Hanazaki 2002, Begossi & Richerson 1992, Begossi & Hanazaki 2000, 2006, Begossi & Seixas 2001, Begossi & Braga 1992). In Ponta da Almada, north coast of São Paulo, the lebranche mullet (*Mugil liza*) was the favorite species and also the most consumed (Hanazaki et al. 1996), whereas in this study it was indicated as favorite by 12% of respondents (Figure 1), however it was not cited as one of the most consumed. However, preferences of fishermen associated with the quality of fish are generally related to properties such as: flavor, color, type of preparation, quantity of spines, among others (Table 1).

Regarding the fish taste, biochemical differences and in texture of muscle tissues should be taken into consideration since they are responsible for wide variety of flavors found among fish species. The lipid content in tissues is the main factor (0.6 to 36% in muscle). In general, fish with higher fat content are more flavorful (Ogawa 1999). Furthermore, the biochemical composition of muscles vary according to species and between specimens, which may suffer influences



**Figure 1.** Preferences and consumption of fish in Ilhabela (n = 25, >10% de citations).

**Table 1.** Reasons cited for food preferences of Ilhabela's fishermen (n = 25).

| Features observed | Cited species (local names)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Justifications*                                                                                             |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Flavor            | Bluefish (anchova), little tunny (bonito), shark (cação), blue runner (carapau), king mackerel (cavala), largehead hairtail (espada), grouper (garoupa), silver porgy (marimbá), bigeye (olho de cão), sea chub (pirajica), black margate (salgo), sardine (sardinha), lebranche mullet (tainha), snapper (vermelho), blue runner (xarelete) | "Good taste", "good flesh", "tastier flesh", "tastiest"                                                     |
| Color             | Bluefish (anchova), grouper (garoupa), mullet (tainha), crevalle jack (xaréu)                                                                                                                                                                                                                                                                | "White flesh", "clean flesh"                                                                                |
| Preparation       | Bluefish (anchova), shark (cação), blue runner (carapau), king mackerel (cavala), largehead hairtail (espada), grouper (garoupa), weakfish (pescada), sea chub (pirajica), black margate (salgo), Atlantic sierra (sororoca), blue runner (xarelete), crevalle jack (xaréu)                                                                  | "Good for cleaning, good for frying", "good for making stew, good for roasting, for Calderada and for mush" |
| Spines            | Bluefish (Anchova), little tunny (bonito), shark (cação), blue runner (carapau), king mackerel (cavala), largehead hairtail (espada), grouper (garoupa), weakfish (pescada), Atlantic sierra (sororoca), blue runner (xarelete)                                                                                                              | "Has no spines", "few spines"                                                                               |
| Texture           | Bluefish (anchova), grouper (garoupa)                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | "Soft flesh", "more fleshy"                                                                                 |

\*Cited by more than one respondent.

related to capture location, temperature, depth, habitat, age, sex, breeding period, nutritional status, type and volume of food, among others, making each specimen has a particular taste (Ogawa 1999).

Regarding color, morphological and biochemical differences are observed between two types of muscles, ordinary (white) and blood (red), being morphologically characterized as: ordinary muscle presenting large muscle fibers, large proportion of myofibril/sarcoplasm, a few external and internal membranes and scattered distribution of blood vessels; blood muscle characterized by being composed of small muscle fibers, a small proportion of myofibril/sarcoplasm, many external and internal membranes and compact distribution of blood vessels. Biochemically the red muscle has a higher proportion of sarcoplasmic protein, high glycogen and stroma content, higher lipids, taurine (sulfonic amino acid), iron, extractive nitrogen (mainly histidine) compared to the ordinary muscle (Dyer 1945, Stansky 1962).

The trophic level of certain fish is another factor that may influence food preferences of fishermen. The most often cited fish in this study (bluefish, grouper, sword, blue runner) have carnivorous habits (Carvalho Filho 1999, Buckel et al. 1999, Lucena et al. 2000, Figueiredo & Menezes 1980, 2000, Macpherson et al. 2002, Sanches 2006, Martins & Haimovici 1997, Szpilman 2000) and this pattern was also observed by Silva (2006) in the fishing community Bonete, also located in Ilhabela.

In this study, species cited as the most consumed include: Largehead hairtail (*Trichiurus lepturus*), shark (Carcharhinidae Jordan & Evermann, 1896), sea chubs (*Kyphosus* spp.), weakfish (*Cynoscion* spp. Gill, 1861) and Atlantic sierra (*Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978), respectively quoted by 52, 40, 32, 24 and 20% of fishermen. Favorite fish are not necessarily the most consumed, the anchovy, preferred by 76% of fishermen, was cited as the most consumed by only 16% of them (Figure 1). By being a fish enjoyed by its white flesh and a small amount of spines, it has good sale value, and then fishermen prefer to sell than consume it. In addition, the bluefish (*Pomatomus saltatrix*) is a pelagic fish and with seasonal occurrence. According to Carvalho Filho (1999), this species has abundance cycles, sometimes scarce for years, others emerging in large quantities. Therefore, it is consumed in just a few months of the year and in times of great abundance.

The relationship between consumption and preference for shark (Carcharhinidae) is a case that can be discussed based on the preference observed in some studies (Begossi & Braga 1992, Begossi & Richerson 1992, Hanazaki 2002, Begossi & Hanazaki 2000, Hanazaki & Begossi 2006, Begossi & Seixas 2001). These are species listed as favorite by 16% of respondents, but consumed by 40% of them. The preference recorded in the literature for other fish cited in this work is by finfish. However, the shark is a much consumed "leather" fish (modified scales on dermal denticles) since it no spines, it is easy to prepare, tastes good (Table 1) and moreover, according to fishermen, it is abundant in the region.

Several other fish are not consumed by fishermen in the communities studied (Figure 1). Puffer fish (Tetraodontidae), according to 28% of fishermen has bad taste, since it fish with many thorns, which eats dirt and is poisonous, requiring special care in cleaning and preparation. In Búzios Island (SP), puffer fish is also a target of aversions because it is considered poisonous (Begossi 1992).

According to Oliveira (1998), the puffer fish acquire their neurotoxic toxicity through the food chain or symbiotic bacteria found in the digestive tract and skin. Toxins are often found in the liver, intestine, gonads and skin, with tetrodotoxin (TTX) and saxitoxin (STX) the main toxins found in puffer fish (Halstead 1988, Williamson et al. 1996, Rotundo 2007). The puffer fish's flesh is considered one of the greatest delicacies of the world, being its preparers highly trained for cleaning and preparing it (Halstead 1988, Williamson et al. 1996, Oliveira 1998, Haddad Junior 2008).

For other species, the most mentioned reason (84%) was "dislike", related to the fish flavor. In 44% of interviews the justification presented was related to the quantity of fish spines and 20% of respondents justified their hatred due to the "bad smell" (Table 2).

Begossi (1992) found that in the island of Búzios (SP) sergeant major, *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758), the ray (Rajidae) and moray, *Gymnothorax* spp. Bloch, 1795 are targets of hatred due to their bad odor. In the communities studied in Ilhabela, fish avoided for this reason are the whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) and grouper (*Epinephelus* spp.). According to Seixas & Begossi (2001), food taboos can be observed in local communities through the prohibition of animals or because they are considered loaded, or because they have "strong" flesh or cause indigestion. According to Pezzuti (2004), both among riverine from



Amazon as among those from Atlantic Forest, fish subjected to food restrictions are considered “reimosos” and caícaras also use the term “brave” and “loaded” which include a series of supposed attributes such as strong and fat flesh capable of causing inflammation in people with injuries or sick. These aversions have been also mentioned in literature for other fishing communities (Table 3).

In the communities studied in Ilhabela bans observed were for fish that are avoided in certain periods. The most commonly cited were little tunny, *Euthynnus* spp. Lütken 1883, largehead hairtail (*Trichiurus lepturus*), shark (Carcharhinidae), atlantic sierra (*Scomberomorus brasiliensis*), king mackerel (*Scomberomorus cavalla*) (Table 4). The terms “loaded”, “reimoso” and “bloody” means that the fish flesh is very strong, with much blood and that is what triggers these diseases and therefore should be avoided or prohibit for consumption.

The term “brave” is given to fish that have many teeth, very strong flesh and bite a lot triggering the problems mentioned above. The term “disease” appears in this context as a physiological state which one should give special attention to food and not just as pathology itself. Cases such as pregnancy, postpartum and cesarean, for example, are counted as periods in which one should also take extra care in relation to consumption of certain fish; therefore, these periods are included in the category “disease” in this work.

Understanding the concepts of “health” and “disease” in local populations is important, especially when the goal is to analyze the diagnoses and treatments carried out by traditional medicine (World... 2002). In several populations the causes of diseases are attributed to natural factors, socio-cultural and supernatural (Hilgert & Gil 2007, Reyes-García 2010). Thus the concept of health is not taken only as a state of absence of disease. Some periods are considered at risk or imbalance of the body, such as pregnancy (Meyer-Rochow 2009), menstrual cycle (Herndon et al. 2009), childbirth and puerperium (Vandebroek et al. 2008) that also deserve attention.

Among the Quechua, for example, in rural communities of Bolivia, childbirth and postpartum period are considered a health condition that requires medical care. Vandebroek et al. (2008) revealed patterns in the treatment of health conditions nesta community based on plant use data from traditional healers and patient data from a primary health care (PHC) service, and to demonstrate similarities and differences between the type of illnesses treated with traditional and biomedical health care, respectively. Meyer-Rochow (2009) found that many taboos affect pregnant women and are largely related to the fields of mind and “psyche”. It cites as an example, the taboos related to fish among the Trobriand Islanders or watermelon between Onabasulu, to protect the health of the pregnant woman and her offspring. Reasons for not eating refers mostly to the fact that by

consuming these fish, people already affected by diseases will take a longer time to heal, or as some fishermen said, “leaves no cure”. In other cases, like the stingray for example, consumption is what triggers the disease, or as fishermen said: “burst the wound”.

Little tunny is a species much reported in the literature as target of aversions and prohibitions (Table 3) and, moreover, it was quoted in this work by 68% of respondents as a fish avoided in certain cases such as: guard, after surgery, wounds, allergies and infections (Table 4). Begossi et al. (2004), for example, found that in eight of the twelve local communities studied in the Atlantic Forest, bonito is largely forbidden, cited by 35% of fishermen interviewed and, according to Pezzuti (2004), fish of the family Scombridae, as little tunny, serra mackerel and king mackerel, which typically have very small scales or even absent, are classified as flat fish and therefore are also subject to taboo. Studies in different countries prove that fish of the family Scombridae, particularly tuna, little tunny, Atlantic sierra and Atlantic chub mackerel, are those with higher levels of free histidine and, consequently, the most frequent vehicles of histamine poisoning (Scombrototoxin). However, fish belonging to the family Clupeidae and crustaceans, may also exhibit relatively high levels of free histidine (Huss 1993, Soares et al. 2005).

In the communities studied in Ilhabela, most of the taboos mentioned by fishermen occur in certain periods, ie when individuals are affected by some diseases or pregnancy and postpartum, being thus characterized as segmental taboos according to Colding & Folke (2000a,b). Such aspect has also been shown in other studies, e.g., Trigo et al. (1989), who studied the food taboos of mothers living in Marabá (PA) with children under five years and found that fish food taboos are related to the leather species (very abundant in the region) and these are, in their most, banned in human physiological states such as pregnancy and lactation.

On the other hand, several studies conducted among fishermen populations from the Brazilian coast have reported the fish use for medicinal purposes (Begossi 1992, Begossi et al. 2006, Costa Neto 2000, Costa Neto & Marques 2000, Marques 2001, Begossi & Seixas 2001, Silva et al. 2004). In Ilhabela, some fish are also indicated in case of illness. The sea chubs (*Kyphosus* spp.), the silver porgy (*Diplodus argenteus*), bluefish (*Pomatomus saltatrix*) and grouper (*Epinephelus* spp.) were species recommended for use in cases of illness (Table 5).

The main indications include: wounds, pregnancy and guard (postpartum). In these situations, the consumption of some fish is highly recommended rather than others and thus, justifications for indications are opposite to those for prohibition. These are now indicated because they are “meek” (do not attack) and have “white

**Table 2.** Reasons cited for food taboos of Ilhabela’s fishermen (n = 25).

| Features observed | Cited species (local names)                                                                                                                                                              | Justifications*                                        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Flavor            | Catfih (bagre), puffer fish (baiacu), parrotfish (budião), snake eels (camburu), whitemouth croaker (corvina), grouper (garoupa), silver porgy (marimba), grey triggerfish (peixe porco) | “Dislike”, “bad taste”, “strange taste”, “never liked” |
| Smell             | Whitemouth croaker (Corvina), grouper (garoupa)                                                                                                                                          | “Bad smell” (strange, strong, weird)                   |
| Spines            | Baiacu de espinho (porcupine fish), budião (parrotfish), marimbá (silver porgy), avarana (ladyfish)                                                                                      | “A lot of spine”, “many spines”                        |
| food habit        | Catfih (Bagre), puffer fish (baiacu), grey triggerfish (peixe porco)                                                                                                                     | “It eats dirt (silt, mud, sea foam)”                   |
| Poison (toxin)    | Puffer fish (Baiacu)                                                                                                                                                                     | “It is poison”                                         |
| Other             | Puffer fish (Baiacu), snake eels (camburu), whitemouth croaker (corvina), grey triggerfish (peixe porco)                                                                                 | “I have never eaten”                                   |

\*Cited by more than one respondent.

**Table 3.** Aversion patterns identified in the literature on marine and riverine communities.

| Aversion patterns                  | Popular names cited (local names)                                                                                                                                                                                          | Local                             | References               |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| "leather" or "flat" fish           | Catfihes (bagres), little tunny (bonito)                                                                                                                                                                                   | São Paulo coast                   | Hanazaki 2002            |
|                                    | Moray (Moréia), ray (raia), little tunny (bonito)                                                                                                                                                                          | Ilha de Búzios, SP                | Begossi & Richerson 1992 |
|                                    | Ray (Arraia), catfih (bagre)                                                                                                                                                                                               | Conde, BA                         | Costa Neto 2000          |
|                                    | Catfihes (bagres)                                                                                                                                                                                                          | Pedrinhas and São Paulo Bagre, SP | Hanazaki & Begossi 2006  |
|                                    | Largehead hairtail (Espada)                                                                                                                                                                                                | Ilha Grande                       | Seixas & Begossi 2001    |
| Reimosos or loaded                 | barred sorubim (Surubim), flatwhiskered catfish (barbado), Amazon catfish (jaú), red tailed catfish (pirarara)                                                                                                             | Rio Tocantins                     | Begossi & Braga 1992     |
|                                    | Little tunny (Bonito)                                                                                                                                                                                                      | Amazon and Atlantic Forest        | Begossi et al. 2004      |
|                                    | Ray (arraia), whitemouth croaker (corvina)                                                                                                                                                                                 | São Paulo coast                   | Hanazaki 2002            |
|                                    | Catfih (Bagre), little tunny (bonito), largehead hairtail (espada), shark (cação)                                                                                                                                          | Ponta do Almada, SP               | Hanazaki & Begossi 2000  |
|                                    | Caranha (snapper), barbel (cumbá), Atlantic sierra (sororoca), lebranche mullet (tainha), snakefish (traíra do mar), ray (arraia), catfihes (bagre), Atipa (caboje), spinner shark (cação gaia preta), tarpon (cangurupim) | Conde, BA                         | Costa Neto 2000          |
| Aggressive behavior, "brave"       | Yellow mandi (Mandi)                                                                                                                                                                                                       | Rio Piracicaba, SP                | Madi & Begossi 1997      |
|                                    | Ray (Raia), little tunny (bonito), shark (cação)                                                                                                                                                                           | Ilha de Búzios, SP                | Begossi 1992             |
|                                    | Little tunny (Bonito), crevalle jack (xaréu), white mullet (parati), bluefish (anchova)                                                                                                                                    | Ilha Grande                       | Seixas & Begossi 2001    |
|                                    | Ray (raia), shark (cação)                                                                                                                                                                                                  | Ponta do Almada, SP               | Hanazaki & Begossi 2000  |
|                                    | Snake eels (Camburu), ray (raia)                                                                                                                                                                                           | Ilha de Búzios                    | Begossi 1992             |
| Fish-like snakes                   | Mussun (muçum), snake eel (caramuru), goldspotted eel (mututuca), lamprey (lampreia), Moray (moréia)                                                                                                                       | Conde, BA                         | Costa Neto 2000          |
|                                    | Moray (Moréia)                                                                                                                                                                                                             | Ilha Grande                       | Seixas & Begossi 2001    |
|                                    | Snake eels (Camburu)                                                                                                                                                                                                       | Ilha de Búzios, SP                | Begossi 1992             |
|                                    | Tarpon (Cangurupim)                                                                                                                                                                                                        | Conde, BA                         | Costa Neto 2000          |
|                                    | Little puffer fish (Baiacu mirim), catfih (bagre urutu)                                                                                                                                                                    | Conde, BA                         | Costa Neto 2000          |
| Numebr of Spines poisonous (toxin) | Puffer fish (Baiacu)                                                                                                                                                                                                       | Ilha Grande                       | Seixas & Begossi 2001    |
|                                    | Puffer fish (Baiacu)                                                                                                                                                                                                       | Ilha de Búzios, SP                | Begossi 1992             |
|                                    | Atipa (Caborja)                                                                                                                                                                                                            | Rio Piracicaba, SP                | Madi & Begossi 1997      |
|                                    | Ripsaw catfish (Cuiú cuiú)                                                                                                                                                                                                 | Rio Tocantins                     | Begossi & Braga 1992     |
|                                    | Snake eels (Camburu), ray (raia)                                                                                                                                                                                           | Ilha de Búzios, SP                | Begossi 1992             |
| Morphology (Fish looks ugly)       | Atipa (Caborja), yellow mandi (mandi)                                                                                                                                                                                      | Rio Piracicaba, SP                | Madi & Begossi 1997      |
|                                    | Whitemouth croaker (Corvina)                                                                                                                                                                                               | Ilha Grande                       | Seixas & Begossi 2001    |
|                                    | Sergeant major (Tinhuna), ray (raia), snake eels (camburu)                                                                                                                                                                 | Ilha de Búzios, SP                | Begossi 1992             |
|                                    | Atipa (Caborja) e yellow mandi (mandi)                                                                                                                                                                                     | Rio Piracicaba, SP                | Madi & Begossi 1997      |
|                                    | Whitemouth croaker (Corvina)                                                                                                                                                                                               | Ilha Grande                       | Seixas & Begossi 2001    |
| Odor (bad smell)                   | Barred sorubim (Surubim), flatwhiskered catfish (barbada), red tailed catfish (pirarara), little tunny (bonito), shark (cação), largehead hairtail (espada), crevalle jack (xaréu)                                         | Amazon and Atlantic Forest        | Begossi et al. 2004      |

meat" with "little blood", therefore, they are good in the recovery of people affected by the cases indicated.

Such statements may be related to the fish classification according to the amount of lipids, being known as thin or fat. Those with red meat, especially migratory species, have high myoglobin and lipid

contents; while those with white meat, non-migratory, show the lipid content below 1% (Visentainer et al. 2000).

These species were also recorded as recommended among fishermen from the Atlantic Forest in the works of Begossi et al. (2004, 2006). The indications were for cases of illness, puerperium

**Table 4.** Fish avoided by fishermen. n = 25 (>10% of citations).

| Fish (local) and scientific names                                                                       | N  | %  | Disease                                                                                               | Justification                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Little tunny (Bonito)<br><i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)                               | 17 | 68 | Wound, Itch, Allergy, Bruise,<br>Postoperative, Liver problem, Guard,<br>postpartum, Blood infection, | Brave fish<br>very strong flesh, loaded, strong<br>It has a lot of blood (much bloody)<br>Dark flesh<br>Reimoso |
| Largehead hairtail (Espada)<br><i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758                                | 15 | 60 | Wound, Itch, Allergy, Bruise, Infection,<br>Caesarean, Guard, Blackfly Inflammation                   | Brave fish, tooth<br>Much blood<br>Loaded, strong                                                               |
| Shark (Cação)<br>Carcharhinidae Jordan & Evermann, 1896                                                 | 7  | 28 | Infection, Wound, Guard,<br>Operation, Caesarean, Injury                                              | Leather Fish<br>Reimoso<br>Loaded, strong<br>Brave Fish, big tooth<br>Much bloody                               |
| Atlantic sierra (Sororoca)<br><i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette,<br>Russo & Zavala-Camin, 1978 | 6  | 24 | Wound, Itch, Allergy, Infection, Bruise,<br>Guard, Blackfly Inflammation                              | Brave fish, it has teeth, bites a lot<br>Loaded                                                                 |
| King mackerel<br>(Cavala)<br><i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)                                | 3  | 12 | Wound, Court,<br>Guard, Operation                                                                     | Much blood<br>Strong fat<br>Loaded                                                                              |

**Table 5.** Fish eaten by fishermen in case of diseases. n = 25 (>10% of citations).

| Fish (local) and scientific names                                              | N | %  | Indication                  | Justification                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------|---|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Sea chub (Pirajica)<br><i>Kyphosus sectatrix</i><br>(Linnaeus, 1758)           | 5 | 20 | Wound<br>Pregnancy<br>Guard | It is good<br>Meek fish, it does<br>not attacks<br>White flesh<br>Little blood |
| Silver porgy<br>(Marimba)<br><i>Diplodus argenteus</i><br>(Valenciennes, 1830) | 4 | 16 | Pregnancy<br>Wound<br>Guard | It is good<br>Meek fish, it does<br>not attacks<br>White flesh<br>Little blood |
| Bluefish (Anchova)<br><i>Pomatomus saltatrix</i><br>(Linnaeus, 1766)           | 3 | 12 | Wound<br>Pregnancy<br>Guard | Meek fish, it does<br>not attacks<br>White flesh<br>Little blood               |
| Grouper (Garoupa)<br><i>Epinephelus</i> spp.<br>Bloch 1793                     | 3 | 12 | Wound<br>Pregnancy<br>Guard | Meek fish, it does<br>not attacks<br>White flesh<br>Little blood               |

and menstruation. According to the fishermen in Ilha Grande, studied by Seixas & Begossi (2001), grouper, silver porgy and sea chubs are also considered “meek” fish and indicated for overall diseases and women with newborn children (postpartum).

The role of food taboos is an issue that needs further study if the objective is to know whether they only occur in localized contexts or can be generalized occurring in various regions. According to Colding & Folke (2000a), the use of some species can be avoided because the species is embedded in myths, or because it represents religious symbols. Species may be prohibited due to their behavioral patterns (e.g., fish are “brave”), morphological features (such as “flat” fish), belief that they are toxic, their eating habits or failure to adapt within a given cultural classification scheme.

Although some taboos can reduce the predatory pressure of some resources, or according to the “drugstore hypothesis” where

expected that the most fish species used for medicinal consume would also being preserved from other uses due to its medicinal value (Begossi & Braga 1992), there is no evidence that this behavior results in resource conservation. It is still need a more integrated approach of information to verify if taboos can conserve species in a given community (Begossi et al. 2004, Colding & Folke 2000b, Pezzuti 2004), such as taboos and medicinal uses noted in fishing communities from Ilhabela. However, food prohibitions as taboos cited in this study, direct fishing for certain species, exerting pressure on some fish species and relieving fishing on other species. The market pressure through the fish prices also directs the fishery, and in fact there is a number of deciding factors that determine what will be achieved through fishing activities and this result is what influence or not the conservation of fish species.

## Conclusions

The understanding of what to eat and why eating expressed in knowledge of fishermen can be analyzed through the association with fish biological aspects, once they are related to factors such as meat quality (blood presence), anatomy (number of spines), presence of toxins, dermal composition (finfish or fish flat), among others. Relationship between nutritional quality and food taboos must not have a significant effect among communities in Ilhabela, since access to other sources of animal protein are no longer a problem that results in nutrients deprivation, since other families obtain other food through purchase.

This work raised elements of local knowledge related to the fish consumption that can foster discussion about the use, conservation and fisheries management, providing biological and ethnobiological information based on socio-cultural local knowledge indicators of environmental resource use and fishing activity in these communities. Besides these aspects, information on the medicinal use of fish can provide the basis for chemical substances are included in the treatment of diseases, as for the overall human metabolism.

## Acknowledgements

We thank FAPESP for support through the PhD scholarship of M. Ramires (process: 04/02183-6) and by grants for research

(Biota 01/05263-2). We thank CNPq for the scholarship of research productivity of A. Begossi. We thank Phelipe Sens Coelho, trainee of the LAPEBio/ UNISANTA for helping in the taxonomic activities.

## References

- ALVES, R.R.N. & ALVES, H.N. 2011. The faunal drugstore: animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 7:9. PMID:21385357. PMCID:3060860. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-7-9>
- ALVES, R.R.N. & ROSA, I.L. 2005. Why study the use of animal products in traditional medicines? *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 1 (5):2-15.
- BEGOSSÍ, A. 1989. Tabus Alimentares na Ilha de Búzios, Uma Comunidade de Pescadores. In *Pesca Artesanal: Tradição e Modernidade* (A.C. Diegues, org.). Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas no Brasil, São Paulo, p.253-262.
- BEGOSSÍ, A. 1992. Food Taboos at Búzios Island (Brazil): Their Significance and Relation to Folk Medicine. *J. Ethnobiol.* 12(1):117-139.
- BEGOSSÍ, A. 1998. Food Taboos- A Scientific Reason? In *Plants for Food and Medicine* (H.D.V. Prendergast, N. Etkin, D.R. Harris & P.J. Houghton, eds.). Royal Botanic Gardens, Kew, p.41-46.
- BEGOSSÍ, A. & BRAGA, F.M.S. 1992. Food Taboos and Folk Medicine among Fishermen from the Tocantins River (Brazil). *Amazoniana* 12(1):101-118.
- BEGOSSÍ, A. & RICHERSON, P.J. 1992. The Animal Diet of Families from Búzios Island (Brazil): An Optimal Foraging Approach. *J. Hum. Ecol.* 3(2):433-458.
- BEGOSSÍ, A., HANAZAKI, N. & RAMOS, R.M. 2004. Food chain and the reasons for fish food taboos among Amazonian and Atlantic forest fishers (Brazil). *Ecol. Appl.* 14(5):1334-1343. <http://dx.doi.org/10.1890/03-5072>
- BEGOSSÍ, A., HANAZAKI, N. & RAMOS, R.M. 2006. Healthy fish: medicinal and recommended species in the Amazon and Atlantic Forest Coast (Brazil). In *Eating and Healing: traditional food as medicine* (A. Pieroni & L.L. Prince). The Haworth Press, New York.
- BUCKEL, J.A., FOGARTY, M.J. & CONOVER, D.O. 1999. Foraging habitats of bluefish, *Pomatomus saltatrix*, on the U.S. east coast continental shelf. *Fish. Bull.* 97(4):758-775.
- CARPENTER, K.E. 2002. FAO Species identification sheets for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic (fishing area 31). Roma, FAO, v.1-3.
- CARVALHO FILHO, A. 1999. Peixes: costa brasileira. Melro, São Paulo.
- COLDING, J. & FOLKE, C. 1997. The Relations among Threatened Species, Their Protection, and Taboos. *Conserv. Ecol.* 1 (1):6. <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art6>.
- COLDING, J. & FOLKE, C. 2000a. The taboo system: lessons about informal institutions for nature management. *Georgetown I. Environ. Law Rev.* 12:413-445.
- COLDING, J. & FOLKE, C. 2000b. Social taboos: "invisible" systems of local resource management and biological conservation. *Ecol. appl.* 11(2):584-600.
- COSTA-NETO, E.M. 2000. Restrições e preferências alimentares em comunidades de pescadores do município de Conde, Estado da Bahia, Brasil. *Rev. Nutr.* 13(2):117-126. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732000000200006>
- COSTA-NETO, E.M. & MARQUES, J.G.W. 2000. Faunistic Resources Used as Medicines by Artisanal Fishermen From Siribinha Beach, State of Bahia, Brazil. *J. Ethnobiol.* 20(1):93-109.
- DYER, W.J. 1945. Amines in fish muscle. I. Colorimetric determination of trimethylamine as the picrate salt. *J. Fish Res. Board Can.* 6:351-358. <http://dx.doi.org/10.1139/f42-042>
- FERREIRA, F.S., BRITO, S.V., RIBEIRO, S.C., ALMEIDA, W.O. & ALVES, R.R.N. 2009. Zootherapeutics utilized by residents of the community Poço Dantas, Crato-CE, Brasil. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 5:21. PMID:19656376. PMCID:2731045. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-5-21>
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: III. Teleostei (2). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 2000. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: VI. Teleostei (5). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FRASER, O.P. & SUMAR, S. 1998. Compositional changes and spoilage in fish (part II) - microbiological induced deterioration. *Nutr. Food Sci.* 6:325-329. <http://dx.doi.org/10.1108/00346659810235242>
- FROESE, R. & PAULY, D., eds. 2011. FishBase. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (último acesso em 08/2011).
- HADDAD-JUNIOR, V. 2008. Animais aquáticos potencialmente perigosos do Brasil: Guia médico e biológico. Editora Roca, São Paulo.
- HALSTEAD, B.W. 1988. Poisonous and venomous marine animals of the world. 2nd ed. The Darwin Press INC. Princeton, New Jersey.
- HANAZAKI, N. 2002. Preferências e Tabus Alimentares entre Pescadores do Litoral Paulista: Particularidades do Conhecimento Local. In *IV Simpósio Brasileiro de Etnobiologia e Etnoecologia. Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia* (U.P. Albuquerque, A.G.C. Alves, A.C.B.L. Silva & V.A. Silva, orgs.). Recife: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia Palestras do Recife, p. 57 - 72.
- HANAZAKI, N. & BEGOSSI, A. 2000. Fishing and niche dimension for food consumption of caiçaras from Ponta do Almada (Brazil). *Hum. Ecol. Rev.* 7(2):52-62.
- HANAZAKI, N. & BEGOSSI, A. 2006. Catfish and Mulletts: the food preferences and taboos of caiçaras (Southern Atlantic Forest Coast, Brazil). *Interciencia* 31(2):123-129.
- HANAZAKI, N., LEITÃO FILHO, H. & BEGOSSI, A. 1996. Uso de Recursos na Mata Atlântica: o Caso da Ponta do Almada (Ubatuba-Brasil). *Interciencia* 21(6):268-276.
- HERNDON, C.N., UITERLOO, M., UREMARU, A., PLOTKIN, M.J., EMANUELS-SMITH, G. & JITAN, J. 2009. Disease concepts and treatment by tribal healers of an Amazonian Forest culture. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 5:27. PMID:19821968. PMCID:2774292. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-5-27>
- HILGERT, N.I. & GIL, G. E. 2007. Reproductive medicine in northwest Argentina: traditional and institutional systems. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 3:19. PMID:17475013. PMCID:1876447. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-3-19>
- HUSS, H.H. 1993. Assurance of seafood quality. Ministry of Fisheries Technical University, Lyngby.
- LEITÃO, M.F.F. 1984. Deterioração microbiana do pescado e sua importância em saúde pública. *Hig. Alim.* 3(3-4):143-152.
- LEV, E. 2006. Healing with animals in the Levant from the 10<sup>th</sup> to the 18<sup>th</sup> century. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 2:11. PMID:16504024. PMCID:1402264. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-2-11>
- LUCENA, F.M., VASKE JUNIOR, T., ELLIS, J.R. & O'BRIEN, C.M. 2000. Seasonal variation in the diets of bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae) and striped weakfish, *Cynoscion guatucupa* (Sciaenidae) in southern Brazil: implications of food partitioning. *Environ. Biol. Fishes* 57:423-434. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1007604424423>
- MACPHERSON, E., GORDOA, A. & GARCIA-RUBIES, A. 2002. Biomass size spectra in littoral fishes in protected and unprotected areas in the NW Mediterranean. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 55:777-788. <http://dx.doi.org/10.1006/ecss.2001.0939>
- MADI, E. & BEGOSSI, A. 1997. Pollution and Food Taboos: A Practical Reason? *Human Ecology* 8 (6):405-408.
- MAHAWAR, M.M. & JAROLI, D.P. 2006. Animals and their products utilized as medicines by the inhabitants surrounding the Ranthambhore National Park, India. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 2:46. PMID:17081314. PMCID:1636027. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-2-46>
- MAHAWAR, M.M. & JAROLI, D.P. 2007. Traditional knowledge on zootherapeutic uses by the Saharia tribe of Rajasthan, India. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 3:25. PMID:17547781. PMCID:1892771. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-3-25>



- MARTINS, A. S. & HAIMOVICI, M. 1997. Distribution, abundance and biological of the cutssfish *Trichiuruslepturus* in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Fish.Res.* 30: 217-227. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-7836\(96\)00566-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00566-8)
- MAUSSE, E.C.J. 2000. Shelf life of red fish stored in ice and modified atmosphere (MA) and some aspects on the development of a Quality Index Method (QIM) scheme for red fish stored in: MA. Beira, Mozambique. Fisheries Training Programme. The United Nations University Final Project 2000.
- MCDONALD, D.R. 1977. Food taboos: a primitive Environmental Protection Agency (South America). *Anthropos* 72(516):734-748.
- MEYER-ROCHOW, V.B. 2009. Food taboos: their origins and purposes. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 5:18. PMID:19563636. PMCID:2711054. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-5-18>
- OGAWA, M. 1999. Tecnologia do pescado. In *Manual de Pesca. Ciência e Tecnologia do Pescado*. OGAWA, M.; MAIA, E.L. (Eds). São Paulo: Varela. 430p.
- OLIVEIRA, J.S. 1998. Determinação dos Níveis de Toxicidade em Peixes Marinhos da Família Tetraodontidae (Osteichthyes, Teleostei). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PEZZUTI, J. 2004. Tabus Alimentares. In *Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*. Begossi, A. (org). São Paulo: Hucitec.
- REYES-GARCÍA, V. 2010. The relevance of traditional knowledge systems for ethnopharmacological research: theoretical and methodological contributions. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 6:32. PMID:21083913. PMCID:2993655. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-6-32>
- ROTUNDO, M.M. 2007. Síntese histórica sobre a pesquisa em baiacus (Tetraodontiformes: tetraodontidae-diodontidae) entre os séculos XIX e XX. *Rev. Ceciliana* 27:69-78.
- SEIXAS, C.S. & BEGOSSI, A. 2001. Ethnozoology of Fishing Communities From Ilha Grande (Atlantic Forest Coast, Brazil). *J. Ethnobiol.* 21(1):107-135.
- SILVA, M.B. 2006. Consumo alimentar na comunidade caiçara da Praia do Bonete, Ilhabela, São Paulo. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SILVA, M.L.V., ALVES, A.G.C. & ALMEIDA, A.V. 2004. A zooterapia no Recife (Pernambuco): uma articulação entre as práticas e a história. *Biotemas* 17(1):95-116.
- SOARES, P.C.M., MÁRSICO, E.T., FRANCO, R.M. & SOBREIRO, L.G. 2005. Teor de histamina na musculatura branca e vermelha da sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). *R. Bras.Ci.Vet.* 12(1-3):131-136.
- SOARES, V.F.M., VALE, S.R., JUNQUEIRA, R.G. & GLORIA, M.B.A. 1998. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de file de peixe congelado. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 18(4):462-467. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000400020>
- STANSKY, M.E. 1962. Proximate composition of fish. In *Fish in nutrition* (F. Heen & R. Kreuzer, eds.). Fishing News (Books) Ltd., London.
- SZPILMAN, M. 2000. Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação. Instituto Aqualung, Rio de Janeiro.
- TRIGO, M., RONCADA, M.J., STEWIEN, G.T.M. & PEREIRA, I.M.T.B. 1989. Tabus alimentares em região do norte do Brasil. *Rev. Saúde Públ., São Paulo*, 23(6):455-464.
- VANDEBROEK, I., THOMAS, E., SANCA, S. VAN DAMME, P., VAN PUYVELDE, L. & DE KIMPE, N. 2008. Comparison of health conditions treated with traditional and biomedical health care in a Quechua community in rural Bolivia. *J. Ethnobiol. and Ethnomed.* 4:1. PMID:18194568. PMCID:2265262. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-4-1>
- VISENTAINER, J.V., CARVALHO, P.O., IKEGAKI, M. & PARK, Y.K. 2000. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 20(1).
- WILLIAMSON, J.A., FENNER, P.J., BURNETT, J.W. & RIFKIN, J.F. 1996. *Venomous and Poisonous Marine Animals: A Medical and Biological Handbook*. UNSW press Melbourne, Austrália, 504p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. 2002. Traditional Medicine Strategy 2002-2005. [http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/who\\_edm\\_trm\\_2002.1.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/who_edm_trm_2002.1.pdf)

Received 02/04/2011

Revised 27/09/2011

Accepted 02/01/2012

**A new species of *Lyrocladius* Mendes et Andersen from Brazil  
(Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae)**

**Humberto Fonseca Mendes<sup>1,3</sup> & Trond Andersen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC – UFABC,  
Av. dos Estados, 5001, Bloco A, Torre 3, 6º andar, Bairro Bangu, CEP 09210-580, Santo André, SP, Brazil*

<sup>2</sup>*Department of Natural History, University Museum of Bergen, University of Bergen,  
P.O. Box 7800, N-5020 Bergen, Norway*

<sup>3</sup>*Corresponding author: Humberto Fonseca Mendes, e-mail: orthoclaadiinae@gmail.com*

MENDES, H.F. & ANDERSEN, T. **A new species of *Lyrocladius* Mendes et Andersen from Brazil (Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae).** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn00512012012>

**Abstract:** The genus *Lyrocladius* Mendes et Andersen was described in 2008 based on *L. radulatus* Mendes et Andersen from Southern and Southeastern Brazil. Here a second species, *Lyrocladius cacau* sp.n., is described and figured based on a single male from Bahia in Northeastern Brazil.

**Keywords:** Chironomidae, Orthoclaadiinae, *Lyrocladius cacau*, new species, Brazil, Bahia, Neotropical region, Mata Atlântica.

MENDES, H.F. & ANDERSEN, T. **Uma espécie nova de *Lyrocladius* Mendes et Andersen do Brasil (Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae).** Biota Neotrop. 12(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn00512012012>

**Resumo:** O gênero *Lyrocladius* Mendes et Andersen foi descrito em 2008 com base na espécie *L. radulatus* Mendes et Andersen a partir de material das regiões sul e sudeste do Brasil. Aqui descrevemos e ilustramos uma espécie nova, *Lyrocladius cacau*, com base em um único macho adulto da Bahia, nordeste brasileiro.

**Palavras-chave:** Chironomidae, Orthoclaadiinae, *Lyrocladius cacau*, espécie nova, Brasil, Bahia, região Neotropical, Mata Atlântica.

## Introduction

The genus *Lyrocladius* was described by Mendes & Andersen (2008) based on the male of *L. radulatus* Mendes et Andersen, 2008 from Paraná and Rio de Janeiro States in Southern and Southeastern Brazil. The genus can be separated from other orthoclad genera by having simple, slightly decumbent acrostichals starting close to antepnotum and scalpellate acrostichals in mid scutum combined with a lyre-shaped anal point, eyes without dorsomedian extension, wing membrane bare, squama with setae, costa extended, and megaseta sitting on tubercle.

Below we describe a second species of *Lyrocladius*, *L. cacau* sp.n. based on a male from Bahia in Northeastern Brazil. The new species shares with *L. radulatus* all the diagnostic characters proposed in the original description of the genus (Mendes & Andersen 2008), placing it well within *Lyrocladius*.

## Material and Methods

The specimen was mounted on slides in Canada balsam following the procedures outlined by Sæther (1969). The terminology follows Sæther (1980).

The type will be deposited in the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil (MZUSP).

## *Lyrocladius* Mendes et Andersen

*Lyrocladius* Mendes et Andersen, 2008: 61.

### Type species:

*Lyrocladius radulatus* Mendes et Andersen, 2008: 62, by original designation.

### Other included species:

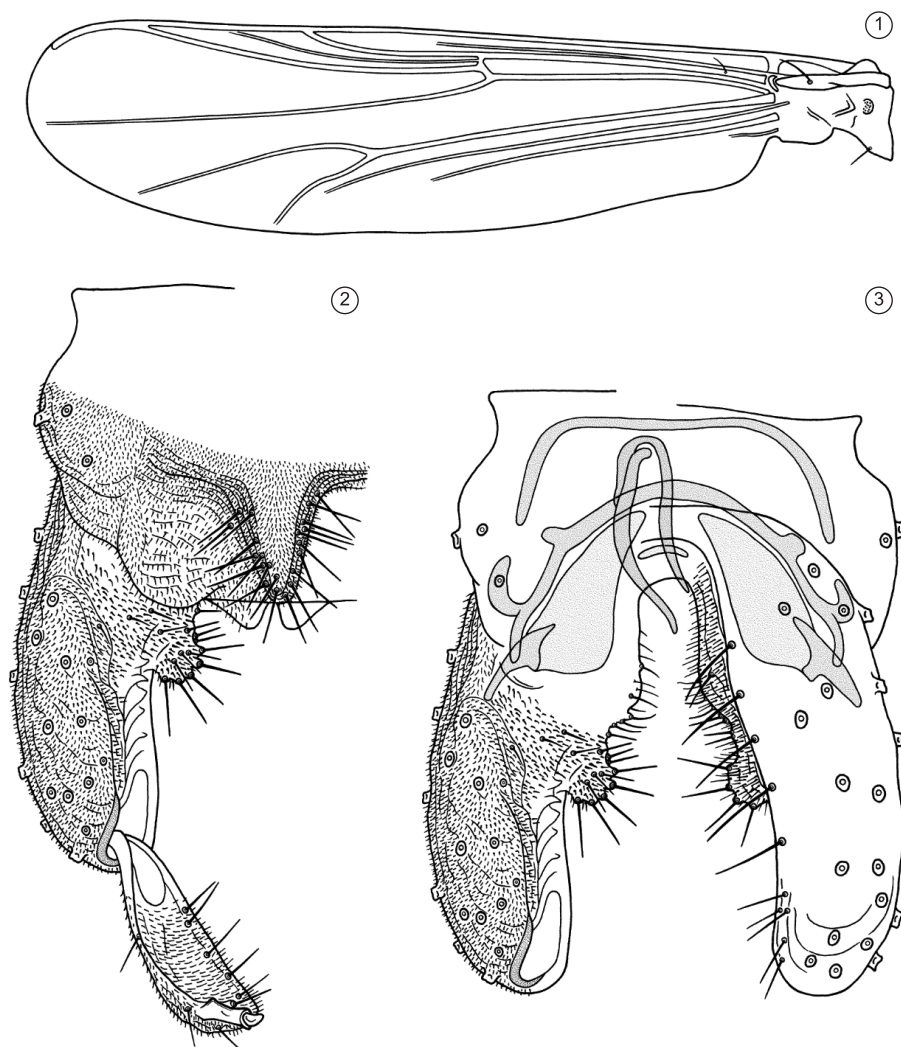
*Lyrocladius cacau* sp.n.

Description as in Mendes & Andersen (2008) with the following emendations: virga with or apparently without lateral lamellae; gonostylus with row of straight, moderately strong to curved, very strong setae.

### *Lyrocladius cacau* new species (Figures 1-3)

**Type material:** Holotype male, **Brazil: Bahia:** Ilhéus (CEPLAC – Áreas de cultivo de cacau), 14° 46' 16.6" S and 39° 13' 12.8" W, 17.v.2002, 42 m a.s.l., light trap, M.V. Yamada (MZUSP).

**Diagnostic characters:** The species can be separated from *L. radulatus* by the higher VR (1.77 compared to 1.43 in *L. radulatus*), slightly longer C extension (95 µm compared to 81 µm in *L. radulatus*), and by the shape of the gonostylus with row of straight, moderately strong setae.



**Figures 1-3.** *Lyrocladius cacau* sp.n., male. 1) Wing; 2) Hypopygium, dorsal view; 3) Hypopygium with anal point and tergite IX removed, dorsal aspect to the left and ventral aspect to the right.

**Etymology:** From Portuguese ‘cacau’ meaning cocoa referring to the fact that the species was collected in a cocoa crop field. The name is to be regarded as a noun in apposition.

## Description

Male (n = 1). Total length 1.62 mm. Wing length 958 µm. Total length / wing length 1.69. Wing length / length of profemur 2.42.

**Coloration.** Dark brown without lighter markings.

**Head.** AR 0.77. Ultimate flagellomere 256 µm long. Temporal setae 9, including 4 inner verticals, 3 outer verticals, and 2 postorbitals. Clypeus with 8 setae. Tentorium 104 µm long, 14 µm wide. Stipes 77 µm long. Palp segment lengths (in µm): 18, 34, remaining segments not measurable. Third palpomere with 3 sensilla clavata subapically, longest 11 µm long.

**Thorax.** Antepnotum with 1 seta. Dorsocentrals 8; acrostichals 13 beginning close to antepnotum, composed of 8 anterior simple and 5 posterior scalpellate; prealars 3, 2 posterior and 1 anterior; supraalar 1. Scutellum with 4 setae.

**Wing** (Figure 1). VR 1.77. C extension 95 µm long. Brachiolium with 1 seta; R with 1 seta, remaining veins and cells bare. Squama with 1 seta.

**Legs.** Spur of fore tibia 41 µm long, mid leg lost, spurs of hind tibia 11 and 35 µm long. Width at apex of fore tibia 20 µm, of hind tibia 32 µm. Comb with 13 setae, longest 41 µm, shortest 19 µm long. Lengths and proportions of legs as in Table 1.

**Hypopygium** (Figures 2-3). Tergite IX covered with microtrichia; laterosternite IX with 4 setae. Anal point triangular, lyre-shaped, 32 µm long, 23 µm wide at base, with 21 marginal setae. Phallapodeme 57 µm long; transverse sternapodeme 68 µm long. Virga 50 µm long, apparently without lateral lamellae. Gonocoxite 129 µm long. Gonostylus 64 µm long, megaseta 7 µm long. HR 2.03; HV 2.55.

**Table 1.** Lengths (in µm) and proportions of legs of *Lyrocladius cacau* sp.n., male (n = 1).

|                | fe  | ti  | ta <sub>1</sub> | ta <sub>2</sub> | ta <sub>3</sub> | ta <sub>4</sub> | ta <sub>5</sub> | LR   | BV   | SV   | BR |
|----------------|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------|------|----|
| p <sub>1</sub> | 396 | 457 | -               | -               | -               | -               | -               | -    | -    | -    | -  |
| p <sub>2</sub> | -   | -   | -               | -               | -               | -               | -               | -    | -    | -    | -  |
| p <sub>3</sub> | 400 | 443 | 234             | 115             | 97              | 40              | 30              | 0.53 | 3.81 | 3.60 | -  |

## Distribution

The species is known from Bahia State in Northeastern Brazil, where it was collected in a light trap in a cocoa crop field.

## Acknowledgements

We are indebted to Dr. Fabio O. Roque for making the new species available to us. The study was partially funded through the Brazilian Research Council of São Paulo State (FAPESP 11/50162-1) within the BIOTA/FAPESP - The Biodiversity Virtual Institute Program (www.biota.org.br), partly by the University Museum of Bergen, University of Bergen.

## References

- MENDES, H.F. & ANDERSEN, T. 2008. A review of *Antillocladius* Sæther and *Litocladius* Mendes, Andersen et Sæther, with the description of two new Neotropical genera (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae). *Zootaxa* 1887:1-75.
- SÆTHER, O.A. 1969. Some Nearctic Podonominae, Diamesinae and Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae). *Bull. Fish. Res. Board Canada* 107:1-154.
- SÆTHER, O.A. 1980. Glossary of Chironomid morphology terminology (Diptera: Chironomidae). *Ent. Scand.* 14(Suppl.):1-51.

Received 08/12/2011

Revised 08/12/2011

Accepted 09/01/2012



## Composição, diversidade e distribuição geográfica de plantas vasculares de uma Floresta Ombrófila Densa Atlântica do Sudeste do Brasil

Renato Augusto Ferreira de Lima<sup>1,5</sup>, Vinícius Castro de Souza<sup>2</sup>,

Vinícius Antonio de Oliveira Ditttrich<sup>3</sup> & Alexandre Salino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biociências – IB, Universidade de São Paulo – USP, Rua do Matão, 321, CEP 05508-090, São Paulo, SP, Brasil, <http://www.ib.usp.br>

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, Av. Pádua Dias, 11, CP 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil, <http://www.esalq.usp.br>

<sup>3</sup>Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, CEP 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil, <http://www.ufjf.br/herbario>

<sup>4</sup>Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627, CP 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil, <http://www.icb.ufmg.br/icb/>

<sup>5</sup>Autor para correspondência: Renato Augusto Ferreira de Lima, e-mail: [raflima@usp.br](mailto:raflima@usp.br)

LIMA, R.A.F., SOUZA, V.C., DITTRICH, V. A. O. & SALINO, A. **Composition, diversity and geographical distribution of vascular plants of an Atlantic Rain Forest, Southeastern Brazil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn01612012012>

**Abstract:** In the Montane and Submontane Rain Forest of the Carlos Botelho State Park – PECB (ca. 37,000 ha) the composition, richness and geographical distribution of native, vascular forest species was evaluated. The analysis of 1143 species of 140 families supported the pattern found for other forests of Eastern Brazil, showing high species richness of Myrtaceae (85 species), Orchidaceae (81), Fabaceae (57), Asteraceae, Melastomataceae (54), Lauraceae (53), Rubiaceae (51), Bromeliaceae (43), Piperaceae (30) and Solanaceae (25), besides ferns (123). The most species-rich genera were *Eugenia* (34), *Ocotea* (26), *Leandra*, *Myrcia*, *Vriesea* (18), *Piper*, *Solanum* (16), *Miconia* (14), *Mollinedia* (13), and *Peperomia* (12). The richness and composition varied greatly among life forms, as well as the number of families represented in each one of them (only Rubiaceae had species in all life forms, except parasites). Trees had the largest contribution of total richness (39.1%), a value that represented more than 20% of the species listed for the whole Atlantic Forest of Southeastern Brazil. Trees were followed by epiphytes (22.4%), herbs (18.4%), shrubs (10.1%), lianas (9.1%), and parasites (0.9%). The overall richness and composition of life forms was quite close to other neotropical forests (e.g. high contribution of ferns among epiphytes), although some life forms remain undersampled in the PECB (mainly herbs, lianas and epiphytes). The occurrence of species endemic to the Atlantic Forest was pronounced (65%), with a predominance of species restricted to the Southern Atlantic Forest (43%). Pantropical species were rare (2%), being more common among ferns. Myrtaceae and Melastomataceae were the families with greater number and proportion of endemic species.

**Keywords:** Atlantic Forest, Carlos Botelho State Park, distribution patterns, life forms, species composition.

LIMA, R.A.F., SOUZA, V.C., DITTRICH, V. A. O. & SALINO, A. **Composição, diversidade e distribuição geográfica de plantas vasculares de uma Floresta Ombrófila Densa Atlântica do Sudeste do Brasil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?inventory+bn01612012012>

**Resumo:** Na floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual de Carlos Botelho – PECB (ca. 37.000 ha) foi avaliada a composição, riqueza e distribuição geográfica das espécies vasculares nativas. A análise de 1143 espécies pertencentes a 140 famílias (sensu APG III) confirmaram o padrão encontrado para outras florestas do Leste do Brasil, com altas riquezas de Myrtaceae (85 espécies), Orchidaceae (81), Fabaceae (57), Asteraceae, Melastomataceae (54), Lauraceae (53), Rubiaceae (51), Bromeliaceae (43), Piperaceae (30) e Solanaceae (25), além de pteridófitas (123). Os gêneros mais ricos do Parque foram: *Eugenia* (34), *Ocotea* (26), *Leandra*, *Myrcia*, *Vriesea* (18), *Piper* (16), *Solanum* (15), *Miconia* (14), *Mollinedia* (13) e *Peperomia* (12). Houve grande variação na riqueza e composição de espécies entre hábitos, bem como no número de famílias representadas nos hábitos considerados (apenas Rubiaceae teve espécies em todos os hábitos, exceto parasitas). As árvores obtiveram a maior contribuição na riqueza total (39,1%), valor que representou mais de 20% das espécies de árvores citadas para toda a Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil. Em seguida, foram os epífitos (22,4%), ervas (18,4%), arbustos (10,1%), lianas (9,1%) e parasitas (0,9%). De maneira geral, a riqueza e a composição por hábitos foram bastante similares ao encontrado nas demais florestas neotropicais (e.g. alta contribuição de pteridófitas ente os epífitos), apesar de alguns dos hábitos permanecerem subamostrados no PECB (principalmente ervas, lianas e epífitos). A ocorrência de espécies endêmicas da Floresta Atlântica foi elevada (65%), com predominância de espécies de ocorrência no Sul da Floresta Atlântica (43%). Espécies pantropicais foram raras (2%), sendo mais comuns entre as pteridófitas e entre as herbáceas. Myrtaceae e Melastomataceae foram as famílias com maior número e proporção de espécies endêmicas.

**Palavras-chave:** Floresta Atlântica, Parque Estadual Carlos Botelho, padrões de distribuição, hábitos, florística.

## Introdução

A exuberância das florestas tropicais e subtropicais impressiona pesquisadores de todo o mundo há décadas. A diversidade de espécies, de formas de vida e de interações biológicas é tão grande que por vezes pequenas áreas entre os trópicos possuem diversidade comparável a vastas áreas temperadas. Áreas florestais no Equador e da Malásia, por exemplo, contém mais de 1.100 espécies lenhosas em poucas dezenas de hectares (Center for Tropical Forest Science 2008). Dentre as diferentes zonas biogeográficas do mundo, a flora Neotropical é uma das mais ricas, com estimativas em torno de 90.000 espécies (Gentry 1982). No Brasil, estimativas giram entre 45.000 e 60.000 espécies vasculares, ou seja, entre 15 e 20% de toda a flora mundial (Shepherd 2000). Mais de 97% destas se refere às angiospermas, dentre as quais as principais famílias são: Fabaceae sensu lato, Orchidaceae, Asteraceae, Poaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae e Rubiaceae (Giulietti et al. 2005). As demais espécies se referem às pteridófitas e gimnospermas (Shepherd 2000).

A enorme riqueza de espécies neotropicais está distribuída entre os diferentes hábitos vegetais existentes. Estima-se a existência de 22.000 espécies arbóreas (Center for Tropical Forest Science 2008), 29.000 epífitos (Gentry & Dodson 1987a) e 9.000 lianas (Gentry 1991). Quando consideramos floras locais, contudo, a contribuição proporcional dos hábitos na riqueza de espécies varia consideravelmente. Árvores, arbustos e epífitas são mais ricos em áreas mais úmidas, enquanto o inverso parece acontecer para lianas e ervas (Gentry & Dodson 1987b, Gentry 1991, Udulutsch 2004, Breier 2005, Rodrigues 2005). Além da umidade, a altitude também influencia a riqueza de diferentes hábitos (e.g. Gentry & Dodson 1987a, Küper et al. 2004) ou de diferentes grupos, como as pteridófitas (cf. Dittich et al. 2005).

Boa parte das espécies está concentrada na Floresta Ombrófila Densa (ou Floresta Pluvial Tropical), que no Brasil corresponde basicamente à Floresta Amazônica e à Floresta Atlântica (sensu Oliveira-Filho & Fontes 2000). A Floresta Atlântica, em especial, é considerada como um dos mais importantes hotspots da biodiversidade mundial devido à sua elevada riqueza (cerca de 20.000 espécies) e ao seu alto nível de endemismo e de ameaça (Myers et al. 2000). Infelizmente, a Floresta Atlântica foi reduzida a menos de 16% de sua extensão original e a maior parte do que restou corresponde a fragmentos pequenos, isolados e alterados, geralmente sem qualquer proteção efetiva (Silva & Tabarelli 2000, Ribeiro et al. 2009).

Tabarelli & Mantovani (1999), trabalhando com espécies arbóreas no Estado de São Paulo, sugeriram que a importância da Floresta Atlântica na conservação de espécies vegetais estivesse mais relacionada aos níveis de endemismo do que à sua riqueza de espécies em escala local (i.e. diversidade alfa). Contudo, estudos realizados nos Estados do Espírito Santo e Bahia (um dos centros de endemismo da Floresta Atlântica – Mori et al. 1981) têm comprovado que a riqueza de espécies na Floresta Atlântica é comparável às áreas mais diversas do planeta, como Colômbia, Equador e Malásia (Martini et al. 2007). Os resultados encontrados por Thomas et al. (1998) e por Martini et al. (2007) confirmam esta alta riqueza e sugerem que áreas mais ao Sul da Floresta Atlântica teriam mesmo menor densidade de espécies arbóreas (mas ver Murray-Smith et al. 2008). Apesar do alto grau de endemismo da Floresta Atlântica, nenhuma família possui distribuição centrada na região fitogeográfica do Brasil Costeiro (Gentry 1982), exceto Myrtaceae (Mori et al. 1983). Contudo, são escassos os estudos que tratam sobre a distribuição das famílias e de suas espécies (e.g. Lima et al. 1997b, Amorim et al. 2008), que são informações básicas para compreender os padrões de distribuição geográfica atual e de suas mudanças ao longo do tempo (Prance 1987).

Este trabalho apresenta uma descrição dos padrões gerais de composição, diversidade de hábitos e distribuição geográfica das espécies vasculares da Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), localizada na região sudeste do Brasil. Seu principal objetivo é comparar os padrões observados aos de outras florestas neotropicais, visando detectar possíveis particularidades da flora do PECB e auxiliar na definição de características diagnósticas da Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil.

## Material e Métodos

### 1. Área de estudo

O Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), criado em 1982, possui 37.644 ha e está localizado entre as coordenadas geográficas 24° 00' e 24° 15' S, e 47° 45' e 48° 10' O, na região sul do Estado de São Paulo. O Parque cobre trechos de relevo montanhoso e escarpado da Serra de Paranapiacaba e os morros do Planalto de Guapiara (Ponçano et al. 1981), com altitudes variando entre 30 e 1.000 m. A temperatura e precipitação anual média giram em torno de 22 °C e 1.600 mm, respectivamente. Na parte baixa do Parque, o clima é subtropical úmido com verão quente (Cfa, segundo a classificação de Köppen), enquanto na parte alta o clima é subtropical úmido com verão fresco (Cfb), com valores anuais médios de temperatura e precipitação relativamente mais baixos. Não há déficit hídrico significativo. A estação mais seca ocorre nos meses de Junho e Agosto. No PECB predominam rochas graníticas intrusivas, filitos e quartzitos (Almeida et al. 1981). Sobre estas, os Latossolos e Argissolos Vermelho-amarelos são os tipos de solo mais comuns, com elevados teores de matéria orgânica e de alumínio, baixos teores de bases trocáveis e elevada acidez (Pfeifer et al. 1986). O tipo vegetacional predominante do PECB, segundo o IBGE (Velooso 1992), é a Floresta Ombrófila Densa Montana e Submontana. Quanto à flora do PECB, pode-se afirmar que ela é bastante rica em número de espécies e relativamente bem conhecida quanto à sua composição (Lima et al. 2011). O PECB pertence à região fitogeográfica do Brasil Costeiro, a segunda mais rica em número de espécies no Neotrópico (Gentry 1982).

### 2. Levantamento dos dados

Este estudo utilizou como fonte de informações básica a lista de espécies disponível em Lima et al. (2011), que apresenta um checklist das espécies nativas florestais vasculares ocorrentes no PECB. Estes autores realizaram um extenso trabalho de compilação de informações e de revisão de nomenclatura que culminou em uma lista total com 1.143 espécies de 140 famílias botânicas, um total que representa uma boa amostra da flora do Parque e permite a identificação de padrões florísticos gerais.

Para cada uma das espécies citadas no checklist do PECB foram obtidas informações sobre o grupo taxonômico (pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, subdivididas em monocotiledôneas e 'dicotiledôneas'), hábito (ou forma de vida) e distribuição geográfica. Por uma questão de praticidade, o termo dicotiledônea é usado aqui como uma referência ao grupo não-monofilético que inclui as espécies de angiospermas exceto as monocotiledôneas, ou seja, as "angiospermas basais", magnoliídeas e eudicotiledôneas (Angiosperm Phylogeny Group 2009). O hábito foi obtido através dos trabalhos de Klein (1979), Udulutsch (2004), Breier (2005), Ziparro et al. (2005), entre outros. Para as espécies não citadas nesta literatura, a obtenção do hábito foi feita através do conhecimento dos autores em seus respectivos grupos de especialidade ou através da observação e informações contidas em materiais de herbário. Adicionalmente, foram usados os dados de altura e diâmetro

disponíveis em Aguiar (2003) e Rodrigues (2005) para a classificação das espécies de árvores e arbustos. Os hábitos considerados neste estudo foram: (i) herbáceo (ervas rasteiras, eretas ou subarbustos que não necessitam de outras plantas como suporte, incluindo epífitos acidentais e espécies rupícolas); (ii) arbustivo (até 3 metros de altura e caule ramificado); (iii) arbóreo (maiores que 3 metros, independentes de suporte); (iv) lianescente (espécies lenhosas ou herbáceas que dependem de suporte para seu desenvolvimento, mantendo sempre o contato do caule com o solo), subdivididas em escandentes (que se apóiam sobre outras), preênsais (com estruturas preensoras, como gavinhas ou ganchos) e volúveis (caules ou ramos se enrolam no forófito); (v) epífítico (plantas que se desenvolvem sem o contato caule-solo e que necessitam de outras plantas como suporte), subdividido em holoepífitos e hemiepífitos primários e secundários (inclui estranguladoras independentes de suporte quando adultas); e (vi) parasitas e hemiparasitas. Por vezes, mais de um hábito foi indicado para uma mesma espécie. Nestes casos, ambos foram citados na listagem final, mas o hábito considerado predominante para a espécie foi aquele usado durante as análises.

Quanto à distribuição geográfica, as espécies foram separadas de acordo com suas amplitudes de distribuição dentro das seguintes classes: pantropical (ocorrentes nos trópicos do novo e velho mundo); neotropical (América do Sul, América Central, Sul da América do Norte e Caribe); sul-americana (inclui distribuições disjuntas entre a Amazônia e a Floresta Atlântica); Floresta Atlântica (Floresta Atlântica lato sensu: Brasil, Paraguai e Argentina); Sul da Floresta Atlântica (distribuição no Sul e Sudeste Brasileiro, incluindo o Sul do estado da Bahia, Paraguai e Nordeste da Argentina); regional (distribuição restrita a, no máximo, três estados brasileiros); e local (espécies endêmicas da Serra de Paranapiacaba ou Vale do Ribeira). Estas classes foram definidas a partir dos padrões naturais de distribuição das espécies, mas em alguns casos o limite entre classes foi definido arbitrariamente (sul-americana e floresta atlântica). As informações de distribuição foram obtidas por meio de materiais depositados em herbários, várias revisões taxonômicas (em especial, os volumes da Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, da Flora Neotropica e da Flora Ilustrada Catarinense) e das compilações de Barros et al. (1991), Mamede et al. (2001) e Sobral et al. (2006). Adicionalmente, foram consultados os checklists da flora das Guianas (Boggan et al. 1997), da Argentina (Argentina 2008) e da Estação

Biológica La Selva, na Costa Rica (La Selva Digital Flora 2008), além do site do *World Checklist of Selected Plant Families* (2008). Espécies ocorrendo no PECB e, ao mesmo tempo, na Costa Rica ou nas Guianas tiveram suas distribuições enquadradas como neotropical ou sul-americana, respectivamente.

## Resultados

### 1. Composição e riqueza de espécies

Para o total de espécies encontrado até o presente momento dentro do PECB (1.143 espécies), as dicotiledôneas apresentaram um número de espécies que foi quase três vezes maior que as monocotiledôneas e pteridófitas juntas (Tabela 1). Contudo, a participação destes grupos não foi constante entre os diferentes hábitos. Dicotiledôneas foram mais comuns entre árvores, arbustos e lianas, as monocotiledôneas e pteridófitas estiveram mais bem representadas entre os epífitos. As 10 famílias mais ricas em número de espécies foram Myrtaceae (85 espécies), Orchidaceae (81), Fabaceae (57), Asteraceae, Melastomataceae (54), Lauraceae (53), Rubiaceae (51), Bromeliaceae (43), Piperaceae (30) e Solanaceae (25). Os 10 gêneros mais ricos foram *Eugenia* (34 espécies), *Ocotea* (26), *Leandra*, *Myrcia*, *Vriesea* (18), *Piper*, *Solanum* (16), *Miconia* (14), *Mollinedia* (13) e *Peperomia* (12). Entre as pteridófitas (123 espécies), as cinco famílias mais ricas foram Polypodiaceae (23), Dryopteridaceae (18), Hymenophyllaceae (17), Aspleniaceae (11) e Cyatheaceae (nove), que juntas representam 63% das espécies de pteridófitas.

### 2. Hábitos

Uma comparação da contribuição dos hábitos no PECB com outras florestas Neotropicais é apresentada na Figura 1. Houve considerável variação na composição entre hábitos (Tabela 2), bem como no número de famílias representadas nos hábitos considerados. No PECB, apenas uma família teve representantes em todos os hábitos exceto parasitas: Rubiaceae. Outras cinco famílias tiveram representantes em quatro hábitos: Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Melastomataceae e Urticaceae. Entre as pteridófitas, os epífitos foram os mais comuns (68 espécies ou 55%), seguido pelas espécies terrícolas herbáceas (43 espécies) e terrícolas arborescentes (*Alsophila* spp. e *Cyathea* spp.). Apenas duas espécies de pteridófitas apresentaram hábito trepador (*Lygodium volubile* e *Salpichaena volubilis*). Entre

**Tabela 1.** Número de espécies vasculares em relação às diferentes hábitos ocorrentes no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. Monocot= monocotiledôneas; Dicot= demais Angiospermas.

**Table 1.** Number of vascular species in respect to the different life forms found in the Carlos Botelho State Park, São Paulo, Brazil. Monocot= monocotyledons; Dicot= others Angiosperms.

| Hábito                    | Pteridófitas | Gimnospermas | Angiospermas |       | Total       |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------------|
|                           |              |              | Monocot      | Dicot |             |
| Herbáceo                  | 44           | -            | 58           | 108   | 210 (18,4%) |
| Arbustivo                 | 9            | -            | 13           | 94    | 116 (10,1%) |
| Arbóreo                   | -            | 1            | 3            | 443   | 447 (39,1%) |
| Lianas                    | 3            | -            | 3            | 108   | 104 (9,1%)  |
| Escandente                | -            | -            | 1            | 18    | 19 (1,7%)   |
| Preênsil                  | -            | -            | -            | 38    | 38 (3,3%)   |
| Volúvel                   | 3            | -            | 2            | 42    | 47 (4,1%)   |
| Epífítico                 | 67           | -            | 137          | 52    | 256 (22,4%) |
| Holoepífito               | 66           | -            | 123          | 38    | 227 (19,9%) |
| Hemiepífito               | 1            | -            | 14           | 14    | 29 (2,5%)   |
| Parasitas e Hemiparasitas | -            | -            | -            | 10    | 10 (0,9%)   |
| Total                     | 123          | 1            | 214          | 805   | 1143        |



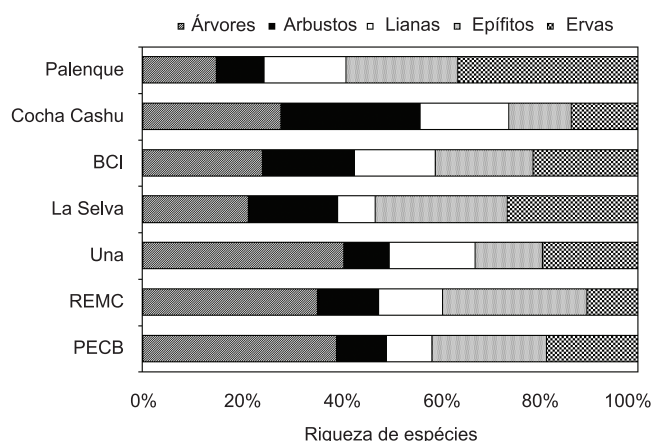
as angiospermas, o hábito arbóreo foi o mais rico e esteve presente no maior número de famílias (68), com algumas famílias sendo exclusivamente ou essencialmente arbóreas, como Annonaceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae e Sapotaceae.

O epifitismo vascular (incluindo hemiepífitos) foi o segundo hábito mais rico, com 256 espécies distribuídas em 29 famílias. Quanto à composição, Araceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Gesneriaceae, Hymenophyllaceae, Orchidaceae e Polypodiaceae foram famílias predominantemente epifíticas. Os holoeipífitos foram os mais comuns, seguido pelos hemiepífitos (e.g. *Philodendron* spp., *Spirotheca rivierii*, *Coussapoa microcarpa*, *Oreopanax capitatus*). O hábito herbáceo foi o terceiro mais rico em espécies no Parque

(210 espécies), ocorrendo em 62 famílias. Vinte e sete famílias foram exclusivamente herbáceas, com destaque para Cyperaceae, Commelinaceae, Gleicheniaceae e Marantaceae. Além destas, várias famílias tiveram grande proporção de espécies herbáceas como Asteraceae, Acanthaceae, Aspleniaceae, Begoniaceae, Blechnaceae, Dryopteridaceae, Melastomataceae, Poaceae e Rubiaceae. Os hábitos lianesciente e arbustivo foram pouco representativos em número de espécies (104 e 116 espécies, respectivamente) e estiveram distribuídas em 30 e 23 famílias, respectivamente. Houve várias famílias exclusivamente lianescientes, dentre elas Aristolochiaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Dilleniaceae, Dioscoreaceae, Menispermaceae, Passifloraceae e Vitaceae. Entre os arbustos, apenas uma família pode ser considerada exclusivamente arbustiva no PECB, Erythroxylaceae. O parasitismo foi o hábito menos diversificado no Parque, com apenas 10 espécies. As hemiparasitas (*Psittacanthus* spp., *Struthanthus* spp. e *Phoradendron* spp.) foram as mais comuns, tendo sido encontrada uma parasita de raiz, *Lophophytum leandri*.

### 3. Distribuição geográfica

Os padrões de distribuição geográfica das espécies do PECB (Tabela 3) evidenciaram que espécies comuns às floras da África e Ásia tropical são raras no PECB (1,8%), sendo proporcionalmente mais comuns entre as pteridófitas. Ao contrário, a flora do PECB é caracterizada por um predomínio de espécies (64,7%) endêmicas à Floresta Atlântica (valor inclui espécies com distribuição no Sul da Floresta Atlântica, regional e local). Dentre as espécies restritas à Floresta Atlântica, a distribuição predominante foi o Sul da Floresta Atlântica, caracterizada principalmente por espécies distribuídas no Sul e Sudeste do Brasil. Espécies distribuídas por toda a Floresta Atlântica (i.e. Sul ao Nordeste do Brasil) foram menos comuns que espécies de distribuição regional, fato que provavelmente deve-se a posição mais austral do PECB. Entre as espécies regionais, 22 estiveram restritas ao estado de São Paulo, enquanto 55 e 63 espécies ocorreram em dois (i.e. SP e RJ/PR/MG) e três estados brasileiros, respectivamente. A distribuição de apenas duas espécies foi citada como local: a bromélia *Quesnelia violacea*, restrita ao sul do estado e *Handroanthus botelhensis* (Bignoniaceae), árvore descrita através de materiais coletado dentro do Parque. De maneira geral, as famílias com maior número de espécies no PECB foram também aquelas com maior número de espécies endêmicas à Floresta Atlântica (Tabela 4).



**Figura 1.** Riqueza proporcional dos hábitos em diferentes florestas neotropicais. Fonte: Palenque (Equador)= Gentry & Dodson (1987b); Cocha Cashu (Perú), Ilha de Barro Colorado (BCI, Panamá) e La Selva (Costa Rica)= Gentry (1990); Reserva Biológica de Una (Una, Brasil)= Amorim et al. (2008); Reserva Ecológica de Macaé de Cima (REMC, Brasil)= Lima & Guedes-Bruni (1997a); Parque Estadual Carlos Botelho (Brasil)= este estudo. Hemiparasitas incluídas entre os epífitos apenas para fins de comparação.

**Figure 1.** Proportional richness of life forms in different neotropical forests. Source: Palenque (Ecuador)= Gentry & Dodson (1987b); Cocha Cashu (Peru), Barro Colorado Island (BCI, Panama) and La Selva (Costa Rica)= Gentry (1990); Una Biological Reserve (Una, Brazil)= Amorim et al. (2008); Macaé de Cima Ecological Reserve (REMC, Brazil)= Lima & Guedes-Bruni (1997a); Carlos Botelho State Park (Brazil)= this study. Hemiparasites are included among the epiphytes for comparison only.

**Tabela 2.** Famílias mais ricas, por hábito, encontradas para o Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. Ver texto para detalhes da separação das espécies em hábitos. Circunscrição em famílias segundo APG III (Angiosperm Phylogeny Group 2009).

**Table 2.** The most species-rich families in respect to the life form in the Carlos Botelho State Park, São Paulo, Brazil. See text for details on life form definition. Family circumscription followed APG III (Angiosperm Phylogeny Group 2009).

| Árvores              | Arbustos             | Epífitos              | Ervas                | Lianas             |
|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| Myrtaceae (85)       | Melastomataceae (19) | Orchidaceae (74)      | Asteraceae (20)      | Apocynaceae (14)   |
| Lauraceae (53)       | Asteraceae (14)      | Bromeliaceae (43)     | Cyperaceae (17)      | Bignoniaceae (14)  |
| Fabaceae (37)        | Piperaceae (14)      | Polypodiaceae (22)    | Melastomataceae (13) | Fabaceae (12)      |
| Rubiaceae (23)       | Solanaceae (14)      | Araceae (19)          | Rubiaceae (12)       | Asteraceae (8)     |
| Melastomataceae (21) | Rubiaceae (10)       | Hymenophyllaceae (15) | Acanthaceae (8)      | Malpighiaceae (8)  |
| Sapotaceae (14)      | Cyatheaceae (9)      | Cactaceae (14)        | Begoniaceae (7)      | Celastraceae (4)   |
| Asteraceae (13)      | Arecaceae (6)        | Piperaceae (13)       | Dryopteridaceae (7)  | Cucurbitaceae (4)  |
| Euphorbiaceae (13)   | Erythroxylaceae (3)  | Dryopteridaceae (11)  | Lamiaceae (7)        | Passifloraceae (4) |
| Monimiaceae (11)     | Urticaceae (3)       | Gesneriaceae (9)      | Orchidaceae (7)      | Rubiaceae (4)      |
| Solanaceae (10)      | Fabaceae (2)         | Loranthaceae (7)*     | Poaceae (7)          | Sapindaceae (4)    |
| Annonaceae (9)       | Monimiaceae (2)      | Aspleniaceae (6)      | Fabaceae (6)         | Menispermaceae (3) |

\*Família composta exclusivamente por hemiparasitas, incluídas entre os epífitos apenas para fins de comparação.



**Tabela 3.** Padrões de distribuição das espécies registradas no Parque Estadual de Carlos Botelho.**Table 3.** Patterns of geographical distribution of the species recorded in the Carlos Botelho State Park.

| Padrão de distribuição    | Pteridófitas | Gimnospermas | Angiospermas |       | Total       |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------------|
|                           |              |              | Monocot      | Dicot |             |
| Pantropical               | 11           | -            | 2            | 8     | 21 (1,8%)   |
| Neotropical               | 49           | -            | 38           | 110   | 197 (17,2%) |
| Sul-americana             | 19           | 1            | 36           | 118   | 174 (15,2%) |
| Floresta Atlântica        | 4            | -            | 19           | 85    | 108 (9,4%)  |
| Sul da Floresta Atlântica | 38           | -            | 88           | 365   | 491 (43,0%) |
| Regional                  | 2            | -            | 28           | 109   | 139 (12,2%) |
| Local                     | -            | -            | 1            | 1     | 2 (0,2%)    |
| Sem informações*          | -            | -            | 2            | 9     | 11 (1,0%)   |

\*Espécies com identificação apenas em gênero.

**Tabela 4.** Famílias com maior número de espécies endêmicas à Floresta Atlântica. Em parêntese, a proporção de espécies endêmicas em relação ao total de espécies registradas.**Table 4.** Families with the larger number of endemic species from the Atlantic Forest. In parenthesis, the proportion of endemic species of the total number of species recorded.

| Família         | Floresta Atlântica | Sul da Floresta Atlântica | Regional | Local | Total de endêmicas |
|-----------------|--------------------|---------------------------|----------|-------|--------------------|
| Myrtaceae       | 6                  | 51                        | 15       | -     | 72 (84,7%)         |
| Melastomataceae | 2                  | 30                        | 16       | -     | 48 (88,9%)         |
| Orchidaceae     | 14                 | 23                        | 10       | -     | 47 (58,0%)         |
| Lauraceae       | 3                  | 31                        | 10       | -     | 44 (83,0%)         |
| Asteraceae      | 2                  | 32                        | 5        | -     | 39 (72,2%)         |
| Bromeliaceae    | -                  | 25                        | 8        | 1     | 34 (79,1%)         |
| Fabaceae        | 5                  | 22                        | 4        | -     | 31 (54,4%)         |
| Rubiaceae       | 3                  | 17                        | 4        | -     | 24 (47,1%)         |
| Solanaceae      | 5                  | 13                        | 4        | -     | 22 (88,0%)         |
| Piperaceae      | 5                  | 10                        | 4        | -     | 19 (63,3%)         |
| Apocynaceae     | 5                  | 11                        | 2        | -     | 18 (85,7%)         |
| Bignoniaceae    | 5                  | 8                         | 3        | 1     | 17 (77,3%)         |

Contudo, a proporção de endemismo não foi a mesma entre elas. Myrtaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Solanaceae, Apocynaceae e Bignoniaceae apresentaram proporções maiores de endemismo, enquanto Orchidaceae, Fabaceae e Rubiaceae apresentaram proporções menores.

## Discussão

### 1. Composição e riqueza de espécies

A comparação do número de espécies e de famílias do PECB com outras florestas do Neotrópico mostra a importância do Parque na conservação da flora vascular neotropical. As famílias mais ricas encontradas no PECB foram basicamente as mesmas de outras regiões da Floresta Ombrófila Densa Atlântica do Sudeste Brasileiro (Barros et al. 1991, Lima & Guedes-Bruni 1997a, Mamede et al. 2001, Ziparro et al. 2005, Kirizawa et al. 2007). A alta riqueza de Orchidaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Rubiaceae e Piperaceae parece ser uma constante em florestas do Neotrópico. Entretanto, a alta riqueza proporcional de Myrtaceae parece ser uma particularidade das Florestas do Leste do Brasil (Mori et al. 1983, Peixoto et al. 2008, mas ver Hopkins 2005 para um alta riqueza de Myrtaceae na Amazônia). Na América Central, Amazônia e Nordeste do Brasil, as famílias Araceae, Chrysobalanaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, e

alguns gêneros (em especial *Piper*, *Ficus*, *Pouteria*, *Psychotria* e *Inga*) são mais bem representados (Gentry 1990). Na Floresta Atlântica do Sudeste, além de Myrtaceae, outras famílias e gêneros parecem ser mais diversificados, dentre elas Asteraceae e Bromeliaceae, e os gêneros *Begonia*, *Leandra*, *Mollinedia* e *Vriesea*, como encontrado no PECB (ver também Lima & Guedes-Bruni 1997a). Talvez a maior riqueza destas famílias e gêneros seja um padrão comum a estas florestas, podendo ser usado como ferramenta na sua delimitação florística. Reforçando esta sugestão, o gênero *Mollinedia* parece ser menos rico na Floresta Atlântica do Nordeste (e.g. Amorim et al. 2008, Peixoto et al. 2008).

A flora pteridofítica do PECB (123 espécies) foi relativamente rica quando comparada às florestas da Ilha do Mel (107 espécies – Salino et al. 2005), Reserva Ducke (87 – Hopkins 2005) e a outras florestas neotropicais. Mas, é importante ressaltar que este grupo ainda não foi intensamente inventariado no PECB (Lima et al. 2011), sugerindo a existência de várias outras pteridófitas no Parque. Tal fato é reforçado pela elevada riqueza encontrada em áreas próximas, como constatado por Dittrich et al. (2005 – 81 espécies em 1 ha no Paraná), Salino & Almeida (2008 – 212 táxons no Parque Estadual de Jacupiranga, São Paulo, com 150.000 ha) e A. Salino (dados não publicados – mais de 200 espécies em 800 ha de Floresta Ombrófila Densa no estado de São Paulo). Outras áreas no Sul e Sudeste do país, além de áreas no Nordeste (Amorim et al. 2008),

apresentam riquezas consideravelmente mais baixas, sobretudo aquelas mais afastadas da faixa costeira, com exceção da Serra do Cuscuzeiro, em Analândia (113 espécies – Salino 1996). A composição e riqueza por família encontrada no PECB foi bastante próxima àquela encontrada em outras florestas do Sul e Sudeste do Brasil (Sylvestre 1997, Dittrich et al. 2005, Salino et al. 2005), com uma alta contribuição de pteridófitas epífitas, contribuição esta que foi superior a muitas outras florestas tropicais (Gentry & Dodson 1987a). Aparentemente, os resultados sugerem menor riqueza de Thelypteridaceae em florestas mais elevadas (Sylvestre 1997, Dittrich et al. 2005), como encontrado aqui.

## 2. Hábitos

A contribuição das árvores na riqueza total do PECB foi comparativamente maior do que em outras florestas neotropicais (Gentry & Dodson 1987b, Hammel 1990, Foster 1990, Foster & Hubbell 1990), nas quais ervas, arbustos e lianas são mais diversificados. Este resultado é um provável efeito da maior concentração de trabalhos realizados no PECB envolvendo o hábito arbóreo (Lima et al. 2011). Futuros levantamentos direcionados aos hábitos menos inventariados no PECB são necessários para avaliar com segurança a riqueza e composição por hábito no interior do Parque. De qualquer maneira, os resultados obtidos confirmam a tendência de que espécies não-arbóreas representam de 50 a 70% da riqueza de florestas tropicais (Gentry & Dodson 1987b, Lima & Guedes-Bruni 1997a, Galeano et al. 1998).

As famílias mais ricas de árvores foram basicamente aquelas listadas por Lima & Guedes-Bruni (1997b), Tabarelli & Mantovani (1999) e Oliveira-Filho & Fontes (2000) para a Floresta Atlântica do Sudeste, com pequenas mudanças de ordenação. O mesmo é válido para a riqueza por gênero. Contudo, a riqueza de árvores encontrada (447 espécies) foi superior às demais áreas consultadas (Lima & Guedes-Bruni 1997b, Gentry 1990, Gentry & Dodson 1987b, Ziparro et al. 2005), exceto na Reserva Ducke (Hopkins 2005) e provavelmente na Reserva Biológica de Una (Amorim et al. 2008). A riqueza de árvores no PECB foi superior ao estimado para toda a Floresta Atlântica de encosta de São Paulo (432: Tabarelli & Mantovani 1999), representando aproximadamente 24% da riqueza arbórea para toda a Floresta Atlântica do Sudeste (Oliveira-Filho & Fontes 2000). Apesar de apenas uma família ter sido exclusivamente arbustiva no PECB (i.e. Erythroxylaceae), Melastomataceae, Piperaceae, Rubiaceae e Solanaceae estiveram mais bem representadas entre os arbustos, o que parece ser um padrão entre as florestas neotropicais (Foster & Hubbell 1990, Hammel 1990, Andreatta et al. 1997, Laska 1997, Hopkins 2005, Ziparro et al. 2005).

Do total de famílias de angiospermas com hábitos epífitos citadas para os Neotrópicos (Gentry & Dodson 1987a), o número de famílias encontrado no PECB representa aproximadamente 38%. A riqueza de epífitos foi bastante elevada e comparável a outras florestas neotropicais (Gentry & Dodson 1987a,b, Fontoura et al. 1997, Küper et al. 2004). Entretanto, este valor certamente não reflete a real riqueza de epífitos do PECB visto que Breier (2005) encontrou mais de 161 epífitos em uma área de apenas 10,24 ha do Parque. Por outro lado, o PECB encontra-se entre as faixas altitudinais que mais favorecem a manutenção de alta riqueza de epífitos (Küper et al. 2004). Nesse sentido, um levantamento direcionado a este hábito certamente aumentará a contribuição dos epífitos na riqueza total e revelará Orchidaceae como a família mais rica do PECB, como constatado em vários outros locais (Barros et al. 1991, Fontoura et al. 1997, Freiberg & Freiberg 2000, Küper et al. 2004). Corroborando os resultados encontrados por Gentry & Dodson (1987a), Fontoura et al. (1997), Freiberg & Freiberg (2000) e Kersten & Silva (2006), as famílias de angiospermas mais ricas entre as epífitas foram

Orchidaceae, Bromeliaceae e Araceae, que juntas perfizeram 51% de todos os epífitos do Parque. Outro resultado que parece ser um padrão em florestas neotropicais é a grande contribuição das pteridófitas e dos epífitos verdadeiros na riqueza de epífitos vasculares (Freiberg & Freiberg 2000, Küper et al. 2004).

Entre as herbáceas, as famílias mais importantes do PECB também foram próximas àquelas de outras florestas (Hammel 1990, Foster & Hubbell 1990, Andreatta et al. 1997), apesar da menor riqueza de Poaceae. O número total de herbáceas foi relativamente baixo (210 espécies incluindo pteridófitas) se comparado a outras florestas Neotropicais (192–376 espécies – Gentry & Dodson 1987b), mas relativamente maior se comparado a Reserva Ecológica de Macaé de Cima (161 espécies incluindo pteridófitas – Andreatta et al. 1997, Sylvestre 1997). Como dito anteriormente, tal resultado deve ser interpretado com cautela devido ao grau de conhecimento deste hábito no PECB e ao fato de que o checklist do PECB inclui atualmente apenas espécies florestais. A inclusão de áreas não florestais do Parque (e.g. campos antrópicos e de altitude) certamente elevará a riqueza de herbáceas no PECB.

Entre as lianas, as 30 famílias encontradas representam cerca de 50% das famílias com espécies de lianas para todo o mundo (Prósperi et al. 2001). A proporção deste hábito no PECB (9%) está aquém da média sugerida por Gentry (1991) para áreas tropicais (19%), principalmente porque este autor não considerou espécies escandentes entre as lianas. Mesmo considerando que lianas lenhosas são menos ricas na Floresta Ombrófila Densa (Gentry 1991, Udulutsch 2004, Martins et al. 2008), tal resultado deve-se em parte ao pequeno conhecimento deste hábito no Parque (Lima et al. 2011). Além disso, as famílias mais ricas foram levemente distintas daquelas sugeridas por Kim (1996) para a Província Costeira da Floresta Atlântica e por Lima et al. (1997a). Famílias relativamente mal representadas entre as lianas do PECB foram Asteraceae, Sapindaceae e Convolvulaceae, sobretudo os gêneros *Mikania*, *Serjania* e *Ipomoea*, comuns em áreas alteradas e/ou não florestais. Contudo, outros estudos Neotropicais apontam resultados semelhantes aos apresentados aqui, com Bignoniaceae, Apocynaceae e Fabaceae entre as famílias de lianas mais ricas (Foster 1990, Foster & Hubbell 1990, Morellato & Leitão-Filho 1996, Gentry 1991, Prósperi et al. 2001). Como encontrado por Gentry (1991), famílias exclusivamente lianescientes contribuíram pouco no número total de lianas encontrado. Lianas volúveis foram mais abundantes (em especial, Apocynaceae, Malpighiaceae e Asteraceae), seguido das lianas preênses (Bignoniaceae e Celastraceae) e escandentes (Fabaceae), uma tendência próxima ao observado por Lima et al. (1997a) em outro trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica.

## 3. Distribuição geográfica

Os resultados mostraram que a maior parte da flora do PECB (65%) é composta por espécies típicas da Floresta Atlântica lato sensu. Adicionalmente, a maior parte destas espécies está restrita às regiões Sul e Sudeste do Brasil, ao longo da Costa Atlântica. Este foi o mesmo padrão encontrado por Lima et al. (1997b) para outra Floresta Ombrófila Densa Atlântica no Rio de Janeiro. Contudo, a ocorrência de espécies com distribuição restrita ao Estado de São Paulo ou mais restritiva foi muito mais baixa (3%) se comparado aos estudos de Thomas et al. (1998), Lima et al. (1997b) e Amorim et al. (2008), que encontraram valores sempre acima de 18%. Isto reforça a sugestão de limites proposta por Prance (1987) para os centros de endemismo da Floresta Atlântica, que inclui o Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, mas não se estende até o Sul do Estado de São Paulo. Murray-Smith et al. (2008) sugerem centros de endemismo mais ao Sul (incluindo São Paulo, Paraná e Santa Catarina), mas apenas em áreas mais próximas ao mar, o que não é o caso do PECB. Além disso,

o alto endemismo pontual encontrado por Lima et al. (1997b) deve-se, em parte, às florestas alto-montanas lá existentes, que são pouco extensas e que ainda não foram amostradas no PECB. O mesmo pode ser dito sobre os padrões encontrados por Murray-Smith et al. (2008), que incluem também áreas com florestas de terras baixas e restingas. Por outro lado, a proporção total de espécies endêmicas à Floresta Atlântica no PECB foi maior do que aquela encontrada por estes autores (45 e 47% – Thomas et al. 1998, 57% – Lima et al. 1997b, 40% – Amorim et al. 2008), confirmando o alto grau de endemismo da flora no Parque, mesmo que em uma escala mais abrangente.

A família Myrtaceae, além da grande riqueza de espécies, apresentou uma das maiores proporções de endemismo, fortalecendo a sugestão de que as florestas do Brasil Costeiro são de fato um importante centro de diversidade desta família (Mori et al. 1983, Amorim et al. 2008, Murray-Smith et al. 2008). Melastomataceae também merece destaque por ter sido aquela com maior número de espécies endêmicas locais, superando inclusive Myrtaceae. Destaque especial também para as famílias Monimiaceae, Gesneriaceae, Arecaceae, Begoniaceae e Symplocaceae que apresentaram no PECB apenas espécies endêmicas ao bioma. Dentre as famílias com proporções mais baixas de endemismo, várias são pteridófitas, como Blechnaceae, Pteridaceae e Gleicheniaceae que não apresentaram nenhuma espécie endêmica à Floresta Atlântica. Este resultado faz sentido pensando nos mecanismos de dispersão do grupo que são muito eficientes, garantindo a colonização dos continentes (Tryon 1972). Cyatheaceae foi a principal exceção entre as pteridófitas com quase 90% de endemismo (quatro espécies no Sul da Floresta Atlântica e uma regional).

As herbáceas foram mais comuns entre as espécies de distribuição pantropical e neotropical, muito provavelmente por seus mecanismos e estratégias de dispersão. Entre as herbáceas são comuns atributos como longas distâncias de dispersão, grande produção de frutos e dormência de sementes, que auxiliam a ampliação de suas distribuições. Dentre as demais distribuições (i.e. sul-americana, Floresta Atlântica, Sul da Floresta Atlântica e regional), foi observado um padrão no qual o hábito arbóreo foi o mais comum, seguido dos epífitos, arbustos, herbáceas e lianas. Deve-se lembrar, contudo, que as árvores representam o grupo melhor inventariado no PECB. Nesse sentido, os registros para os demais grupos podem ter um viés para as espécies de ampla distribuição, que geralmente são mais facilmente reconhecidas em campo e possuem maiores abundâncias. Inventários direcionados para famílias como Araceae, Gesneriaceae, Begoniaceae, Cactaceae, Bromeliaceae, Marantaceae e Polypodiaceae, famílias com altas proporções de epífitos e herbáceas endêmicas à Mata Atlântica, poderão indicar de maneira mais precisa as particularidades da flora do PECB.

## Agradecimentos

Agradecemos ao programa de pós-graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da USP pelo suporte financeiro e Adriana M.Z. Martini e dois revisores anônimos pelas contribuições em versões prévias deste manuscrito.

## Referências Bibliográficas

- AGUIAR, O.T. 2003. Comparação entre métodos de quadrantes e parcelas na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa no Parque Estadual “Carlos Botelho” – São Miguel Arcanjo, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., PONÇANO, W.L., DANTAS, A.S.L., CARNEIRO, C.D.R., MELO, M.S. & BISTRICH, C.A. 1981. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, v.1. (Série Monografias 6).
- AMORIM, A.M., THOMAS, W.W., CARVALHO, A.M.V., JARDIM, J.G. 2008. Floristics of the Una Biological Reserve, Bahia, Brazil. *Mem. New York Bot. Gard.* 100:67-146.
- ANDREATA, R.H., GOMES, M. & BAUMGRATZ, J.F.A. 1997. Plantas herbáceo-arbustivas terrestres da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.65-73.
- ARGENTINA. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable – SADS. 2008. [www.ambiente.gov.ar/archivos/web/normativa/File/ANEXO1\\_R578.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/normativa/File/ANEXO1_R578.pdf) (último acesso em 03/2008).
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG. 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161:105-121. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- BARROS, F., MELO, M.M.R.F, CHIEA, S.A.C., KIRIZAWA, M., WANDERLEY, M.G.L. & JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. 1991. Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes. In *Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso* (M.M.R.F. Melo, F. Barros, M.G.L. Wanderley, M. Kirizawa, S.L. Jung-Mendaçolli & S.A.C. Chiea, eds.). Instituto de Botânica, São Paulo, v.1.
- BOGGAN, J., FUNK, V., KELLOFF, C. HOFF, M. CREMERS, G. & FEUILLET, C. 1997. Checklist of the plants of the Guianas (Guyana, Surinam, French Guiana). 2nd ed. Centre for the Study of Biological Diversity, Smithsonian Institution, Washington.
- BREIER, T.B. 2005. O epifitismo vascular em florestas do Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CENTER FOR TROPICAL FOREST SCIENCE – CTFS. 2008. Plots. Smithsonian Tropical Research Institute. <http://www.ctfs.si.edu/doc/plots/index.html> (último acesso em 07/2008).
- DITTRICH, V.A.O., WAECHTER, J.L. & SALINO, A. 2005. Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. *Acta Bot. Bras.* 19(3):519-525. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000300013>
- FONTOURA, T., SYLVESTRE, L.S., VAZ, A.M.S.F. & VIEIRA, C.M. 1997. Epífitas vasculares, hemiepipífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.89-101.
- FOSTER, R. 1990. The floristic composition of the Barro Colorado Island forest. In *Four Neotropical Forests* (A.H. Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven, p.85-98.
- FOSTER, R. & HUBBELL, S.P. 1990. The floristic composition of the Rio Manu floodplain forest. In *Four Neotropical Forests* (A.H. Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven, p.99-111.
- FREIBERG, M. & FREIBERG, E. 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forests in Ecuador. *J. Trop. Ecol.* 16:673-688. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467400001644>
- GALEANO, G., SUÁREZ, S. & BALSLEV, H. 1998. Vascular plant species count in a wet forest in the Chocó area on the Pacific coast of Colombia. *Biodivers. Conserv.* 7:1563-1575. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008802624275>
- GENTRY, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Ann. Mo. Bot. Gard.* 69: 557-593. <http://dx.doi.org/10.2307/2399084>
- GENTRY, A.H. 1990. Floristic similarities and differences between Southern Central America and Upper and Central Amazonia. In *Four Neotropical Forests* (A.H. Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven, p.141-159.
- GENTRY, A.H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In *The biology of vines* (F.E. Putz & H.A. Mooney, eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- GENTRY, A.H. & DODSON, C.H. 1987a. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 74(2):205-233. <http://dx.doi.org/10.2307/2399395>



- GENTRY, A.H. & DODSON, C.H. 1987b. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19:149-156. <http://dx.doi.org/10.2307/2388737>
- GIULIETTI, A.M., HARLEY, R.M., QUEIROZ, L. P., WANDERLEY, M.G.L. & VAN DEN BERG, C. 2005. Biodiversity and Conservation of Plants in Brazil. *Conserv. Biol.* 19:632-639. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00704.x>
- HAMMEL, B. 1990. The distribution of diversity among families, genera, and habit types in the La Selva flora. In *Four Neotropical Forests* (A.H. Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven, p.75-84.
- HOPKINS, M.J.G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. *Rodriguésia* 56:9-25.
- KERSTEN, R.A. & SILVA, S.M. 2006. The floristic composition of vascular epiphytes of a seasonally inundated forest on the coastal plain of Ilha do Mel Island, Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 54(3):935-942.
- KIM, A.C. 1996. Lianas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas.
- KIRIZAWA, M., SUGIYAMA, M., LOPES, E.A. & CUSTODIO-FILHO, A. 2007. Flora da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, São Paulo, Brasil. <http://www.ibot.sp.gov.br/PESQUISA/paranapiacaba/paranapiacaba.htm> (último acesso em 08/2007).
- KLEIN, R.M. 1979. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia* 31:11-164.
- KÜPER, W., KREFT, H., NIEDER, J., KÖSTER, N. & BARTHOLOTT, W. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *J. Biogeogr.* 31:1477-1487. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01093.x>
- LASKA, M.S. 1997. Structure of understory shrub assemblages in adjacent Secondary and Old Growth Tropical Wet Forests, Costa Rica. *Biotropica* 29:29-37. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00003.x>
- LA SELVA DIGITAL FLORA. 2008. <http://sura.ots.ac.cr/local/florula3/index.htm> (último acesso em 03/2008).
- LIMA, H.C. & GUEDES-BRUNI, R.R. 1997a. Diversidade de plantas vasculares na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.29-39.
- LIMA, H.C. & GUEDES-BRUNI, R.R. 1997b. Plantas arbóreas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.53-64.
- LIMA, H.C., LIMA, M.P.M., VAZ, A.M.S.F. & PESSOA, S.V.A. 1997a. Trepadeiras da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.75-87.
- LIMA, M.P.M., GUEDES-BRUNI, R.R., SYLVESTRE, L.S., PESSOA, S.V.A. & ANDREATA, R.H. 1997b. Padrões de distribuição geográfica das espécies vasculares da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.103-123.
- LIMA, R.A.F., DITTRICH, V.A.O., SOUZA, V.C., SALINO, A., BREIER, T.B. & AGUIAR, O.T. 2011. Flora vascular do Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n4/pt/abstract?inventory+bn01211042011>
- MAMEDE, M.C.H., CORDEIRO, I. & ROSSI, L. 2001. Flora vascular da Serra da Juréia, município de Iguape, São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Bot.* 15:63-124.
- MARTINI, A.M.Z., FIASCHI, P., AMORIM, A.M. & PAIXÃO, J.L. 2007. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiver. Conserv.* 16:3111-3128. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-007-9166-6>
- MARTINS, S.E., ROSSI, L., SAMPAIO, P.S.P. & MAGENTA, M.A.G. 2008. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioiga, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 22(1): 249-274. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062008000100024>
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian Forest. *Biotropica* 28(2):180-191. <http://dx.doi.org/10.2307/2389073>
- MORI, S.A., BOOM, B.M., CARVALINO, A.M. & SANTOS, T.S. 1983. Ecological Importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian Wet Forest. *Biotropica* 15:68-70. <http://dx.doi.org/10.2307/2388002>
- MORI, S.A., BOOM, B.M. & PRANCE, G.T. 1981. Distribution Patterns and Conservation of Eastern Brazilian Coastal Forest Tree Species. *Brittonia* 33:233-245. <http://dx.doi.org/10.2307/2806330>
- MURRAY-SMITH, C., BRUMMITT, N.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., BACHMAN, S., MOAT, J., LUGHADHA, E.M.N. & LUCAS, E.J. 2008. Plant diversity hotspots in the Atlantic Coastal Forests of Brazil. *Conserv. Biol.* 23:151-163. PMID:18950472. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01075.x>
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858. PMID:10706275. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32:793-810.
- PEIXOTO, A.L., SILVA, I.M., PEREIRA, O.J., SIMONELLI, M., JESUS, R.M. & ROLIM, S.G. 2008. Tabuleiro Forests North of the Rio Doce: Their representation in the Vale do Rio Doce Natural Reserve, Espírito Santo, Brazil. *Mem. New York Bot. Gard.* 100:319-350.
- PFEIFER, R.M., CARVALHO, W.A., SILVA, D.A., ROSSI, M. & MENDICINO, L.F. 1986. Levantamento semidetalhado dos solos do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. *Bol. Téc. Inst. Flor.* 40:75-109.
- PONÇANO, W.L., CARNEIRO, C.D.R., BISTRICHI, C.A., ALMEIDA, F.F.M. & PRANDINI, F. 1981. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, v.1. (Série Monografias 5).
- PRANCE, G.T. 1987. Biogeography of neotropical plants. In *Biogeography and quaternary history in tropical America* (T.C. Whitmore & G.T. Prance eds.). Clarendon Press, Oxford, p.46-65.
- PRÓSPERI, J., CABALLÉ, G. & CARAGLIO, Y. 2001. Lianas and hemiepiphytes: distribution, development, and adaptations. *Selbyana* 22:197-212.
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 142:1141-1153. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- RODRIGUES, R.R. 2005. Parcelas permanentes em 40 ha de florestas do Estado de São Paulo: uma experiência multidisciplinar. Fapesp. (4º Relatório Temático do Projeto Parcelas Permanentes). Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/parrel2005.php>>. Acesso em: nov 2007.
- SOBRAL, M., JARENKOW, J.A., BRACK, P., IRGANG, B., LAROCCA, J. & RODRIGUES, R.S. 2006. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. *RiMa, Novo Ambiente*, São Carlos.
- SALINO, A. 1996. Levantamento das pteridófitas da Serra do Cuscuzeiro, Analândia, SP, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 19(2):173-178. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062008000400009>
- SALINO, A. & ALMEIDA, T.E. 2008. Pteridófitas do Parque Estadual do Jacupiranga, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 22(4):983-991.
- SALINO, A., SILVA, S.M., DITTRICH, V.A.O. & BRITZ, R.M. 2005. Flora pteridofítica. In *História natural e conservação da Ilha do Mel* (M.C.M. Marques & R.M. Britz, orgs.). Editora UFPR, Curitiba, p.85-101.
- SHEPHERD, G.J. 2000. Conhecimento e diversidade de plantas terrestres do Brasil. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Ministério do Meio Ambiente, Brasília.



- SILVA, J.M.C. & TABARELLI, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. *Nature* 404:72-74. PMID:10716443. <http://dx.doi.org/10.1038/35003563>
- SYLVESTRE, L.S. 1997. Pteridófitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.41-52.
- TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 1999. Colonização de clareiras naturais na Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 20(1):57-66. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84041997000100006>
- THOMAS, W.W., CARVALHO, A.M.V., AMORIM, A.M.A., GARRISON, J. & ARBELÁEZ, A.L. 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiver. Conserv.* 7:311-322. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008825627656>
- TRYON, R.M. 1972. Endemic areas and geographic speciation in tropical American ferns. *Biotropica* 4(3):121-131. <http://dx.doi.org/10.2307/2989774>
- UDULUTSCH, R.G. 2004. Composição florística da comunidade de lianas lenhosas em duas formações florestais do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- VELOSO, H.P. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro. (Manuais técnicos de geociências, n.1).
- WORLD CHECKLIST OF SELECTED PLANT FAMILIES - WCSP. 2008. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <<http://www.kew.org/wcsp/>>. Acesso em: nov 2008.
- ZIPARRO, V.B., GUILHERME, F.A.G., ALMEIDA-SCABBIA, R.J. & MORELLATO, L.P.C. 2005. Levantamento florístico de floresta atlântica no sul do Estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. *Biota Neotrop.* 5(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?inventory+BN02605012005>

*Recebido em 09/03/2010*

*Versão reformulada recebida em 27/02/2012*

*Publicado em 06/03/2012*

**A new species of *Rheocricotopus* Brundin from Mato Grosso, Brazil  
(Diptera: Chironomidae, Orthocladiinae)**

**Trond Andersen<sup>1</sup> & Humberto Fonseca Mendes<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Natural History, University Museum of Bergen,  
University of Bergen, P.O. Box 7800, N-5020, Bergen, Norway. e-mail: trond.andersen@um.uib.no

<sup>2</sup>Centro de Ciências Naturais e Humanas – CCNH, Universidade Federal do ABC – UFABC,  
Av. dos Estados, 5001, Bloco A, Torre 3, 6º andar, Bangu, CEP 09210-580, Santo André, SP, Brazil

<sup>3</sup>Corresponding author: Humberto Fonseca Mendes, e-mail: orthocladiinae@gmail.com

ANDERSEN, T. & MENDES, H.F. **A new species of *Rheocricotopus* Brundin from Mato Grosso, Brazil (Diptera: Chironomidae, Orthocladiinae).** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn01412012012>

**Abstract:** *Rheocricotopus* (*Psilocricotopus*) *sirventorum* sp. n. is described and figured based on a male from Mato Grosso, Brazil. It is tentatively placed in subgenus *Psilocricotopus* Sæther as it has a triangular, subapical crista dorsalis and a rounded superior volsella. However, the new species apparently lacks acrostichals and has 40 dorsocentrals in 1-4 irregular rows.

**Keywords:** Chironomidae, Orthocladiinae, *Rheocricotopus*, *Psilocricotopus*, new species, Mato Grosso, Brazil, Neotropical region.

ANDERSEN, T. & MENDES, H.F. **Uma espécie nova de *Rheocricotopus* Brundin do Mato Grosso, Brasil (Diptera: Chironomidae, Orthocladiinae).** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn01412012012>

**Resumo:** *Rheocricotopus* (*Psilocricotopus*) *sirventorum* sp. n. é descrita e ilustrada com base em um macho adulto do Mato Grosso, Brasil. A espécie é tentativamente colocada no subgênero *Psilocricotopus* Sæther por apresentar crista dorsalis subapical e triangular e volsela superior arredondada. Entretanto esta espécie nova aparentemente não possui acrosticais e apresenta 40 dorsocentrals em 1-4 fileiras irregulares.

**Palavras-chave:** Chironomidae, Orthocladiinae, *Rheocricotopus*, *Psilocricotopus*, espécie nova, Mato Grosso, Brasil, região Neotropical.

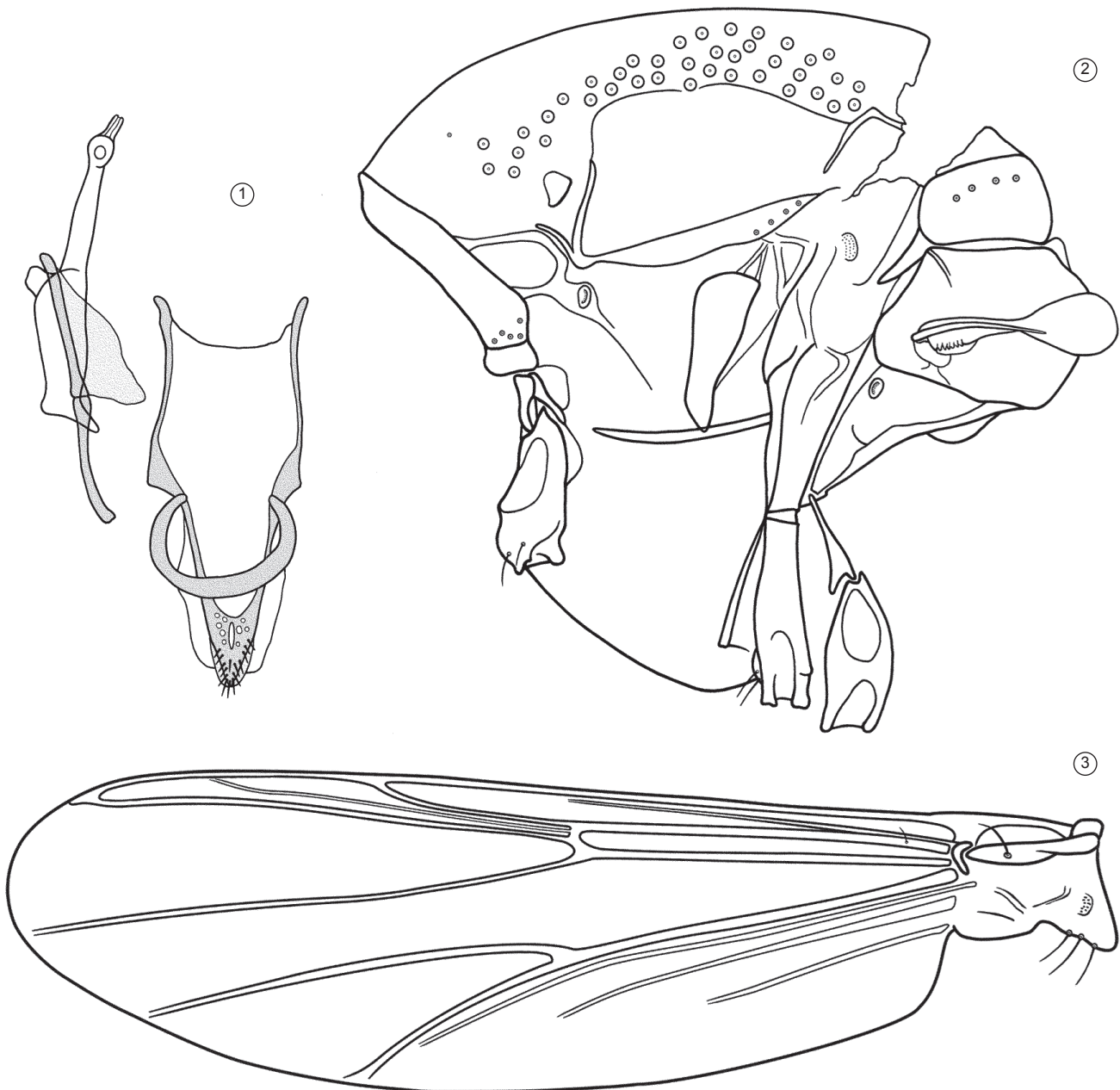
## Introduction

The genus *Rheocricotopus* Brundin, 1956 with 69 valid species, is known from all zoogeographical regions except Antarctica and Oceania. The genus is split in two subgenera, *Psilocricotopus* Sæther, 1985 with 46 species and *Rheocricotopus* s. str. with 23 species. The larvae are rheophilic on plants and stones in streams and rivers and are rarely found in the littoral zone of lakes (Cranston et al. 1983).

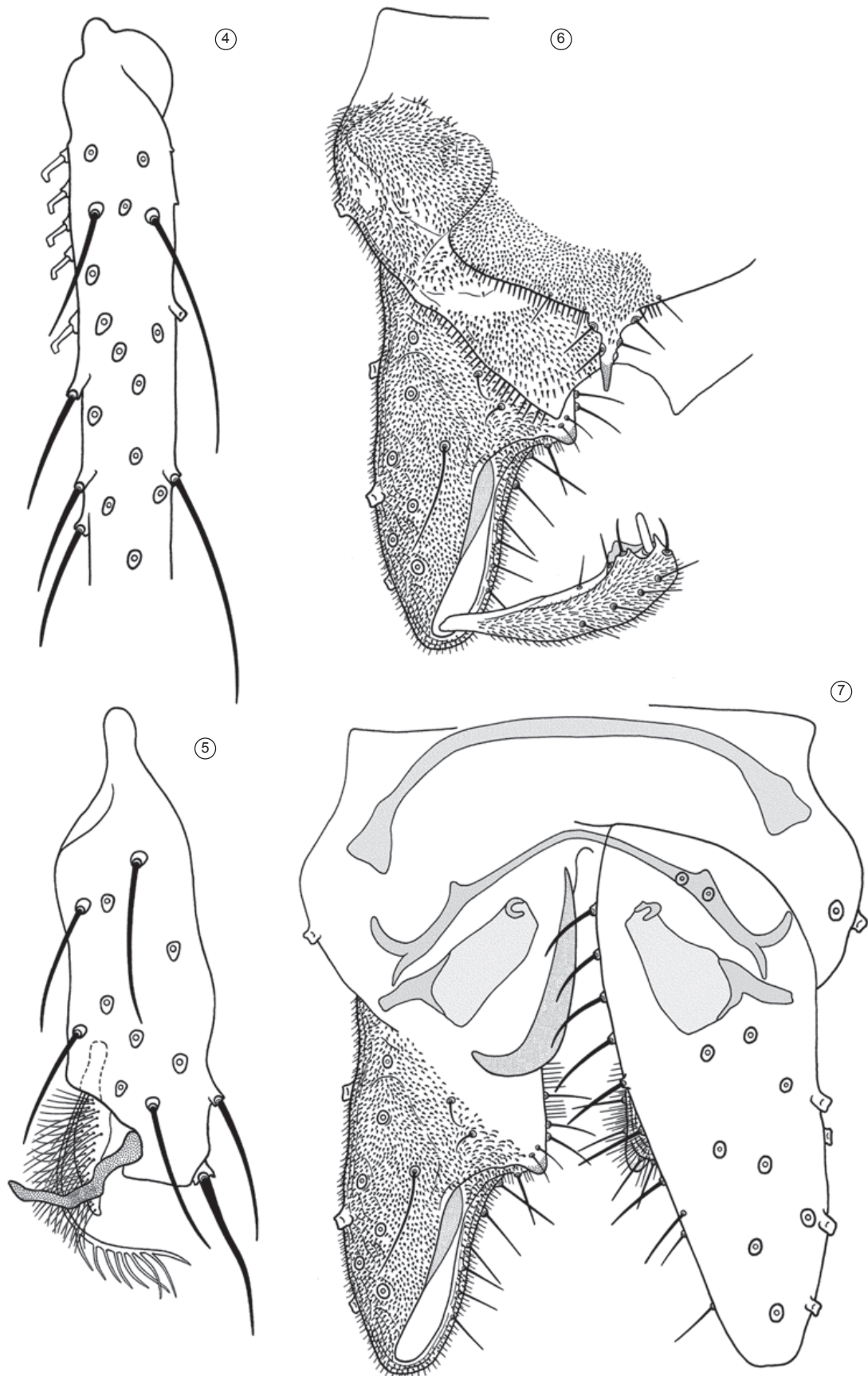
The genus has been reported repeatedly from the Neotropical Region. Spies et al. (2009) recorded larvae from Costa Rica, Cranston et al. (1989) an undescribed species from Puerto Rico, Ospina-Torres et al. (1999) larvae from Colombia, Roback & Coffman (1983) larvae from Peru, Prat et al. (2011) larvae from Ecuador and Peru, and Roque et al. (2007) and Trivinho-Strixino (2011) larvae from Brazil. Further, Wiedenbrug (2000) recorded pupal exuviae of a

*Rheocricotopus* (*Psilocricotopus*) species from mountain streams in Rio Grande do Sul in Brazil. However, there is no described species from Central or South America, although *Spaniotoma* (*Trichocladius*) *brachypus* Edwards, 1931: 279, presently regarded as a generically unplaced valid species (see Spies & Reiss 1996) might belong to *Rheocricotopus*. This species was described based on a single female from Rio Pichileufu, Rio Negro State in Argentina and has a small humeral pit, few dorsocentrals and well developed squamal fringe (Edwards 1931).

Below we describe and figure a new species of *Rheocricotopus* based on a single male from Mato Grosso in Central-Western Brazil and place it tentatively in the subgenus *Psilocricotopus* as the gonostylus has a triangular, preapical crista dorsalis and the superior volsella is rounded (see subgeneric diagnosis in Sæther (1985)). However, the new species has 1-4 irregular rows of dorsocentrals



**Figures 1-3.** *Rheocricotopus* (*Psilocricotopus*) *sirventorum* sp. n., male. 1) Tentorium, stipes and cibarial pump; 2) Thorax; 3) Wing.



**Figures 4-7.** *Rheocricotopus (Psilocricotopus) sirventorum* sp. n., male. 4) Basal one-third of tarsomere 1 of mid leg; 5) Tarsomere 5 of hind leg; 6) Hypopygium, dorsal aspect; 7) Hypopygium with anal point and tergite IX removed, dorsal aspect to the left and ventral aspect to the right.



**Table 1.** Lengths (in  $\mu\text{m}$ ) and proportions of legs of *Rheocricotopus* (*Psilocricotopus*) *sirventorum* sp. n., male (n = 1).

|    | fe  | ti  | ta <sub>1</sub> | ta <sub>2</sub> | ta <sub>3</sub> | ta <sub>4</sub> | ta <sub>5</sub> | LR   | BV   | SV   | BR  |
|----|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------|------|-----|
| p1 | 470 | 539 | 345             | 212             | 161             | 101             | 50              | 0.64 | 2.58 | 2.92 | 2.3 |
| p2 | 424 | 391 | 189             | 92              | 51              | 28              | 32              | 0.48 | 4.95 | 4.32 | 3.1 |
| p3 | 423 | 497 | 267             | 133             | 92              | 37              | 37              | 0.54 | 3.97 | 3.45 | 3.2 |

and is apparently lacking acrostichals. Although the two subgenera are distinct in the immature stages, the difference is less clear in the adults. A proper placement in subgenus should thus await the discovery of larvae and pupae.

## Material and Methods

The specimen was mounted on a slide in Canada balsam following the procedures outlined by Sæther (1969). The terminology follows Sæther (1980).

The holotype will be deposited in Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil (MZUSP).

*RHEOCRICOTOPUS* (*PSILOCRICOTOPUS*) *SIRVENTORUM* SP. N. (FIGURES 1-7).

**Type material:** Holotype male, **Brazil:** Mato Grosso, Nova Xavantina, Fazenda Queté, córrego Cachoeira, 14° 32.817' S and 52° 31.395' W, 16.x.2007, light trap, L.C. Pinho et al. (MZUSP).

**Diagnostic characters:** The species can be separated from other members of the genus by having 40 dorsocentrals in 1-4 irregular rows and apparently no acrostichals.

**Etymology:** The species is named after Ana and Rafael Sirvent Berenguer, San Vicente, for all hospitality while the senior author was in Spain drawing this species.

**Description:** Male (n = 1). Total length 2.10 mm. Wing length 1.10 mm. Total length / wing length 1.92. Wing length / length of profemur 2.33.

**Coloration.** Dark brown, thorax dark brown without distinct pattern.

**Head.** AR 1.07. Ultimate flagellomere 371  $\mu\text{m}$  long. Temporal setae 5 including 3 outer verticals and 2 postorbitals. Clypeus with 16 setae. Tentorium, stipes, and cibarial pump as in Figure 1. Tentorium 136  $\mu\text{m}$  long, 23  $\mu\text{m}$  wide. Stipes 120  $\mu\text{m}$  long, 27  $\mu\text{m}$  wide. Palp segment lengths (in  $\mu\text{m}$ ): 30, 48, 68, 98, 163. Third palpomere with 3 sensilla clavata subapically, longest 12  $\mu\text{m}$  long.

**Thorax** (Figure 2). Antepnotum with 5 setae. Dorsocentrals 40 in 1-4 irregular rows, acrostichals apparently absent, prealars 4, supraalar absent. Scutellum with 7 setae, uniserial.

**Wing** (Figure 3). VR 1.08. Costal extension 14  $\mu\text{m}$  long. Brachiolum with 1 seta, R with 1 seta, remaining veins and cells bare. Squama with 3 setae.

**Legs.** Spur of fore tibia 39  $\mu\text{m}$  long, spurs of mid tibia 14  $\mu\text{m}$  and 8  $\mu\text{m}$  long, spurs of hind tibia 34  $\mu\text{m}$  and 14  $\mu\text{m}$  long. Width at apex of fore tibia 32  $\mu\text{m}$ , of mid tibia 32  $\mu\text{m}$ , of hind tibia 34  $\mu\text{m}$ . Comb with 11 setae, longest 38  $\mu\text{m}$ , shortest 16  $\mu\text{m}$  long. Tarsomere 1 of mid leg with 5 sensilla chaetica in basal one-third (Figure 4). Pulvilli as in Figure 5. Length and proportions of legs as in Table 1.

**Hypopygium** (Figures 6-7). Tergite IX covered with microtrichia, with 2 marginal setae on each side of the anal point; laterosternite IX with 2 setae. Anal point subtriangular, 23  $\mu\text{m}$  long, 8  $\mu\text{m}$  wide at base; with 5 lateral setae. Phallapodeme 52  $\mu\text{m}$  long, aedeagal lobe with small horse-shoe shaped sclerotization orally. Transverse sternapodeme strongly curved, 77  $\mu\text{m}$  long, with distinct oral projections. Gonocoxite 159  $\mu\text{m}$  long, with bare, plate-like and

sclerotized, 34  $\mu\text{m}$  long, 6  $\mu\text{m}$  wide projection along inner margin, starting 24  $\mu\text{m}$  above apex. Superior volsella rounded, plate-like and sclerotized, 50  $\mu\text{m}$  long, 10  $\mu\text{m}$  wide at its widest part, starting 91  $\mu\text{m}$  above apex of gonocoxite. Gonostylus 70  $\mu\text{m}$  long, with distinct, triangular subapical crista dorsalis; megaseta 9  $\mu\text{m}$  long. HR 2.26. HV 2.98.

## Biology and Distribution

The species was collected in a light trap situated near a small, fast flowing stream in southeastern Mato Grosso State in Brazil.

## Acknowledgements

We are greatly indebted to Luiz Carlos Pinho, Florianópolis, for the loan of the specimen and to Patrick Ashe, Ireland, for information about the genus. Thanks are also due to FAPESP (11/50162-1) and the University Museum of Bergen for financial support.

## References

- CRANSTON, P.S., OLIVER, D.R. & SÆTHER, O.A. 1983. The larvae of Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region - Keys and diagnoses. In Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1. Larvae (T. Wiederholm ed.). Entomol. Scand. 19(Suppl.):149-291.
- CRANSTON, P.S., OLIVER, D.R. & SÆTHER, O.A. 1989. The adult males of Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region - Keys and diagnoses. In Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 3. Adult males (T. Wiederholm ed.). Entomol. Scand. 34(Suppl.):165-352.
- EDWARDS, F.W. 1931. Chironomidae. In Diptera of Patagonia and South Chile. Trustees Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, part 2, fasc. 5, p.233-331.
- OSPINA-TORRES, R., RISS, H.W. & RUIZ-MORENO, J.L. 1999. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthoclaadiinae) de la sabana de Bogotá. In Insectos de Colombia Vol. II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Alvarez Lleras No. 13. (G. Amat, G. Andrade & F. Fernández, eds). Editora Guadalupe, Bogotá, p.363-384.
- PRAT, N., ACOSTA, R., VILLAMARÍN, C. & RIERADEVALL, M. 2011. Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú. Clave para la determinación de los principales morfotipos larvários. <http://www4.ub.edu/riosandes/docs/CLAVE%20MACROMORFOLOGIA%20LARVAS%20V3.pdf> (último acceso 01/02/2012).
- ROBACK, S.S. & COFFMAN, W.P. 1983. Results of the Catherwood Bolivian-Peruvian Altiplano Expedition. Part II. Aquatic Diptera including montane Diamesinae and Orthoclaadiinae (Chironomidae) from Venezuela. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. 135:9-79.
- ROQUE, F.O., TRIVINHO-STRIXINO, S., MILAN, L. & LEITE, J.G. 2007. Chironomid species richness in low-order streams in the Brazilian Atlantic Forest: a first approximation through a Bayesian approach. J. N. Am. Benthol. Soc. 26:221-231. [http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593\(2007\)26\[221:CSRILS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593(2007)26[221:CSRILS]2.0.CO;2)

- SÆTHER, O.A. 1969. Some Nearctic Podonominae, Diamesinae and Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae). Bull. Fish. Res. Bd Canada. 107:1-154.
- SÆTHER, O.A. 1980. Glossary of Chironomid morphology terminology (Diptera: Chironomidae). Entomol. Scand. 14(Suppl.):1-51.
- SÆTHER, O.A. 1985. A review of the genus *Rheocricotopus* Thienemann & Harnisch, 1932, with the description of three new species (Diptera, Chironomidae). Spixiana 11(Suppl.):59-108.
- SPIES, M. & REISS, F. 1996. Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae. Spixiana 22(Suppl.):61-119.
- SPIES, M., ANDERSEN, T., EPLER, J.H. & WATSON JUNIOR, C.N. 2009. Chironomidae (Non-biting midges). In Manual of Central American Diptera (B.V. Brown, A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado, eds). NRC Research Press, Ottawa, p.437-480.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. 2011. Larvas de Chironomidae. Guia de identificação. EdUFSCar, São Carlos, p.1-371.
- WIEDENBRUG, S. 2000. Studie zur Chironomidenfauna aus Bergbächen von Rio Grande do Sul, Brasilien. Tese do Doutorado, Ludwig-Maximilians-Universität, München, p.1-444.

Received 14/12/2011

Revised 14/02/2012

Accepted 29/02/2012

**Novo registro de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), como parasitóide de *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil**

**Bruno Zaché<sup>1,2</sup>, Carlos Frederico Wilcken<sup>1</sup>,**

**Ronelza Rodrigues da Costa Zaché<sup>1</sup> & Natália Medeiros de Souza<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Proteção de Plantas, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho – UNESP, CEP 18603-970, Botucatu, SP, Brasil

<sup>2</sup>Autor para correspondência: Bruno Zaché, e-mail: bzache@bol.com.br

ZACHÉ, B., WILCKEN, C.F., ZACHÉ, R.R.C. & SOUZA, N.M. **New occurrence of *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) as a parasitoid of *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn01212012012>

**Abstract:** *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) is a polyphagous species and feeds on many wild and cultivated plants. In Brazil, the crops of pineapple, cotton, rice, eggplant, onions, eucalyptus, bell pepper and tomato, among other vegetables, are considered to be host of the pest. However, despite the wide host range, its occurrence as a pest is reported related to imbalances caused by excessive use of broad-spectrum insecticides, which is causing pest resistance to insecticides. Because of this complexity, alternative control methods have been proposed, for example, biological control using parasitoids. *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) is a gregarious pupal parasitoid species, preferably from the order Lepidoptera. This is the first report of *T. diatraeae* parasitizing pupae of *S. cosmioides*, parasitoid offers new prospects for biological control programs.

**Keywords:** *Spodoptera cosmioides*, polyphagia, biological control, pupal parasitoid, *Trichospilus diatraeae*.

ZACHÉ, B., WILCKEN, C.F., ZACHÉ, R.R.C. & SOUZA, N.M. **Novo registro de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), como parasitóide de *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?inventory+bn01212012012>

**Resumo:** *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie polífaga e alimenta-se de grande número de plantas cultivadas e espontâneas. No Brasil, as culturas do abacaxi, algodoeiro, arroz, berinjela, cebola, eucalipto, pimentão e tomateiro, entre outras hortaliças, são consideradas hospedeiras da praga. Entretanto, apesar da ampla gama de hospedeiros, sua ocorrência como praga é relatada relacionada a desequilíbrios provocados pelo uso excessivo de inseticidas de amplo espectro, o que vem causando a resistência da praga a inseticidas. Devido a essa complexidade, métodos alternativos de controle têm sido propostos, por exemplo, o controle biológico através da utilização de parasitóides. *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide gregário pupal preferencialmente de espécies da ordem Lepidoptera. Este é o primeiro relato de *T. diatraeae* parasitando pupas de *S. cosmioides*, parasitóide que oferece novas perspectivas para os programas de controle biológico.

**Palavras-chave:** *Spodoptera cosmioides*, polifagia, controle biológico, parasitoide de pupas, *Trichospilus diatraeae*.

## Introdução

*Trichospilus diatraeae* é um parasitoide pupal gregário, preferencialmente de insetos da Ordem Lepidoptera (Boucek 1976). Sua presença já foi constatada nas famílias: Crambidae (Cherian e Margabanghu, 1942), Noctuidae (Etienne e Viette, 1973, Zaché et al., 2010), Pyralidae, (Etienne e Viette, 1973, Boucek, 1976, Bennett et al. 1987), Nymphalidae (Boucek, 1976), Geometridae (Bennett et al. 1987), Pieridae (Torres-Bauza, 1994), Arctiidae (Paron e Berti-Filho, 2000), e Oecophoridae (Oliveira, et al., 2005).

Em 1963, *T. diatraeae* foi da Índia para Trinidad e Tobago (Antilhas) e para os EUA utilizando como hospedeiros *Diatraea* spp. (Pyralidae) (Bennett et al. 1987). Bordat et al. (1977) realizaram liberações de *T. diatraeae* para controle de pragas de gramíneas no Senegal (África), utilizando o hospedeiro *Chilo suppressalis* Walker (Pyralidae). Etienne & Viette (1973) e Etienne (1975) relataram *T. diatraeae*, nas Ilhas Reunião e Maurício, parasitando as pragas da cana-de-açúcar *Melanitis leda* L. e *Hedylepta indicata* F. (Pyralidae) e *Polydesma umbricola* Boisduval (Noctuidae) praga da conífera *Trichopolydesma collutrix*. Bournier (1975) utilizou este parasitoide no controle biológico de noctuídeos pragas de algodão em Madagascar (África), utilizando

como hospedeiro *Anagasta kuehniella* Zell. Em Comores, Brenière et al. (1985) criaram e liberaram de *T. diatraeae*, na tentativa de controlar *Chilo partellus* Swinhoe (Pyralidae), praga do milho. Rodriguez-Del-Bosque & Smith Junior (1989) realizaram testes com *T. diatraeae*, nos EUA para controle da broca do milho *Diatraea lineolata* Walker (Pyralidae). Betbeder-Matibet (1990) estudou a criação massal de *Chilo sacchariphagus* para a obtenção de *T. diatraeae*. Torres-Bauza (1994) registrou o parasitoide atacando pupas de *Dismorphia spio* (Pieridae) em *Ingá vera* (Mimosidae) em Porto Rico (Antilhas).

No Brasil, a introdução de *T. diatraeae* teria sido accidental e sua primeira ocorrência teria sido reportada em 1996 em pupas de Arctiidae (Lepidoptera) na cidade de Piracicaba no estado de São Paulo (Paron & Berti Filho 2000). Em relação a pragas florestais *T. diatraeae* foi coletado em pupas de *Thyrineina arnobia* em plantio de eucalipto no estado de Minas gerais (Pereira et al. 2008). Em 2010 foi reportado o parasitismo de *T. diatraeae* em pupas da lagarta desfolhadora do eucalipto *Melanophia consimilaria* (Walker) (Lepidoptera: Geometridae) uma praga que pupa no solo e *Hypsipyla grandella* família Pyralidae praga de *Swietenia macrophylla* (Zaché et al. 2010a,b), Em 2011 se descreveu sua ocorrência



**Figura 1.** Fêmea de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) (a); Larvas do parasitoide dentro da pupa de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) (b); Pupas do parasitoide (c); Orifício de emergência de *T. diatraeae* (d).

**Figure 1.** Female *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) (a); the parasitoid larvae in *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) (b); the parasitoid pupae (c); emergence hole of *T. diatraeae* (d).



em *Euselasia eucerus*, uma espécie da família Riodinidae e *Sarcina violascens* (Lepidoptera: Limntriidae) (Zaché et al. 2011a,b).

*Spodoptera cosmíoides* (Walk.) é uma espécie polífaga e alimenta-se de grande número de plantas cultivadas e espontâneas. No Brasil, as culturas do abacaxi (mudas), algodoeiro (maças), arroz, berinjela, cebola (partes verdes), eucalipto (mudas), mangueira, pimentão e tomateiro, entre outras hortaliças, são consideradas hospedeiras da praga (Bertels 1953, Silva et al. 1968, Santos et al. 1980).

De acordo com Silvain & Lalanne-Cassou (1997) e Lalanne-Cassou et al. (1999), *S. cosmíoides* era considerada sinônimo de *Spodoptera latifascia* (Walk.). Entretanto, esses autores demonstraram a existência de diferenças moleculares, morfológicas, fisiológicas e comportamentais entre elas, considerando-as espécies distintas. Ambas são membros de um complexo de espécies neotropicais, sendo que *S. latifascia* está estabelecida na América Central, Antilhas e sul do EUA, enquanto *S. cosmíoides* é encontrada na América do Sul.

Entretanto, apesar da ampla gama de hospedeiros, sua ocorrência como praga é relatada relacionada a desequilíbrios provocados pelo uso excessivo de inseticidas de amplo espectro, o que vem causando a resistência da praga a inseticidas. Devido a essa complexidade, métodos alternativos de controle têm sido propostos, como por exemplo, o controle biológico (Habib et al. 1983).

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto de *T. diatraeae* como parasitóide de pupas de *S. Cosmíoides* praga altamente polífaga, como uma alternativa potencial para o controle químico.

## Material e Métodos

Parasitóides utilizados neste teste foram originalmente coletadas em pupas de *Iridopsis* sp. (Lepidoptera: Geometridae) em plantios de eucalipto no município de Curvelo, Minas Gerais, Brasil, em 2009, enviados a Dr Valmir Antonio Costa no Instituto Biológico, Campinas, São Paulo para identificação e armazenamento como voucher. Posteriormente, em laboratório foi mantida, com pupas de *Spodoptera frugiperda* (Stoll) (Lepidoptera: Noctuidae) como hospedeiro. A técnica de criação do parasitóide foi descrita em detalhes por Zaché et al. (2010a).

As pupas de *S. cosmíoides* foram coletadas na criação estoque, sendo criadas em condições controladas sobre dieta artificial descrita por Giolo et al. (2002), onde 15 pupas com 24 horas de formadas foram oferecidas às fêmeas de *T. diatraeae* com 24 horas de emergência na proporção 28:1 (parasitóide: hospedeiro) por um período de 72 horas. A partir daí, a fêmea foi retirada e as pupas foram mantidas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados com tecido tipo "voil" e mantidas em câmara climática a  $26 \pm 2$  °C,  $60 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Os parâmetros avaliados foram: nível de parasitismo, o número de parasitoides emergidos e não emergidos, a duração do ciclo ovo-adulto. As pupas de *S. cosmíoides* foram dissecadas para avaliar os parasitóides não emergidos.

## Resultados e Discussão

Os parasitoides alcançaram taxas de parasitismo de 100%, com uma taxa de emergência de 100%. Uma média de 868,4 ( $\pm 0,53$  EP) parasitoides / pupa emergiram enquanto apenas 0,4 ( $\pm 0,03$  EP) parasitoides por pupa não conseguiram emergir. O ciclo de ovo a adulto de *T. diatraeae* foi de 31,3 ( $\pm 0,97$  EP) dias.

Estes resultados demonstram pela primeira vez em condições controladas a capacidade de *T. diatraeae* de parasitar pupas de *S. cosmíoides*, um Lepidoptera da família Noctuidae (Figura 1). Novos estudos são necessários para determinar o potencial de *T. diatraeae* para o controle biológico dessa praga em campo, podendo

levar a uma redução no uso indiscriminado de inseticidas químicos para o controle dessa praga sujeita a uma ampla gama de pesticidas.

## Referências Bibliográficas

- BENNETT, F.D., GLENN, H., YASEEN, M. & BARANOWSKI, R.M. 1987. Records of *Trichospilus diatraeae*, an Asian parasite (Hymenoptera: Eulophidae) from the Caribbean and Florida. Fla. Entomol.. 70:184-186. <http://dx.doi.org/10.2307/3495110>
- BERTELS, A. 1953. Pragas de solanáceas cultivadas. Agros. 6:154-160.
- BETBEDER-MATIBET, M. 1990. Élevage de plusieurs espèces du genre *Chilo* et de certains de leurs parasites pour la lutte biologique contre les foreurs des graminées en Afrique. Insect Sci. Appl. 11:617-623.
- BORDAT, D., BRENIERE, J. & COQUARD, J. 1977. Foreurs de graminées africaines: parasitisme et techniques d'élevage. Agron. Trop. 32:391-399.
- BOUČEK, Z. 1976. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). Bull. Entomol. Res. 65:669-681. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007485300006362>
- BOURNIER, J.P. 1975. Sur la reproduction parthenogenetique de *Trichospilus diatraeae* Cher. et Margab. (Hymenoptera: Chalcidoidea). Bull. Soc. Entomol. France. 80:116-118.
- BRENIERE, J., BORDAT, D., VERCAMBRE, B., HAMZA, H. & RENAND, M. 1985. Les opérations de lutte biologique contre le foreur du maïs *Chilo partellus* (Swinhoe), Lepidoptera, dans L'île de Ngazidja. Agron. Trop. 40:157-166.
- CHERIAN, M.C. & MARGABANDHU, V. 1942. A new species of *Trichospilus* (Hymenoptera: Chalcidoidea) from South India. Indian Journal of Entomology. 4:101-102.
- ÉTIENNE, J. 1975. Notes sur l'élevage et la biologie de *Pseudoperichaeta laevis* (Diptera: Tachinidae) sur hôte de laboratoire. Entomophaga. 20:105-111. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02373456>
- ÉTIENNE, J. & VIETTE, P. 1973. Nouvelle note sur *Polydesma umbricola* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae). Bull. Soc. Entomol. France. 78:98-107.
- GIOLO, F.P., GRÜTZMACHER, A.D., GARCIA, M.S. & BUSATO, G.R. 2002. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. Rev. Bras. Agrocienc. 8(3):219-224.
- HABIB, M.E.M., PALEARI, L.M. & AMARAL, M.E.C. 1983. Effect of three larval diets on the development of the armyworm, *Spodoptera latifascia* Walker, 1856 (Noctuidae, Lepidoptera). Rev. Bras. Zool. 1:177-182.
- LALANNE-CASSOU, B., SILVAIN, J.F., MONTI, L. & MALOSSE, C. 1999. Mécanismes d'isolement reproducteur chez les espèces du complexe neotropical *Spodoptera latifascia* – *S. cosmíoides* – *S. descoinsi* (Lepidoptera: Noctuidae). Actes de la IV Conférence Internationale Francophone d'Entomologie. Saint-Malo, France, 5-9 juillet, 1998. Ann. Soc. Entomol. Fr. 35:109-116.
- OLIVEIRA, H.N., ZANUNCIO, J.C., PEDRUZZI, E.P. & ESPINDULA, M.C. 2005. Rearing of *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) on guava and eucalyptus in laboratory. Brazilian Braz. Arch. Biol. Technol. 48:801-806. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132005000600016>
- PARON, MR. & BERTI-FILHO, E. 2000. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). Scientia. Agrícola. 57:355-358. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000200025>
- PEREIRA, F.F., ZANUNCIO, J.C., TAVARES, M.T., PASTORI, P.L. & JACQUES, G.C. 2008. Record of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) in Brazil. Phytoparasitica. 36:304-306. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02980777>

- RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE, L.A. & SMITH JUNIOR, J.W. 1989. Parasitization of *Diatraea lineolata* pupa and diapausing larvae by several exotic parasites. Fla. Entomol. 72:703-705. <http://dx.doi.org/10.2307/3495051>
- SANTOS, G.P., COSENZA, G.W. & ALBINO, J.C. 1980. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. Rev. Bras. Entomol. 24:153-155.
- SILVA, A.G.A., GONÇALVES, C.R., GALVÃO, D.M., GONÇALVES, A.J.L., GOMES, J., SILVA, M.N. & SIMONI, L. 1968. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Tomo 1, Parte II
- SILVAIN, J.F. & LALANNE-CASSOU, B. 1997. Distinction entre *Spodoptera latifascia* (Walker) et *Spodoptera cosmioidea* (Walker), bona species (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Franc. d'Entomol. 19:95-97.
- TORRES-BAUZA, J.A. 1994. Hymenopterous parasitoids of *Dismorfia spio* (Pieridae: Dismorphiinae). J. Lepid. Soc. 48:266.
- ZACHÉ, B., WILCKEN, C.F., DACOSTA, R.R., SOLIMAN, E.P. 2010a. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). Phytoparasitica. 38:355-357. <http://dx.doi.org/10.1007/s12600-010-0108-6>
- ZACHÉ, B., WILCKEN, C.F., ZACHÉ, R.R.C., SOLIMAN, E.P. & SAN ROMAN, M.L.L. 2010b. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), un nuevo parasitoide de *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). Idesia. 28:111-114.
- ZACHÉ, B., ZACHÉ, R.R.C.; SOLIMAN, E.P. & WILCKEN, C.F. 2011a. Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae). Int. J. Trop. Insect Sci. 20:1-5.
- ZACHÉ, B., ZACHÉ, R.R.C., SOUZA, N.M.; DIAS, T.K.R. & WILCKEN, C.F. 2011b. New record of *Trichospilus diatraeae* margabandhu & cherian, 1942 (hymenoptera: eulophidae) parasitizing *Sarsina violascens* (herrich-schaeffer, 1856) (lepidoptera: lymantriidae) in brazil. J. Plant. Protect. Res. 51:420-422.

Recebido em 08/05/2011

Versão reformulada recebida em: 04/02/2012

Publicado em 23/02/2012

## A brief inventory of sand flies (Diptera, Psychodidae) from the National Forest of the Rio Preto, State of the Espírito Santo, southeastern Brazil

Israel de Souza Pinto<sup>1,2,4</sup>, João Filipe Riva Tonini<sup>3</sup>, Adelson Luiz Ferreira<sup>2</sup> & Aloísio Falqueto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Biologia Molecular de Insetos, Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, Av. Brasil, 4365, CEP 21040-360, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

<sup>2</sup>Unidade de Medicina Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Av. Marechal Campos, 1468, CEP 29043-900, Vitória, ES, Brazil

<sup>3</sup>Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Av. Marechal Campos, 1468, CEP 29043-900, Vitória, ES, Brazil

<sup>4</sup>Corresponding author: Israel de Souza Pinto, e-mail: pintoisrael@gmail.com

PINTO, I.S., TONINI, J.F.R., FERREIRA, A.L. & FALQUETO, A. A brief inventory of sand flies (Diptera, Psychodidae) from the National Forest of the Rio Preto, State of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?short-communication+bn02312012012>

**Abstract:** The inventories on sand flies are usually conducted for a long period in leishmaniasis-endemic regions. Thus, there is little data on the sand fly fauna in areas where no leishmaniasis cases have been reported. Therefore, we conducted an inventory to study the sand fly fauna in the National Forest of Rio Preto (NFRP). We carried out a brief inventory by using four CDC light traps in 2009 during winter and summer. We collected 1,403 sand flies belonging to 11 genera and 22 species. As expected, we did not find in the NFRP region sand flies species that have been reported as vectors of *Leishmania*. However, we found some species of sand flies with few records and that rarely have been reported in southeastern Brazil. Nevertheless, the diversity and species richness of the sand flies in NFRP were similar to those reported in other Atlantic Forest conservation areas. Hence, we drew the following conclusions: (i) it is necessary to carry out inventories not only in leishmaniasis-endemic areas but also in areas with no records of this disease; and (ii) brief inventories can be useful in describing the sand fly fauna in such areas.

**Keywords:** *Phlebotominae*, diversity, inventory, Atlantic Forest, leishmaniasis.

PINTO, I.S., TONINI, J.F.R., FERREIRA, A.L. & FALQUETO, A. Um breve inventário de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) da Floresta Nacional do Rio Preto, Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?short-communication+bn02312012012>

**Resumo:** Os inventários de flebotomíneos são usualmente realizados em regiões endêmicas para leishmaniose e por um longo período. Assim, existem poucos dados sobre a fauna de flebotomíneos em áreas sem registros de casos da doença. Portanto, realizamos um breve inventário para estudar a fauna de flebotomíneos da Floresta Nacional do Rio Preto (FNRP) usando quatro armadilhas luminosas CDC durante o inverno e o verão de 2009. Coletamos 1.403 flebotomíneos pertencentes a 11 gêneros e 22 espécies. Como esperado, não encontramos flebotomíneos vetores de *Leishmania* na região da FNRP. No entanto, encontramos espécies de flebotomíneos com poucos registros e que raramente têm sido encontradas na região Sudeste do Brasil. Não obstante, a diversidade e a riqueza de espécies de flebotomíneos nessa região foram similares às reportadas para outras áreas de conservação da Mata Atlântica. Assim, concluímos o seguinte: (i) são necessários inventários não somente em áreas endêmicas, mas também em áreas sem registros da doença; e (ii) inventários breves podem ser eficientes para descrever a fauna de flebotomíneos nessas áreas.

**Palavras-chave:** *Phlebotominae*, diversidade, inventário, Mata Atlântica, leishmaniose.

## Introduction

Sand flies are the only vectors of *Leishmania* parasites, the causative agents of different clinical forms of leishmaniasis in the Neotropical region. Knowledge of the distribution and ecological aspects of sand flies is important for controlling these insects and preventing diseases transmitted by them (Rangel & Lainson 2003).

Currently, around 500 species of sand flies have been reported from Brazil; this high species richness is attributable to the presence of several biomes, such as the Atlantic and Amazon forests, the Caatinga, and the Cerrado (Brazilian savannah). Fifty-nine species of sand flies have been recorded in the state of Espírito Santo, which is situated in the Atlantic Forest biome. The highest diversity and species richness were reported in conservation areas, such as the Duas Bocas Biological Reserve, municipality of Cariacica, and the Sooretama Biological Reserve, municipality of Sooretama (Young & Duncan 1994, Virgens et al. 2008, Pinto & Santos 2007, Pinto et al. 2008, 2009, 2010, Andrade Filho et al. 2010).

Since sand flies can transmit *Leishmania* parasites to humans and other vertebrates, almost all the studies on sand fly fauna have been conducted within leishmaniasis-endemic regions and surrounding areas. Therefore, there is little data on the fauna composition, as well as the diversity and the species richness, of sand flies in conservation areas outside leishmaniasis-endemic areas. Our main objective was to evaluate the sand fly fauna in the National Forest of the Rio Preto (NFRP), an area where no cases of leishmaniasis have been reported. We also evaluated the usefulness of brief inventories in studying the sand fly fauna in the Atlantic Forest.

## Material and Methods

The NFRP is a biological reserve situated in the municipality of Conceição da Barra in the northern portion of the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. The NFRP covers an area of 28.30 km<sup>2</sup> and is characterized by lowlands with an elevation of 0-50 m a.s.l. Broadleaf evergreen forest is the predominant vegetation in the NFRP, and according to the Köppen-Geiger climate classification system, it has a tropical monsoon climate (Feitoza 1999, Peel et al. 2007).

To capture sand flies, we used four CDC automatic light traps on four consecutive days during winter (June 2009) and summer (December 2009). Samples were collected by operating the CDC light traps throughout the night (6:00 PM to 6:00 AM) for a total of 96 h. In place of the mesh cages provided by the manufacturer, we used a small container (220 mL) with 80% ethanol connected to the trap to store the insects while they were being captured. The containers were filled with 80% ethanol and transported to the Laboratory of Parasitology at the Federal University of Espírito Santo, where the sand flies were screened and mounted on glass slides by the technique proposed by Barretto & Coutinho (1940). We identified the sand flies on the basis of their morphological characters according to Galati (2003a) and classified them according to the phylogenetic classification of Galati (1995, 2003b) by using the abbreviations of generic names proposed by Marcondes (2007). Sand fly vouchers were deposited in the Phlebotomine Collection of the Instituto de Pesquisas René Rachou – Fundação Oswaldo Cruz, municipality of Belo Horizonte, state of Minas Gerais.

We used the software PAST (Hammer et al. 2001) to calculate Shannon's diversity index (H), equitability (J), and species richness (S) for each season.

## Results and Discussion

We captured 1,403 sand flies belonging to 11 genera and 22 species (H = 1.351; J = 0.437) from the NFRP (Table 1). Most

of the specimens belonged to the genus *Pressatia* Mangabeira, 1942 (71.27%), and the *Psathyromyia* Barreto 1962 genus had the highest number of species (S = 5). The diversity and equitability were higher in winter (H = 1.689; J = 0.623), while the number of specimens (n) and species richness were higher in summer (n = 1,028; S = 20). The rate of capture was 7.81 sand flies per hour per trap and 21.41 sand flies per hour per trap in winter and summer, respectively. The overall male/female sex ratio of the sand flies was 1.431.

We did not find the main vectors of the *Leishmania* parasite, namely *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912), *Nyssomyia intermedia* (Lutz & Neiva, 1912), and *Nyssomyia whitmani* (Antunes & Coutinho 1939).

The richness and diversity of the sand flies recorded in our study are higher and very similar to those reported for other conservation areas in the Atlantic Forest (Virgens et al. 2008, Pinto et al. 2010). This fact, along with the absence of sand fly vectors, can justify the use of brief inventories in evaluating the sand fly fauna in areas with no records of leishmaniasis. Such inventories do not compromise epidemiological inferences, and they reduce the cost of field work. However, a brief inventory should not be used to study the sand fly fauna in leishmaniasis-endemic areas. Sampling in leishmaniasis-endemic areas should be performed over a longer period of time to evaluate the constancy, abundance, and natural infection by *Leishmania* parasites, in order to detect the possible sand fly vectors. The record on *Evandromyia sericea* (Floch & Abonnenc, 1944) in the NFRP also stresses upon the utility of brief inventories in describing the sand fly fauna in areas where no cases of leishmaniasis have been reported. The frequency and abundance of this species of sand fly have always been found to be low, and only recently it was reported to be found in the state of Espírito Santo and the southeastern Brazil (Pinto et al. 2009); therefore, small inventories can help understand the sand fly fauna in specific regions.

The *Pressatia* genus had a high abundance in the Sooretama Biological Reserve (Virgens et al. 2008), which like the NFRP, is situated in the lowlands above the Doce River in the northern portion of Espírito Santo. However, in the Duas Bocas Biological Reserve (Pinto et al. 2010), which is situated in high-altitude areas below the Doce River, only a couple of specimens of *Pressatia equatorialis* (Mangabeira 1942) were recorded. The presence or absence of the *Pressatia choti* (Floch & Abonnenc 1941) can be responsible for the different number of specimens belonging to *Pressatia* genus between these two conservation units. Until now, *Pr. choti* has not been recorded below the Doce River. Historically, biogeographers and phylogeographers have considered the Doce River to be a boundary for several species and lineages (Müller 1973, Bates et al. 1998, Costa et al. 2000, Pellegrino et al. 2005, Cabanne et al. 2007, Brunes et al. 2010).

In the Atlantic Forest, *Ny. intermedia* and *Ny. whitmani* are the main vectors of *Leishmania braziliensis*, the causative agent of tegumentary leishmaniasis (Tolezano et al. 1994, Ferreira et al. 2001), whereas *Lu. longipalpis* is the vector of *Leishmania infantum* which is the causative agent of visceral leishmaniasis (Lainson & Rangel 2005). The absence of these sand flies species and also records of leishmaniasis in the NFRP and its surroundings supports the relationships between these vector species and the occurrence of leishmaniasis.

On the basis of this brief inventory on the NFRP, we can draw the following conclusions: such inventories can (1) sufficiently describe the sand fly fauna of the study area; (2) indicate the absence of sand fly vectors of *Leishmania* in this conservation unit; (3) show the similarity between the diversity and species richness of sand flies in different conservation units; and (4) help identify rare sand fly species.



**Table 1.** Number and sex of sand flies collected in June 2009 (winter) and December 2009 (summer) in the National Forest of the Rio Preto, municipality of Conceição da Barra, state of Espírito Santo, Southeastern Brazil. (T = Total).**Tabela 1.** Número e sexo dos flebotomíneos coletados em Junho 2009 (inverno) e Dezembro 2009 (verão) na Floresta Nacional do Rio Preto, município de Conceição da Barra, estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. (T = Total).

| Species                                                             | Winter |       |     | Summer |       |      | Total |       |      |
|---------------------------------------------------------------------|--------|-------|-----|--------|-------|------|-------|-------|------|
|                                                                     | ♂      | ♀     | T   | ♂      | ♀     | T    | ♂     | ♀     | T    |
| <i>Brumptomyia cunhai</i> (Mangabeira, 1942)                        | 2      |       | 2   |        |       |      | 2     |       | 2    |
| <i>Brumptomyia figueiredoi</i> (Mangabeira & Sherlock, 1961)        | 12     |       | 12  | 25     |       | 25   | 37    |       | 37   |
| <i>Brumptomyia nitzulescui</i> (Costa Lima, 1932)                   | 1      |       | 1   | 11     |       | 11   | 12    |       | 12   |
| <i>Brumptomyia</i> spp.*                                            |        | 29    | 29  |        | 14    | 14   |       | 43    | 43   |
| <i>Evandromyia callipyga</i> (Martins & Silva, 1965)                | 1      |       | 1   | 11     |       | 11   | 12    |       | 12   |
| <i>Evandromyia sericea</i> (Floch & Abonnenc, 1944)                 |        |       |     | 1      | 6     | 7    | 1     | 6     | 7    |
| <i>Evandromyia</i> spp.*                                            |        | 20    | 20  |        | 42    | 42   |       | 62    | 62   |
| <i>Expapillata firmatoi</i> (Barreto, Martins & Pellegrino, 1956)   |        |       |     |        | 5     | 5    |       | 5     | 5    |
| <i>Lutzomyia amarali</i> (Barreto & Coutinho, 1940)                 |        | 2     | 2   |        | 5     | 5    |       | 7     | 7    |
| <i>Micropygomyia capixaba</i> (Dias, Falcão, Silva & Martins, 1987) |        |       |     |        | 1     | 1    |       | 1     | 1    |
| <i>Micropygomyia schreiberi</i> (Martins, Falcão & Silva, 1975)     | 1      |       | 1   |        | 1     | 1    | 1     | 1     | 2    |
| <i>Pintomyia fischeri</i> (Pinto, 1926)                             | 1      | 1     | 2   | 4      | 45    | 49   | 5     | 46    | 51   |
| <i>Pintomyia misionensis</i> (Castro, 1959)                         |        | 33    | 33  |        | 13    | 13   |       | 46    | 46   |
| <i>Pintomyia serrana</i> (Damasceno & Arouck, 1949)                 |        |       |     | 1      |       | 1    | 1     |       | 1    |
| <i>Pressatia choti</i> (Floch & Abonnenc, 1941)                     | 107    |       | 107 | 564    |       | 564  | 671   |       | 671  |
| <i>Pressatia equatorialis</i> (Mangabeira, 1942)                    | 6      |       | 6   | 2      |       | 2    | 8     |       | 8    |
| <i>Pressatia</i> spp.*                                              |        | 75    | 75  |        | 246   | 246  |       | 321   | 321  |
| <i>Psathyromyia lanei</i> (Barretto & Coutinho, 1941)               |        | 1     | 1   |        | 2     | 2    |       | 3     | 3    |
| <i>Psathyromyia lutziana</i> (Costa Lima, 1932)                     | 1      |       | 1   |        |       |      | 1     |       | 1    |
| <i>Psathyromyia pascallei</i> (Coutinho & Barretto, 1940)           | 42     | 16    | 58  | 8      | 7     | 15   | 50    | 23    | 73   |
| <i>Psathyromyia pestanai</i> (Barretto & Coutinho, 1941)            |        |       |     | 1      | 1     | 2    | 1     | 1     | 2    |
| <i>Psathyromyia shannoni</i> (Dyar, 1929)                           |        |       |     | 5      | 1     | 6    | 5     | 1     | 6    |
| <i>Psychodopygus davisi</i> (Root, 1934)                            | 15     | 6     | 21  | 3      | 1     | 4    | 18    | 7     | 25   |
| <i>Sciopemyia microps</i> (Mangabeira, 1942)                        |        |       |     |        | 1     | 1    |       | 1     | 1    |
| <i>Trichopygomyia longispina</i> (Mangabeira, 1942)                 | 1      | 2     | 3   |        | 1     | 1    | 1     | 3     | 4    |
| <b>Total</b>                                                        | 190    | 185   | 375 | 636    | 392   | 1028 | 826   | 577   | 1403 |
| <b>sex ratio</b>                                                    |        | 1.027 |     |        | 1.622 |      |       | 1.431 |      |
| <b>species richness (S)</b>                                         |        | 15    |     |        | 20    |      |       | 22    |      |
| <b>Equitability (J)</b>                                             |        | 0.623 |     |        | 0.350 |      |       | 0.437 |      |
| <b>Shannon's diversity (H)</b>                                      |        | 1.689 |     |        | 1.049 |      |       | 1.351 |      |

\*These species belong to a these particular genera but are not sure to which exact species they belong due to morphological similarities.

## Acknowledgements

C.M. Mattedi provided invaluable help in the field work. National Forest of the Rio Preto provided logistic support. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) provided collect permission for sand flies. CAPES provided fellowship support to ISP and JFRT.

## References

- ANDRADE FILHO, J.D., PINTO, I.S., SANTOS, C.B. & CARVALHO, G.M.L. 2009. Description of *Evandromyia grimaldii* sp. nov. (Diptera: Psychodidae), a new phlebotomine species from the state of Espírito Santo, Southeast Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 104:604-607. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762009000400012>
- BARRETTO, M.P. & COUTINHO, J.O. 1940. Processos de captura, dissecação e montagem de flebotomos. Ann. Fac. Med. São Paulo 16:173-187.
- BATES, J.M., HACKETT, S.J. & CRACRAFT, J. 1998. Area-relationships in the Neotropical lowlands: a hypothesis based on raw distributions of passerine birds. J. Biogeogr. 25:783-793. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.2540783.x>
- BRUNES, T.O., SEQUEIRA, F., HADDAD, C.F.B. & ALEXANDRINO, J. 2010. Gene and species trees of a Neotropical group of treefrogs: Genetic diversification in the Brazilian Atlantic Forest and the origin of a polyploid species. Mol. Phylogenet. Evol. 57:1120-1133. PMID:20813192. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2010.08.026>
- CABANNE, G.S., SANTOS, F.R. & MIYAKI, C.Y. 2007. Phylogeography of *Xiphorhynchus fuscus* (Passeriformes, Dendrocolaptidae): vicariance and recent demographic expansion in southern Atlantic forest. Biol. J. Linn. Soc. 91:73-84. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00775.x>
- COSTA, L.P., LEITE, Y.L.R., FONSECA, G.A.B. & FONSECA, M.T. 2000. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. Biotrop. 32:872-881.
- FEITOZA, L.R. 1999. Carta Agroclimática do Espírito Santo. Governo do Estado do Espírito Santo, Secretaria de Estado da Agricultura; Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária – EMCAPA.

- FERREIRA, A.L., SESSA, P.A., VAREJÃO, J.B.M. & FALQUETO, A. 2001. Distribution of sand flies (Diptera: Psychodidae) at different altitudes in an endemic region of American cutaneous leishmaniasis in the state of Espírito Santo, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 96:1061-1067. PMID:11784923.
- GALATI, E.A.B. 1995. Phylogenetic systematics of Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) with emphasis on American groups. *Bol. Dir. Malaria. San. Amb.* 35:133-142.
- GALATI, E.A.B. 2003a. Morfologia, terminologia de adultos e identificação dos táxons da América. In *Flebotomíneos do Brasil* (E.F. Rangel & R. Lainson, org.). Fiocruz, Rio de Janeiro, p.53-175.
- GALATI, E.A.B. 2003b. Classificação de Phlebotominae. In *Flebotomíneos do Brasil* (E.F. Rangel & R. Lainson, org.). Fiocruz, Rio de Janeiro, p.23-51.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4:9.
- LAINSON, R. & RANGEL, E. 2005. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of American visceral leishmaniasis, with particular reference to Brazil - A Review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 100:811-827. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762005000800001>
- MARCONDES, C.B. 2007. A proposal of generic and subgeneric abbreviations for Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) of the world. *Entomol. News* 118: 351-356. [http://dx.doi.org/10.3157/0013-872X\(2007\)118\[351:APOGAS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.3157/0013-872X(2007)118[351:APOGAS]2.0.CO;2)
- MÜLLER, P. 1973. The dispersal centers of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm. W. Junk B.V. Publishers, The Hague, 244p. (*Biogeographica*, no.2).
- PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L. & MCMAHON, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11:1633-1644. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- PELLEGRINO, K.C.M., RODRIGUES, M.T., WAITE A.N., MORANDO, M., YONENAGA-YASSUDA, Y. & SITES JUNIOR, J.W. 2005. Phylogeography and species limits in the *Gymnodactylus darwini* complex (Gekkonidae: Squamata): genetic structure coincides with river systems in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol. J. Linn. Soc.* 85:13-26. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00472.x>
- PINTO, I.S. & SANTOS, C.B. 2007. Description of *Lutzomyia (Lutzomyia) falquetoi* sp. nov. (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) a new species from the state of Espírito Santo, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 102:165-167. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762007005000006>
- PINTO, I.S., PIRES, J.G., SANTOS, C.B., VIRGENS, T.M., LEITE, G.R., FERREIRA, A.L. & FALQUETO, A. 2008. First record of *Nyssomyia yuilli yuilli* (Young & Porter) and *Trichopygomyia longispina* (Mangabeira) (Diptera: Psychodidae) in the state of Espírito Santo, Brazil. *Biota Neotrop.* 8: <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?short-communication+bn00708012008> (último acesso em 11/10/2011).
- PINTO, I.S., SANTOS, C.B., FERREIRA, A.L. & FALQUETO, A. 2009. Primeiro registro de *Evandromyia (Aldamyia) sericea* (Floch & Abonenn) (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) para a região Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 53:487-489. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000300027>
- PINTO, I.S., SANTOS, C.B., FERREIRA, A.L. & FALQUETO, A. 2010. Richness and diversity of sand flies (Diptera, Psychodidae) in an Atlantic Rainforest reserve in southeastern Brazil. *J. Vector Ecol.* 35:325-332. PMID:21175939. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1948-7134.2010.00090.x>
- RANGEL, E.F. & LAINSON, R. 2003. *Flebotomíneos do Brasil*. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 368p.
- TOLEZANO, J.E. 1994. Eco-epidemiological aspects of American cutaneous leishmaniasis in the State of São Paulo, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 89:427-434. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02761994000300026>
- VIRGENS, T.M., SANTOS, C.B., PINTO, I.S., SILVA, K.S., LEAL, F.C. & FALQUETO, A. 2008. Phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae) in an American tegumentary leishmaniasis transmission area in northern Espírito Santo state, Brazil. *Cad. Saúde Pública* 24:2969-2978. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2008001200029>
- YOUNG, D.G. & DUNCAN, M.A. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). *Memoirs of the Mem. Am. Entomol. Inst.* 54:1-881.

Received 13/10/2011

Revised 02/03/2012

Accepted 29/03/2012

## A vegetação do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), São Paulo, Brasil

Natália Macedo Ivanauskas<sup>1</sup>, Roseli Lika Miashike<sup>1</sup>, João Ruffin Leme de Godoy<sup>2</sup>,  
Flaviana Maluf de Souza<sup>1,5</sup>, Marina Mitsue Kanashiro<sup>3</sup>, Isabel Fernandes de Aguiar Mattos<sup>3</sup>,  
Maria Teresa Zugliani Toniato<sup>4</sup> & Geraldo Antônio Daher Corrêa Franco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Florestal, Seção de Ecologia Florestal,  
Rua do Horto, 931, CEP 02377-000, São Paulo, SP, Brasil, <http://www.iflorestal.sp.gov.br>

<sup>2</sup>Faculdade de Engenharia São Paulo, Av. 9 de Julho, 5520, São Paulo, SP, Brasil

<sup>3</sup>Instituto Florestal, Seção de Introdução,  
Rua do Horto, 931, CEP 02377-000, São Paulo, SP, Brasil, <http://www.iflorestal.sp.gov.br>

<sup>4</sup>Instituto Florestal, Estação Experimental de Bauru,

Av. Rodrigues Alves, 38-25, CEP 17030-000, Bauru, SP, <http://www.iflorestal.sp.gov.br>

<sup>5</sup>Autor para correspondência: Flaviana Maluf de Souza, e-mail: [flavianams@yahoo.com.br](mailto:flavianams@yahoo.com.br)

IVANAUSKAS, N.M., MIASHIKE, R.L., GODOY, J.R.L., SOUZA, F.M., KANASHIRO, M.M., MATTOS, I.F.A., TONIATO, M.T.Z. & FRANCO, G.A.D.C. **The vegetation of the Alto Ribeira Touristic State Park (PETAR), São Paulo, Brazil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn01911032011>

**Abstract:** The Alto Ribeira Touristic State Park (PETAR) is part of the ecological continuum of the Paranapiacaba Range, one of the most preserved sites of the Atlantic Forest in São Paulo State. However, studies exploring its floristic structure and composition are rare. The objective of this study was to map the vegetation and characterize the flora of the different vegetation types of PETAR to contribute to its management plan. Aerial photographs were used to produce a general and a detailed map of the park. Data collected through field surveys were combined with secondary data to characterize PETAR's flora. It was found that the Ombrophilous Dense Forest is the predominant vegetation type in PETAR (65%), which mostly occurs at elevations that correspond to the Montane (78.2%) and Lower Montane (19.4%) types. There are also areas of High Montane (0.1%) and Alluvial vegetation (1.7%). The Ombrophilous Open Forest with bamboos, where large patches of bamboos have replaced the tall closed forest, occurs in approximately 13%. Sites of secondary vegetation, which have been regenerating after past clearcuts comprise about 17%. The detailed map showed 12 different vegetation types, which were characterized according to vegetation height and density of cover. The most preserved sites, characterized by tall trees and a closed canopy structure, comprised about 37% of the park's vegetated area. Primary and secondary data were pooled and resulted in a list of 680 native plant species, with the field surveys adding 162 new records for the park. It was found that 40 species belong to some category of threat according to the official red lists of São Paulo State, Brazil, and of the world. Forty-four exotic species were identified, of which 14 were classified as invasive.

**Keywords:** *flora, Ombrophilous Dense Forest, Atlantic Forest, Paranapiacaba Range, karst*

IVANAUSKAS, N.M., MIASHIKE, R.L., GODOY, J.R.L., SOUZA, F.M., KANASHIRO, M.M., MATTOS, I.F.A., TONIATO, M.T.Z. & FRANCO, G.A.D.C. **A vegetação do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), São Paulo, Brasil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?inventory+bn01911032011>

**Resumo:** O Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) faz parte do contínuo ecológico de Paranapiacaba, um dos trechos mais bem conservados de Floresta Atlântica no estado de São Paulo. Entretanto, há pouquíssimos estudos sobre a composição florística e a estrutura da vegetação dessa área, que apresenta peculiaridades como a localização sobre regiões cársticas. O objetivo deste trabalho foi mapear a vegetação e caracterizar a flora das diferentes fitofisionomias existentes no PETAR, a fim de fornecer subsídios para a elaboração do seu plano de manejo. Para isso, fez-se o mapeamento geral e detalhado do Parque por meio de interpretação de fotografias aéreas, além de levantamentos de campo e de dados secundários para a caracterização da flora. No PETAR, predomina a Floresta Ombrófila Densa (65%), com a maior parte ocorrendo nas cotas altitudinais correspondentes à Montana (78,2%) e Submontana (19,4%), sendo encontradas também pequenas áreas de Floresta Ombrófila Densa Alto-montana (0,1%) e Aluvial (1,7%). Aproximadamente 13% são ocupados por Floresta Ombrófila Aberta com bambus, onde a vegetação arbórea de porte alto dá lugar a grandes manchas de bambu e pouca regeneração natural. Trechos de vegetação secundária, que sofreram corte raso e encontram-se em regeneração, somam cerca de 17%. No detalhamento, foram mapeados 12 tipos vegetacionais, subdivididos de acordo com o porte e a densidade da cobertura vegetal. Os trechos mais conservados, com vegetação de porte arbóreo alto e estrutura de dossel fechado, compreendem aproximadamente 37% da área vegetada do Parque. A união dos registros de campo com os dados secundários resultou em uma lista de 680 espécies de plantas nativas, sendo que o levantamento de campo acrescentou 162 novos registros para o Parque. Quarenta espécies encontram-se em alguma das categorias de ameaça das listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção no estado de São Paulo, no Brasil e no mundo. Foram identificadas 44 espécies exóticas, das quais 14 foram consideradas invasoras.

**Palavras-chave:** *flora, Floresta Ombrófila Densa, Mata Atlântica, Serra de Paranapiacaba, carste.*

## Introdução

No Brasil, apenas 9,3 dos 11,73% de vegetação que ainda restam da Mata Atlântica têm a sua proteção garantida em unidades de conservação (UC) de proteção integral (Ribeiro et al. 2009). Um dos trechos mais bem conservados é o contínuo ecológico de Paranapiacaba, formado pelo Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), Parque Estadual Intervalos (PEI) e Estação Ecológica de Xitué (EEcX). Esse conjunto de unidades de conservação soma cerca de 120.000 ha (Souza et al. 2006), compondo uma das sete maiores áreas contínuas de Mata Atlântica identificadas no país (Ribeiro et al. 2009).

Apenas no sudeste do estado de São Paulo e nordeste do Paraná, na região do Vale do Ribeira e Alto Paranapanema, são encontradas áreas de Floresta Ombrófila Densa sobre regiões cársticas, com destaque para o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), o Parque Estadual Intervalos e o Parque Estadual Caverna do Diabo. Dentre estes, o PETAR é reconhecido internacionalmente pelo número, beleza e complexidade das suas cavernas: até o momento foram levantadas mais de 400 cavernas, compondo cerca de 80 km subterrâneos, em fase de desenvolvimento há aproximadamente 1,7 milhões de anos (Karmann 1994). O PETAR situa-se em uma área montanhosa, com dolinas, paredões rochosos, cones cársticos, rios subterrâneos e lápias em relevos cársticos e com montanhas onduladas sobre granitos intrusivos e filitos (Aidar 2000, Godoy 2001). As lentes de calcário apresentam geomorfologia diferenciada e originam solos mais férteis, com altos teores de cálcio e magnésio, mas pouco profundos e que dão origem a florestas diferenciadas do padrão encontrado sobre os solos mais ácidos, menos férteis e com teores de alumínio mais elevados, característicos das encostas da Serra do Mar (Aidar et al. 2001, Godoy 2001).

A presença de áreas contíguas com vegetação em bom estado de conservação no contínuo ecológico de Paranapiacaba se deve à dificuldade de ocupação humana em decorrência de condições físico-climáticas desfavoráveis na região, como relevo montanhoso, declividades acentuadas, solos pobres em nutrientes e clima superúmido (Aidar 2000). Ocupadas sobretudo pela Floresta Ombrófila Densa, essas áreas merecem atenção especial para a conservação da biodiversidade brasileira, pois este tipo de floresta contém mais da metade da riqueza (60%) e a maior parte dos endemismos (80%) encontrados na Mata Atlântica *lato sensu* (Stehmann et al. 2009). Além disso, a região do Vale do Ribeira e Alto Paranapanema permanece fora dos principais eixos de desenvolvimento econômico paulista, com predominância de população rural sobre a urbana e os piores índices de desenvolvimento humano do estado de São Paulo. Nessa região, estão abrigadas comunidades com evidências de tradicionalidade de grande valor sociocultural e histórico (ex.: quilombolas) e, ao mesmo tempo, em situação de extrema pobreza, com baixa dinâmica econômica resultante dos altos índices de vulnerabilidade social (Fogaça et al. 2010). Diante das limitações socioeconômicas e das restrições ambientais, o turismo representa importante papel para o Vale do Ribeira e Alto Paranapanema, desde que sejam compatibilizadas as ações de conservação e o desenvolvimento regional. Nesse contexto, a necessidade de planejamento se faz premente, de forma a ordenar o uso do território pelos diferentes públicos (Magro et al. 2010).

O uso da área e o manejo dos recursos naturais de qualquer unidade de conservação são regulamentados pelo seu plano de manejo, documento que fornece um diagnóstico multidisciplinar para orientar a gestão. A caracterização da vegetação é um dos elementos fundamentais do plano, uma vez que ela constitui a grande unidade da paisagem na qual se inserem todos os demais seres vivos que também devem ser protegidos. É com base no mapeamento da vegetação e em

suas características que se realizam as propostas de zoneamento da UC, determinando as classes de uso e conservação em suas diferentes porções. Diante da importância desse conhecimento para promover a conservação da biodiversidade de forma eficiente e em harmonia com as demais atividades de uma UC, este trabalho teve como objetivo mapear a vegetação e caracterizar a flora das diferentes fitofisionomias existentes no PETAR, a fim de fornecer subsídios para a elaboração do seu plano de manejo.

## Métodos

### 1. Área de estudo

O PETAR possui uma área de 35.884,28 ha e abrange parte dos municípios de Iporanga, Apiaí e Guapiara, na região sul do estado de São Paulo (24° 16' 40" - 24° 38' 30"S e 48° 27' 20" - 48° 44' 00" O; Figura 1). Localizado em uma região de confluência de vários sistemas de circulação atmosférica (atlântico, polar, tropical), o PETAR tem seu clima classificado, segundo o sistema de Köppen (1948), como Cfb-Subtropical úmido sem estação seca e com verão fresco, com a temperatura média do mês mais frio menor que 18° C e a temperatura média do mês mais quente superior a 22° C (SMA, não publicado). Dados de precipitação para a região de Iporanga indicam uma média anual variando de 1.500 a 2.000 mm, com a maior precipitação média mensal ocorrendo no mês de janeiro e a menor em agosto (Lepsch et al. 1990).

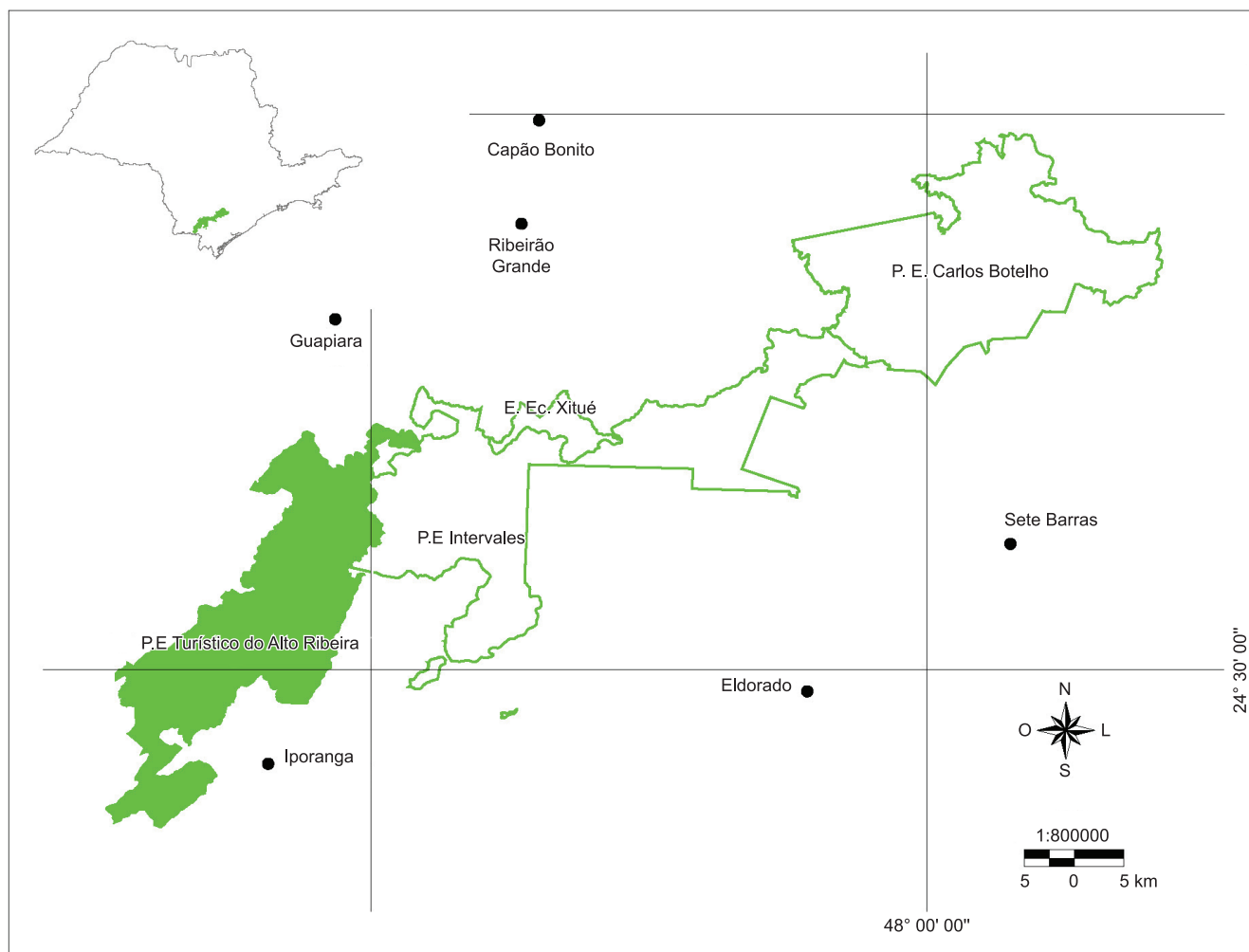
O PETAR encontra-se em uma área de relevo montanhoso com grande amplitude altitudinal, variando de 80 a 1.146 m. O relevo pode apresentar formas mais arredondadas sobre granitos intrusivos e filitos, ou mais dissecadas nas áreas sobre calcário, caracterizando um relevo residual cárstico (Godoy 2001). O calcário decompõe-se facilmente com a umidade dos climas tropicais, restando apenas as partes mais duras sob a forma de rocha, formando cones cársticos, declividades exageradamente acentuadas, pronunciados sulcos, e cristas e platôs na meia encosta. Depressões circulares, ou dolinas, com até 150 m de profundidade podem se formar devido a escavações causadas pelas correntes subterrâneas (Walter 1986; Baillie 1996). Devido à presença de grandes porções de rochas calcárias, porosas e de fácil dissolução ou desgaste pela água em conjunto com ácidos orgânicos e inorgânicos, o Parque apresenta um expressivo número de cavernas. Os solos predominantes são os Cambissolos háplicos, seguidos de Neossolos litólicos e Latossolos (Vermelho, Amarelo e Vermelho-Amarelo), ocorrendo em menores proporções os Argissolos amarelos e os Gleissolos (Rossi & Pires-Neto 2010).

### 2. Mapeamento da vegetação e caracterização da flora

Para o mapeamento da vegetação foram utilizadas fotografias aéreas verticais em colorido natural, na escala aproximada de 1:35.000, realizadas pela AEROCARTA-BASE-ENGEFOTO para a SMASP-PPMA-KFW em 2000/2001, e o mosaico aerofotogramétrico digital do mesmo voo. Foram utilizadas também as fotografias do voo aerofotogramétrico do Litoral Sul na mesma escala, realizadas pela Terrafoto S.A. para a CESP, e a imagem do satélite SPOT 4 de 2005, com resolução de 5 x 5 m, para atualização das informações obtidas pela fotointerpretação das fotografias de 2000/2001. A análise das fotografias foi realizada com base nos procedimentos adotados por Lueder (1959) e Spurr (1960), que identificam e classificam a vegetação utilizando os elementos da imagem fotográfica como cor, tonalidade, textura, entre outros. A observação de atributos como porte, densidade da vegetação e abundância de bambus complementaram essa análise e orientaram a definição das manchas de vegetação, possibilitando a realização de um mapeamento detalhado. As informações foram digitalizadas e transportadas para as bases cartográficas digitais de



## A vegetação do PETAR



**Figura 1.** Localização do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, na região do contínuo ecológico da Serra de Paranapiacaba, estado de São Paulo.

**Figure 1.** Location of the Alto Ribeira Touristic State Park in the region of the ecological continuum of the Paranapiacaba Range, São Paulo State, Brazil.

Mina do Espírito Santo (SG-22-X-B-II-4) – 1974, Ribeirão Itacolomi (SG-22-X-B-III-3) – 1974 e Iporanga (SG-22-X-B-V-2) – 1987, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), elaborando-se, assim, um mapa preliminar. Durante os trabalhos de campo, fez-se a verificação dos padrões estabelecidos pela fotointerpretação, apontando-se eventuais divergências para a realização de ajustes e elaboração do mapa final. O sistema de classificação da vegetação utilizado foi o de Veloso et al. (1991).

O levantamento das espécies de plantas vasculares foi feito unindo-se dados secundários e dados obtidos em campo. Para a obtenção de dados secundários, foram consultados estudos florísticos ou fitossociológicos desenvolvidos no Parque, incluindo-se artigos científicos, dissertações e teses. Também foram incluídos os registros informatizados das exsiccatas depositadas em herbários e disponíveis nas bases de dados SpeciesLink (2010) e SinBiota (Sistema de Informação Ambiental do BIOTA 2010). Os dados foram obtidos diretamente no material impresso ou online, não tendo sido feita a verificação do material testemunho. Apenas as identificações com binômio completo foram consideradas. Para a inclusão das citações provenientes dos registros de herbários, foram utilizados também os seguintes critérios: a) exsiccatas certamente registradas dentro dos limites do Parque (coletas com coordenadas geográficas); b) registros que continham, em algum dos campos (ex.: localidade e notas), informações de que a coleta havia sido realizada dentro do

Parque; c) coletas nos municípios de Apiaí e Iporanga, admitindo-se que provavelmente a UC tenha sido a área preferencial para coletas botânicas nos municípios abrangidos pelo Parque e que a ausência ou imprecisão de coordenadas se deva ao fato de serem coletas antigas ou a falhas de equipamento.

O levantamento de campo foi feito percorrendo-se 22 trilhas em quatro viagens, com duração total de 26 dias. As trilhas estavam distribuídas por cinco núcleos do Parque (Tabela 1), de forma a abranger a maior variedade de fitofisionomias possível. Ao longo do caminho foram amostrados predominantemente os indivíduos arbustivos e arbóreos. O material botânico coletado foi identificado por meio de comparação com exsiccatas existentes em herbários, com o uso de bibliografia específica ou por consulta a especialistas. Após a identificação, o material fértil foi incorporado ao herbário D. Bento Pickel, do Instituto Florestal (SPSF). A classificação em família das plantas Psilotopsida, Equisetopsida, Marattiopsida e Polypodiopsida seguiu a proposta de Smith et al. (2006). Em relação às plantas Spermatophyta, para as Magnoliophyta (Angiospermas) foi utilizado como base o trabalho de Souza & Lorenzi (2008) com atualização das famílias de acordo com a publicação do APGIII (Angiosperm Phylogeny Group III 2009) e, para as Pinophyta (Gimnospermas), as famílias seguiram os nomes classicamente encontrados na literatura. A lista final de espécies, resultante da união dos dados primários e secundários, seguiu a grafia e sinonimização do Catálogo de Plantas e

**Tabela 1.** Trilhas percorridas para o levantamento da vegetação no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, estado de São Paulo.**Table 1.** Trails sampled for the vegetation survey in the Alto Ribeira Touristic State Park, São Paulo State, Brazil.

| Núcleo       | Código | Trilha                  | Latitude (S)/Longitude (W) |                          |
|--------------|--------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
|              |        |                         | Início                     | Fim*                     |
| Bulha d'água | 1      | Estrada                 | 24° 20' 12"; 48° 30' 04"   | 24° 19' 23"; 48° 30' 30" |
|              | 2      | Trilha do Bueno         | 24° 20' 01"; 48° 30' 16"   | 24° 20' 23"; 48° 30' 41" |
|              | 3      | Cachoeira do Pilões     | 24° 20' 13"; 48° 30' 03"   | 24° 20' 29"; 48° 30' 01" |
| Areado       | 4      | Serra do Facão          | 24° 20' 01"; 48° 36' 16"   | 24° 20' 27"; 48° 35' 23" |
|              | 5      | Ribeirão Bonito         | 24° 19' 43"; 48° 35' 07"   | 24° 20' 04"; 48° 34' 48" |
| Caboclos     | 6      | Araucária               | 24° 24' 30"; 48° 34' 29"   | 24° 24' 30"; 48° 34' 24" |
|              | 7      | Água Sumida             | 24° 27' 03"; 48° 35' 48"   | 24° 27' 11"; 48° 36' 04" |
|              | 8      | Casa de Pedra           | 24° 26' 57"; 48° 35' 10"   | 24° 27' 46"; 48° 35' 04" |
|              | 9      | Chapéu                  | 24° 26' 03"; 48° 35' 07"   | 24° 26' 05"; 48° 35' 25" |
|              | 10     | Pedra do Chapéu         | 24° 25' 28"; 48° 34' 41"   | 24° 25' 10"; 48° 34' 51" |
|              | 11     | Pescaria e Desmoronada  | 24° 25' 00"; 48° 34' 15"   | 24° 24' 32"; 48° 33' 28" |
|              | 12     | Temimina                | 24° 24' 30"; 48° 34' 29"   | 24° 23' 25"; 48° 34' 16" |
|              | 13     | Transpetar              | 24° 26' 40"; 48° 37' 01"   | 24° 27' 25"; 48° 37' 55" |
|              | 14     | Estrada                 | 24° 23' 55"; 48° 36' 11"   | 24° 24' 30"; 48° 34' 29" |
|              | 15     | Laje Branca             | 24° 33' 01"; 48° 43' 07"   | 24° 33' 04"; 48° 43' 20" |
| Santana      | 16     | Serra da Jaguatirica**  | 24° 33' 50"; 48° 41' 15"   | 24° 33' 52"; 48° 41' 14" |
|              | 17     | Trilha da Onça Parda    | 24° 31' 06"; 48° 40' 19"   | 24° 30' 53"; 48° 39' 51" |
|              | 18     | Santana                 | 24° 32' 00"; 48° 42' 07"   | 24° 32' 05"; 48° 42' 08" |
|              | 19     | Betari                  | 24° 31' 59"; 48° 42' 04"   | 24° 31' 49"; 48° 42' 19" |
| Ouro Grosso  | 20     | Trilha do Camargo       | 24° 32' 39"; 48° 39' 17"   | 24° 31' 41"; 48° 38' 38" |
|              | 21     | Lapias                  | 24° 32' 42"; 48° 40' 51"   | 24° 32' 41"; 48° 40' 49" |
|              | 22     | Garrafão da Ouro Grosso | 24° 32' 42"; 48° 40' 51"   | 24° 32' 23"; 48° 40' 28" |

\*Fim do trecho percorrido na trilha; \*\*Entorno do Parque.

Fungos do Brasil (Forzza et al. 2010), ou ainda dos volumes da Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (Wanderley et al. 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2009), do banco de dados do Missouri Botanical Garden (Tropicos 2010) e do catálogo mundial de espécies conhecidas (Bisby et al. 2010).

Com base na lista contendo os dados primários e secundários foram destacadas as espécies ameaçadas e exóticas registradas no interior do Parque. As listas oficiais das espécies vegetais ameaçadas de extinção utilizadas para consulta foram: a) Lista oficial de espécies ameaçadas de extinção no estado de São Paulo (Mamede et al. 2007); b) Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçada de extinção (Brasil 2008); c) Lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção globalmente (International Union for Conservation of Nature 2008). Foram consideradas como espécies exóticas aquelas de ocorrência fora dos limites geográficos historicamente reconhecidos (Ziller 2001). Já como espécies-problema foram consideradas as espécies nativas e/ou exóticas que formassem populações fora de seu sistema normal ou fora de seu tamanho desejável (Moreira & Piovezan 2005). A primeira situação refere-se às populações que, mesmo em seu estado normal e estável, não são desejáveis num determinado local e exigem manejo contínuo, situação frequente entre as espécies exóticas que invadem áreas naturais. Já a segunda situação trata da necessidade de controle de uma população que apresenta uma explosão em densidade ou biomassa e, portanto, se encontra fora de sua estabilidade natural. Em sua maior parte, as espécies nativas causam problemas desse tipo e a ação de manejo necessária é temporária, pois visa apenas restabelecer o estado normal dessa população.

As espécies com potencial invasor foram identificadas com base na lista do Instituto Hórus (Instituto 2011). Para avaliar a situação da invasão foram utilizadas as seguintes classes (Zalba 2005):

1 - presente: encontrada em ambiente natural, porém ainda sem descendência ou dispersão aparente; 2 - estabelecida: quando está se reproduzindo localmente, com descendência; 3 - invasora: quando se expande a partir do ponto inicial e está em processo de dispersão.

## Resultados

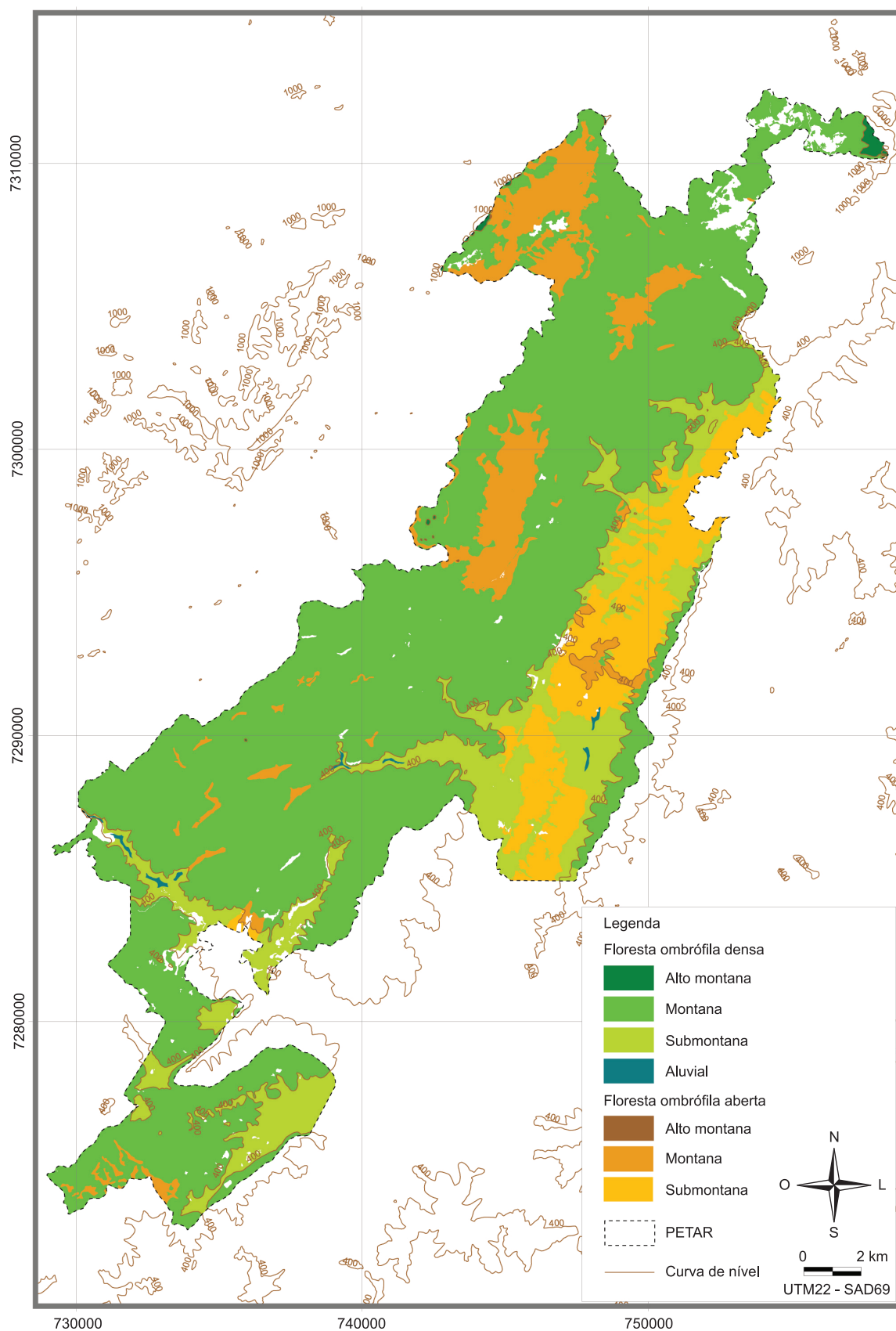
### 1. Fitofisionomias existentes no PETAR

No PETAR predomina a Floresta Ombrófila, da qual cerca de 65% (23.218,37 ha) estão representados pela Floresta Ombrófila Densa e 13,3% (4.774,57 ha) por áreas de Floresta Ombrófila Aberta com bambu. Aproximadamente 17% (6.112,24 ha) são ocupados por vegetação secundária e o restante da área, por outros tipos de cobertura, como campo antrópico, afloramentos de rocha, uso antrópico, entre outros (Figuras 2 e 3, Tabela 2).

De acordo com o sistema de classificação da vegetação de Veloso et al. (1991), a separação entre as formações se dá de acordo com uma combinação entre os limites altitudinais e a latitude do local. No PETAR, onde a latitude do extremo norte é de 24° S, a Floresta Ombrófila está representada pelas formações Alto-montana (em cotas altitudinais superiores a 1.000 m), Montana (entre 400 e 1.000 m) e Submontana (entre 30 e 400 m), além da formação Aluvial, que ocorre ao longo dos cursos d'água (Figura 2, Tabela 2).

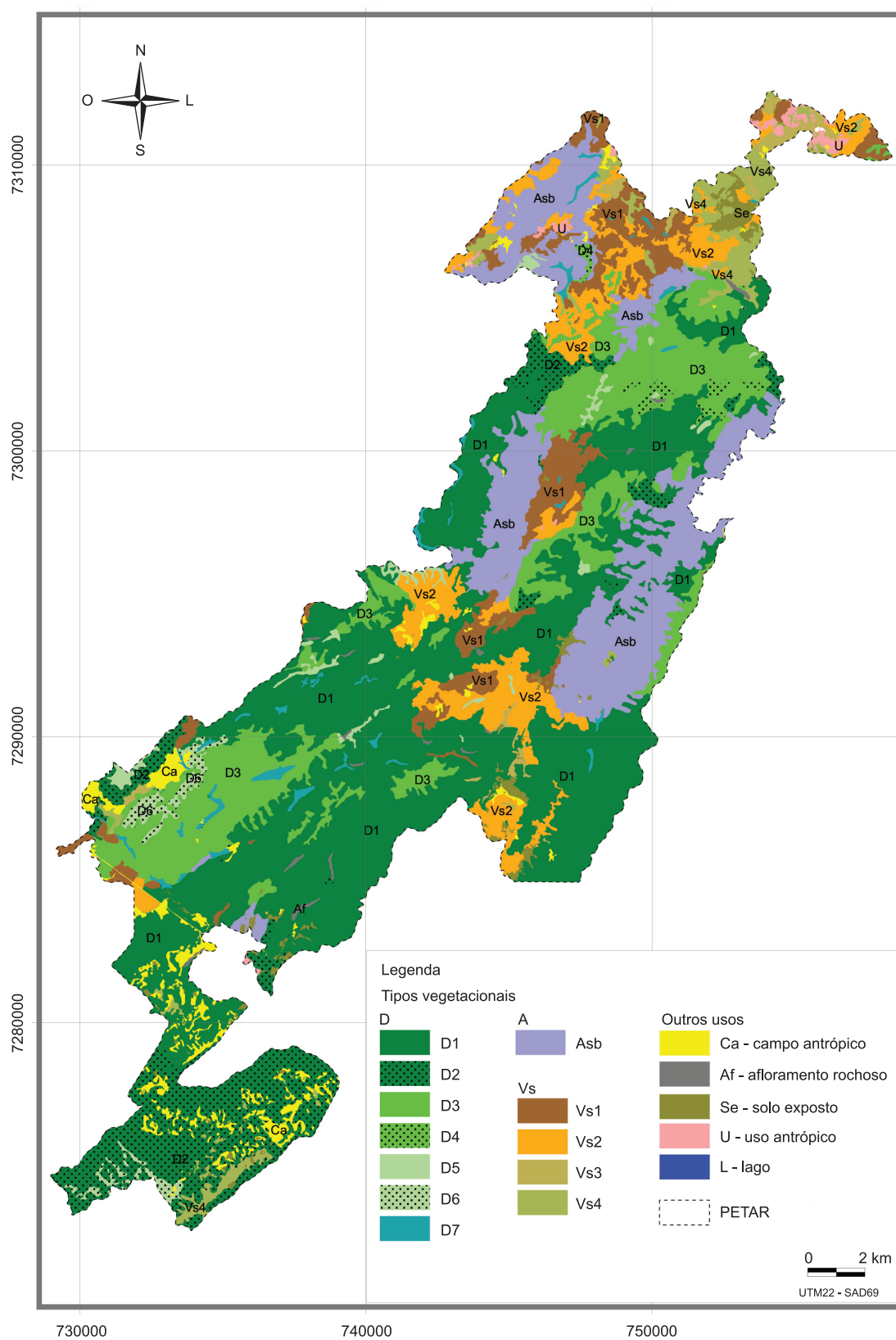
Embora a presença de Floresta Ombrófila Densa Alto-montana (0,1%) tenha sido identificada pelo mapeamento considerando as cotas altitudinais definidas por Veloso et al. (1991), não foi possível realizar o levantamento em nenhum trecho dessa formação, devido às dificuldades de acesso. A Floresta Ombrófila Densa Montana é a formação florestal predominante no Parque (78,2%) e a Floresta

## A vegetação do PETAR



**Figura 2.** Tipos vegetacionais presentes no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, estado de São Paulo, de acordo com Veloso et al. (1991).

**Figure 2.** Vegetation types that occur in the Alto Ribeira Touristic State Park, São Paulo State, Brazil, according to Veloso et al. (1991).



**Figura 3.** Mapa detalhado da vegetação do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, estado de São Paulo. Os códigos da legenda correspondem aos da Tabela 2.  
**Figure 3.** Detailed map of the vegetation in the Alto Ribeira Touristic State Park, São Paulo State, Brazil. Legend codes are the same as Table 2.



**Tabela 2.** Fitofisionomias mapeadas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, estado de São Paulo.**Table 2.** Phytophysionomies mapped in the Alto Ribeira Touristic State Park, São Paulo State, Brazil.

| Código                              | Porte        | Cobertura      | Observações                                                   | Área (ha)   |         |            |         | Área total |      |
|-------------------------------------|--------------|----------------|---------------------------------------------------------------|-------------|---------|------------|---------|------------|------|
|                                     |              |                |                                                               | Altomontana | Montana | Submontana | Aluvial | (ha)       | (%)  |
| Floresta Ombrófila Densa            |              |                |                                                               | Altomontana | Montana | Submontana | Aluvial |            |      |
| D1                                  | alto         | dossel fechado | -                                                             | 4,52        | 9878,70 | 3307,67    | -       | 13190,89   | 36,8 |
| D2                                  | alto         | dossel fechado | Algumas alterações antrópicas                                 | -           | 2512,20 | 780,92     | -       | 3448,26    | 9,6  |
| D3                                  | médio        | dossel fechado | Situa-se nos topos dos interflúvios                           | 16,07       | 4867,90 | 361,81     | -       | 5245,78    | 14,6 |
| D4                                  | médio        | dossel aberto  | Algumas alterações antrópicas; topos dos interflúvios         | -           | 172,67  | 42,47      | -       | 215,14     | 0,6  |
| D5                                  | baixo        | dossel fechado | Situa-se sobre solos rasos, nos topos em cristas              | -           | 352,20  | 4,43       | -       | 356,63     | 1,0  |
| D6                                  | baixo        | dossel fechado | -                                                             | -           | 377,35  |            | -       | 377,35     | 1,1  |
| D7                                  | médio a alto | dossel aberto  | Situa-se nas planícies fluviais restritas                     | -           | -       | -          | 384,32  | 384,32     | 1,1  |
| Floresta Ombrófila Aberta com bambu |              |                |                                                               |             |         |            |         |            |      |
| Asb                                 | alto         | dossel aberto  | Fortemente alterado em função da presença abundante de bambus | 1,33        | 2647,18 | 2126,06    | -       | 4774,57    | 13,3 |
| Vegetação secundária                |              |                |                                                               |             |         |            |         |            |      |
| Vs1                                 | médio a alto | dossel fechado | -                                                             | 46,69       | 1959,60 | 90,02      | -       | 2096,31    | 5,8  |
| Vs2                                 | médio a alto | dossel aberto  | Forte alteração                                               | 17,06       | 2061,10 | 576,13     | -       | 2654,29    | 7,4  |
| Vs3                                 | baixo        | dossel fechado | -                                                             | -           | 258,87  | 56,74      | -       | 315,60     | 0,9  |
| Vs4                                 | baixo        | dossel aberto  | Forte alteração                                               | 0,39        | 926,78  | 118,85     | -       | 1046,04    | 2,9  |

Ombrófila Densa Submontana (19,4%) ocupa sobretudo as áreas de fundo de vales dos grandes rios, como o Betari, Iporanga e Pilões (Figura 2). As áreas de Floresta Ombrófila Densa Aluvial (1,7%) correspondem a áreas de inundação temporária situadas nas planícies fluviais.

Grande parte das áreas de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Aluvial já sofreu corte raso e, portanto, foi classificada como vegetação secundária (Figura 3 - Vs) ou reenquadrada na categoria de Floresta Ombrófila Aberta com bambu (Asb). Foram mapeados como capoeirão (Velooso et al. 1991) os trechos de vegetação de porte arbóreo médio a alto, com estrutura de dossel fechado (Vs7) ou aberto (Vs8), em torno de 15 m de altura. Os trechos denominados de capoeira (Velooso et al. 1991) apresentaram vegetação de porte arbóreo mais baixo (cerca de 5 m), com dossel aberto (Vs9) ou fechado (Vs10).

Apesar do predomínio da Floresta Ombrófila, trechos de Floresta Estacional Semidecidual estão presentes em encaves sobre os afloramentos de calcário e lápis. Apesar de reconhecida em campo, esta fitofisionomia não foi mapeada devido à ausência de imagens em escala ou período favoráveis para detectar a decidualidade do dossel e de informações sobre a localização precisa dos afloramentos de calcário e lápis.

No detalhamento, foram identificados e mapeados 12 tipos de vegetação natural, subdivididos de acordo com o porte e a densidade da cobertura florestal (Figura 3; Tabela 2). Os trechos florestais mais conservados de Floresta Ombrófila Densa Montana, caracterizados como vegetação de porte arbóreo alto, com estrutura de dossel fechado (Figura 3 - D1), compreendem aproximadamente 37% da área

vegetada do Parque. Trechos com esta mesma fisionomia, mas onde foi possível detectar alguma alteração de caráter antrópico, foram diferenciados pela presença de dossel aberto (D2). As florestas de porte médio, presentes próximas aos topos de morros, também foram separadas entre aquelas de dossel fechado (D3) ou aberto (D4). Foram identificadas ainda áreas com dossel fechado e árvores de porte baixo, ocorrendo parte nas cristas das serras (D5) ou nas demais regiões do Parque (D6), mas neste caso devido a escorregamentos naturais ou influência da ação humana.

## 2. Composição florística

Foram registradas 680 espécies de plantas nativas (Tabela 3), pertencentes a 357 gêneros e 120 famílias. As famílias mais ricas em espécies foram Myrtaceae (65 espécies), Fabaceae (46), Melastomataceae (39), Rubiaceae (35) e Asteraceae (31). Do total de espécies, 518 foram provenientes de dados secundários e 312 dos levantamentos de campo. O número de espécies comuns entre dados primários e secundários foi de 150, sendo que 162 espécies amostradas em campo (23,8%) foram novas citações para o Parque.

Entre as espécies listadas para o PETAR, 40 estão presentes em uma ou mais listas de espécies ameaçadas de extinção (Tabela 4), das quais cinco são consideradas presumivelmente extintas, 21 ameaçadas de extinção (presentes na lista nacional ou pertencentes às categorias criticamente em perigo, em perigo ou vulneráveis), 11 com baixo risco de extinção (dependentes de conservação, quase ameaçadas ou com risco mínimo) e três com dados insuficientes para a sua categorização. As cinco espécies presumivelmente extintas de acordo com a lista de espécies ameaçadas no Estado de São Paulo são

**Tabela 3.** Espécies de plantas nativas registradas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, estado de São Paulo. SPSF – Número do voucher depositado no Herbário do Instituto Florestal. Fonte de informação: P - Dados primários; S - Dados secundários. Forma de vida: árvore (Av); arbusto (Ab); subarbusto (Sb); palmeira (Pa); bambu (Ba); feto arborecente (Fa); erva terrestre ou aquática (Ev); trepadeira (Tr); epífita (Ep); hemiepífita (He). Os códigos da trilha correspondem aos da Tabela 1, onde constam as respectivas coordenadas geográficas.

**Table 3.** Native plant species recorded in the Alto Ribeira Touristic State Park, São Paulo State, Brazil. SPSF – Record number of the voucher specimens at the Forest Institute Herbarium. Information source: P – Primary data; S – Secondary data. Life form: tree (Av); shrub (Ab); subshrub (Sb); palm (Pa); bamboo (Ba); tree fern (Fa); terrestrial or aquatic herb (Ev); vine (Tr); epiphyte (Ep); hemiepiphyte (He). Trail codes correspond to those at Table 1, with the respective geographic coordinates.

| Família          | Espécie                                                    | Forma de vida | SPSF                | FI |   | Trilha                   |
|------------------|------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|----|---|--------------------------|
|                  |                                                            |               |                     | P  | S |                          |
| Acanthaceae      | <i>Aphelandra chamissoniana</i> Nees                       | Sb            |                     |    | • |                          |
| Acanthaceae      | <i>Hygrophila costata</i> Nees                             | Ev            |                     |    | • |                          |
| Acanthaceae      | <i>Justicia carnea</i> Lindl.                              | Sb            |                     | •  | • | 17, 18, 22               |
| Acanthaceae      | <i>Mendoncia velloziana</i> Mart.                          | Tr            |                     |    | • |                          |
| Acanthaceae      | <i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C.Ezcurra                 | Sb            |                     |    | • |                          |
| Alismataceae     | <i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schltdl.) Micheli | Ev            |                     |    | • |                          |
| Amaranthaceae    | <i>Celosia grandifolia</i> Moq.                            | Ev            |                     |    | • |                          |
| Amaranthaceae    | <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.            | Ev            |                     |    | • |                          |
| Alstroemeriaceae | <i>Alstroemeria cunha</i> Vell.                            | Ev            |                     |    | • |                          |
| Amaryllidaceae   | <i>Hippeastrum aulicum</i> Herb.                           | Ev            |                     |    | • |                          |
| Anacardiaceae    | <i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.                    | Av            |                     |    | • |                          |
| Anacardiaceae    | <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi                      | Av            |                     | •  |   | 4, 5, 8, 11, 14          |
| Anemiaceae       | <i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.                         | Ev            |                     |    | • |                          |
| Anemiaceae       | <i>Anemia raddiana</i> Link                                | Ev            |                     |    | • |                          |
| Annonaceae       | <i>Annona cacans</i> Warm.                                 | Av            |                     | •  |   | 12                       |
| Annonaceae       | <i>Annona dolabripetala</i> Raddi                          | Av            | 43163, 43166        | •  | • | 1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 14 |
| Annonaceae       | <i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer               | Av            | 43168, 43165        | •  | • | 8, 10, 11, 12, 19, 22    |
| Annonaceae       | <i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer                 | Av            |                     |    | • |                          |
| Annonaceae       | <i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.                        | Av            | 43167               | •  | • | 1, 5, 7                  |
| Annonaceae       | <i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil.                     | Av            |                     | •  | • | 1, 4, 8, 9               |
| Annonaceae       | <i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.                        | Av            |                     | •  |   | 16, 19                   |
| Apocynaceae      | <i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.              | Av            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll. Arg.                   | Av            | 43171               | •  |   | 4, 19                    |
| Apocynaceae      | <i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.                  | Av            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.                       | Av            |                     | •  |   | 19                       |
| Apocynaceae      | <i>Ditassa burchellii</i> Hook. & Arn.                     | Tr            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Ditassa congesta</i> E. Fourn.                          | Tr            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Forsteronia refracta</i> Müll. Arg.                     | Tr            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Malouetia cestroides</i> (Nees ex Mart.) Müll.Arg.      | Tr            |                     | •  | • | 7, 8, 11, 19             |
| Apocynaceae      | <i>Mandevilla pentlandiana</i> (A. DC.) Woodson            | Tr            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Orthosia urceolata</i> E. Fourn.                        | Tr            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Oxypetalum pachyglossum</i> Decne.                      | Tr            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.                       | Av            | 43170               | •  |   | 8, 11                    |
| Apocynaceae      | <i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.                | Av            |                     |    | • |                          |
| Apocynaceae      | <i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.                      | Av            | 43169               | •  |   | 1                        |
| Apocynaceae      | <i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.                         | Av            |                     | •  |   | 7, 8, 9, 11              |
| Aquifoliaceae    | <i>Ilex dumosa</i> Reissek                                 | Av            |                     |    | • |                          |
| Aquifoliaceae    | <i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.                     | Av            | 43172, 43173, 43174 | •  | • | 4, 5, 14                 |
| Aquifoliaceae    | <i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek                      | Av            |                     |    | • |                          |
| Araceae          | <i>Anthurium sellowianum</i> Kunth                         | Ep            |                     |    | • |                          |
| Araceae          | <i>Philodendron glaziovii</i> Hook. f.                     | He            |                     |    | • |                          |
| Araceae          | <i>Philodendron loefgrenii</i> Engl.                       | He            |                     |    | • |                          |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família    | Espécie                                                            | Forma de vida | SPSF         | FI |   | Trilha                                                     |
|------------|--------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----|---|------------------------------------------------------------|
|            |                                                                    |               |              | P  | S |                                                            |
| Araceae    | <i>Philodendron obliquifolium</i> Engl.                            | He            |              |    | • |                                                            |
| Araceae    | <i>Philodendron propinquum</i> Schott                              | He            |              |    | • |                                                            |
| Araliaceae | <i>Oreopanax fulvum</i> Marchal                                    | He            | 43175        | •  | • | 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 22                    |
| Araliaceae | <i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin                    | Av            |              | •  |   | 8, 9, 14, 17                                               |
| Araliaceae | <i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi                   | Av            |              | •  |   | 3, 4, 5, 20                                                |
| Araliaceae | <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin    | Av            |              |    | • |                                                            |
| Arecaceae  | <i>Bactris setosa</i> Mart.                                        | Pa            |              | •  |   | 4, 5, 10, 17                                               |
| Arecaceae  | <i>Euterpe edulis</i> Mart.                                        | Pa            |              | •  | • | 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22 |
| Arecaceae  | <i>Geonoma elegans</i> Mart.                                       | Pa            |              | •  |   | 2, 3, 8, 9, 11, 17, 20                                     |
| Arecaceae  | <i>Geonoma gamiova</i> Barb. Rodr.                                 | Pa            |              | •  |   | 4, 5, 8, 12                                                |
| Arecaceae  | <i>Geonoma schottiana</i> Mart.                                    | Pa            |              | •  |   | 2, 4                                                       |
| Arecaceae  | <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman                      | Pa            |              | •  | • | 4, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22            |
| Asteraceae | <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.                         | Ev            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Adenostemma brasilianum</i> (Pers.) Cass.                       | Ev            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Baccharis retusa</i> DC.                                        | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Baccharis lateralis</i> Baker                                   | Ab            | 43176, 43179 | •  |   | 4, 5                                                       |
| Asteraceae | <i>Baccharis montana</i> DC.                                       | Ab            | 43180        | •  |   | 4, 5                                                       |
| Asteraceae | <i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.                             | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> L.                                            | Ev            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Calea parvifolia</i> (DC.) Baker                                | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.  | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.                | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Critoniopsis quinqueflora</i> (Less.) H.Rob.                    | Ab            | 43183        | •  |   | 4                                                          |
| Asteraceae | <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.                                   | Ev            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Elephantopus mollis</i> Kunth                                   | Ev            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Grazielia serrata</i> (Spreng.) R.M.King & H.Rob.               | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Hebeclinium macrophyllum</i> (L.) DC.                           | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth) H.Rob.                         | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Mikania sessilifolia</i> DC.                                    | Tr            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker                         | Av            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker                           | Av            | 43178        | •  |   | 3, 4, 5                                                    |
| Asteraceae | <i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker                      | Av            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Piptocarpha sellowii</i> (Sch. Bip.) Baker                      | Tr            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Raulinoreitzia leptophlebia</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. | Av            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Symphyopappus itatiayensis</i> (Hieron.) R.M. King & H. Rob.    | Av            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Urolepis hecatantha</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.               | Ev            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Verbesina glabrata</i> Hook. & Arn.                             | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H. Rob.                        | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.                   | Av            | 43177        | •  |   | 4, 5, 8, 9, 10, 13, 17                                     |
| Asteraceae | <i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.                      | Av            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H.Rob.                    | Ab            |              |    | • |                                                            |
| Asteraceae | <i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.                       | Av            | 43181, 43182 | •  |   | 7, 11, 13                                                  |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família       | Espécie                                            | Forma de vida | SPSF | FI |   | Trilha                        |
|---------------|----------------------------------------------------|---------------|------|----|---|-------------------------------|
|               |                                                    |               |      | P  | S |                               |
| Asteraceae    | <i>Vittetia orbiculata</i> (DC.) R.M.King & H.Rob. | Ab            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia bidentata</i> Raddi                     | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia bradei</i> Irmsch.                      | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia capanemae</i> Brade                     | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia convolvulacea</i> (Klotzsch) A. DC.     | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia cucullata</i> Willd.                    | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia fischeri</i> Schrank                    | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia hirtella</i> Link                       | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia hoehneana</i> Irmsch.                   | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia incisoserrata</i> A. DC.                | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia juliana</i> Loefgr. ex Irmsch.          | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia paranaensis</i> Brade                   | Ev            |      |    | • |                               |
| Begoniaceae   | <i>Begonia toledoana</i> Handro                    | Ev            |      |    | • |                               |
| Berberidaceae | <i>Berberis laurina</i> Billb.                     | Av            |      |    | • |                               |
| Bignoniaceae  | <i>Jacaranda micrantha</i> Cham.                   | Av            |      | •  | • | 1, 3, 4, 5, 8, 11, 14, 20, 22 |
| Bignoniaceae  | <i>Jacaranda puberula</i> Cham.                    | Av            |      |    | • |                               |
| Bignoniaceae  | <i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann    | Tr            |      |    | • |                               |
| Bignoniaceae  | <i>Handroantus albus</i> (Cham.) Mattos            | Av            |      | •  |   | 4                             |
| Boraginaceae  | <i>Cordia ecalyculata</i> Vell.                    | Av            |      | •  |   | 5                             |
| Boraginaceae  | <i>Cordia sellowiana</i> Cham.                     | Av            |      | •  | • | 19, 22                        |
| Boraginaceae  | <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.  | Av            |      | •  | • | 1                             |
| Boraginaceae  | <i>Heliotropium transalpinum</i> Vell.             | Ab            |      |    | • |                               |
| Boraginaceae  | <i>Tournefortia aff. rubicunda</i> Salzm. ex A.DC. | Tr            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Aechmea apocalyptica</i> Reitz                  | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Aechmea cylindrata</i> Lindm.                   | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Aechmea gracilis</i> Lindm.                     | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Billbergia zebrina</i> (Herb.) Lindl.           | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Neoregelia marmorata</i> (Baker) L.B.Sm.        | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Nidularium jonesianum</i> Leme                  | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.              | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Tillandsia linearis</i> Vell.                   | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Vriesea carinata</i> Wawra                      | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Vriesea ensiformes</i> (Vell.) Beer             | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Vriesea friburgensis</i> Mez                    | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich.                  | Ep            |      |    | • |                               |
| Bromeliaceae  | <i>Vriesea psittacina</i> (Hook.) Lindl.           | Ep            |      |    | • |                               |
| Burseraceae   | <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand       | Av            |      |    | • |                               |
| Burseraceae   | <i>Protium widgrenii</i> Engl.                     | Av            |      | •  |   | 3, 20                         |
| Cactaceae     | <i>Rhipsalis puniceodiscus</i> G. Lindb.           | Ep            |      |    | • |                               |
| Cactaceae     | <i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.              | Ep            |      |    | • |                               |
| Campanulaceae | <i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G. Don           | Ev            |      |    | • |                               |
| Campanulaceae | <i>Lobelia hassleri</i> Zahlbr.                    | Ev            |      |    | • |                               |
| Campanulaceae | <i>Siphocampylus duploserratus</i> Pohl            | Ev            |      |    | • |                               |
| Campanulaceae | <i>Siphocampylus sulfureus</i> E. Wimm.            | Ev            |      |    | • |                               |
| Canellaceae   | <i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke             | Av            |      | •  | • | 2, 3, 7, 8, 12, 22            |
| Cannabaceae   | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume                  | Av            |      | •  | • | 1, 2, 3, 10, 11, 12, 14, 19   |
| Cannaceae     | <i>Canna indica</i> L.                             | Ev            |      | •  | • | 1                             |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. *Brittonia* (Bronx, N.Y.).



Tabela 3. Continuação...

| Família           | Espécie                                              | Forma de vida | SPSF         | FI |   | Trilha                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------|---------------|--------------|----|---|-------------------------------------------------|
|                   |                                                      |               |              | P  | S |                                                 |
| Cardiopteridaceae | <i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard       | Av            |              |    | • |                                                 |
| Cardiopteridaceae | <i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard     | Av            | 43208        | •  | • | 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19 |
| Caricaceae        | <i>Jacaratia heptaphylla</i> (Vell.) A. DC.          | Av            |              | •  |   | 20                                              |
| Celastraceae      | <i>Maytenus aquifolia</i> Mart.                      | Av            |              | •  |   | 2, 7, 20, 21                                    |
| Celastraceae      | <i>Maytenus cestrifolia</i> Reissek                  | Av            | 43184, 43186 | •  |   | 2, 3, 17, 18                                    |
| Celastraceae      | <i>Maytenus evonymoides</i> Reissek                  | Av            | 43185, 43187 | •  | • | 8, 9, 17                                        |
| Celastraceae      | <i>Maytenus gonoclada</i> Mart.                      | Av            |              |    | • |                                                 |
| Celastraceae      | <i>Maytenus</i> sp.                                  | Av            |              | •  |   | 12                                              |
| Chloranthaceae    | <i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.                    | Av            | 43189        | •  | • | 7, 8, 11, 13                                    |
| Chrysobalanaceae  | <i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. f.) Prance         | Av            |              | •  |   | 1                                               |
| Chrysobalanaceae  | <i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.              | Av            | 43188        | •  | • | 3, 8                                            |
| Clethraceae       | <i>Clethra scabra</i> Pers.                          | Av            |              | •  | • | 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14                |
| Clusiaceae        | <i>Clusia criuva</i> Cambess.                        | Av            | 43190        | •  | • | 1, 8, 10, 11, 12, 13, 14                        |
| Clusiaceae        | <i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi | Av            |              | •  | • | 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 19, 22             |
| Combretaceae      | <i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz          | Tr            |              |    | • |                                                 |
| Commelinaceae     | <i>Dichorisandra thyrsiflora</i> J.C. Mikan          | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Commelinaceae     | <i>Gibasis geniculata</i> (Jacq.) Rohweder           | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Convolvulaceae    | <i>Ipomoea aristolochiifolia</i> G.Don               | Tr            |              |    | • |                                                 |
| Convolvulaceae    | <i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth                         | Tr            |              |    | • |                                                 |
| Convolvulaceae    | <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.                   | Tr            |              |    | • |                                                 |
| Cunoniaceae       | <i>Lamanonia ternata</i> Vell.                       | Av            | 43191        | •  |   | 4, 5, 8, 14                                     |
| Cunoniaceae       | <i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.        | Av            | 43192        | •  |   | 4, 5, 14                                        |
| Cyatheaceae       | <i>Alsophila setosa</i> Kaulf.                       | Fa            |              | •  | • | 17                                              |
| Cyatheaceae       | <i>Alsophila sternbergii</i> (Sternb.) D.S. Conant   | Fa            |              | •  |   | 2, 8, 9, 10, 11, 12, 22                         |
| Cyatheaceae       | <i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin   | Fa            |              | •  |   | 1, 3, 4, 5, 11, 12                              |
| Cyatheaceae       | <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin           | Fa            |              | •  | • | 3, 11, 17, 19                                   |
| Cyatheaceae       | <i>Cyathea delgadii</i> Sternb.                      | Fa            |              | •  | • | 4, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 18, 20              |
| Cyatheaceae       | <i>Cyathea hirsuta</i> C. Presl                      | Fa            |              |    | • |                                                 |
| Cyatheaceae       | <i>Cyathea phalerata</i> Mart.                       | Fa            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Cyperus laxus</i> Lam.                            | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Eleocharis debilis</i> Kunth                      | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Eleocharis glaucovirens</i> Boeckeler             | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Eleocharis maculosa</i> (Vahl) Roem. & Schult.    | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Eleocharis montana</i> (Kunth) Roem. & Schult.    | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Hypolytrum schraderianum</i> Nees                 | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Pleurostachys gaudichaudii</i> Brongn.            | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Rhynchospora brasiliensis</i> Boeckeler           | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Rhynchospora breviscula</i> H. Pfeiff.            | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Rhynchospora pubera</i> (Vahl) Boeckeler          | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják  | Ev            | 43647        | •  |   | 11                                              |
| Cyperaceae        | <i>Scleria panicoides</i> Kunth                      | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schltld. & Cham.   | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Cyperaceae        | <i>Scleria virgata</i> (Nees) Steud.                 | Ev            |              |    | • |                                                 |
| Dilleniaceae      | <i>Davilla rugosa</i> Poir.                          | Tr            |              |    | • |                                                 |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família                     | Espécie                                                           | Forma de vida | SPSF                | FI |   | Trilha                                                             |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|----|---|--------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                   |               |                     | P  | S |                                                                    |
| Dioscoreaceae               | <i>Dioscorea laxiflora</i> Mart. ex Griseb.                       | Tr            |                     |    | • |                                                                    |
| Droseraceae                 | <i>Drosera communis</i> A. St.-Hil.                               | Ev            |                     |    | • |                                                                    |
| Dryopteridaceae             | <i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze                                | Ev            |                     |    | • |                                                                    |
| Elaeocarpaceae              | <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.                          | Av            |                     | •  | • | 8, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22                                      |
| Elaeocarpaceae              | <i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.                 | Av            | 43193, 43194, 43195 | •  | • | 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 19, 22                             |
| Elaeocarpaceae              | <i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum.                                | Av            |                     | •  |   | 11                                                                 |
| Ericaceae                   | <i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.                  | Ab            |                     |    | • |                                                                    |
| Eriocaulaceae               | <i>Actinocephalus polyanthus</i> (Bong.) Sano                     |               |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Acalypha gracilis</i> Spreng.                                  | Ab            | 43196               | •  | • | 7, 11                                                              |
| Euphorbiaceae               | <i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.                                | Ev            |                     | •  |   | 1, 4, 5, 12, 13, 19, 22                                            |
| Euphorbiaceae               | <i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.                             | Av            | 43198               | •  | • | 4, 5, 14                                                           |
| Euphorbiaceae               | <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.                | Av            |                     | •  | • | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22 |
| Euphorbiaceae               | <i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.                      | Av            |                     | •  | • | 8, 19                                                              |
| Euphorbiaceae               | <i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll. Arg.                    | Av            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Croton calonevrosus</i> G.L.Webster                            | Ev            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Croton grandivelum</i> Baill.                                  | Av            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Croton lundianus</i> (Didr.) Müll. Arg.                        | Ev            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Croton macrobothrys</i> Baill.                                 | Av            |                     | •  |   | 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17                            |
| Euphorbiaceae               | <i>Croton triqueter</i> Lam.                                      | Ev            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Croton urucurana</i> Baill.                                    | Av            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Dalechampia triphylla</i> Lam.                                 | Tr            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Jatropha curcas</i> L.                                         | Av            |                     |    | • |                                                                    |
| Euphorbiaceae               | <i>Manihot cf. grahamii</i> Hook.                                 | Av            | 43197               | •  |   | 10, 11, 12                                                         |
| Euphorbiaceae               | <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.                    | Av            |                     | •  | • | 1                                                                  |
| Euphorbiaceae               | <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong                             | Av            | 43199               | •  | • | 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 17                                      |
| Euphorbiaceae               | <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.                           | Av            |                     | •  |   | 11, 18, 19, 22                                                     |
| Euphorbiaceae               | <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.                           | Av            |                     | •  | • | 1, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 22                      |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne                               | Av            |                     | •  |   | 3, 4, 5, 8, 15                                                     |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Holocalyx balansae</i> Micheli                                 | Av            |                     | •  |   | 21                                                                 |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Hymenaea courbaril</i> L.                                      | Av            |                     | •  | • | 2, 20                                                              |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake                   | Av            |                     | •  | • | 3, 8, 11, 15, 19, 20, 22                                           |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Senna cernua</i> (Balb.) H.S.Irwin & Barneby                   | Ab            |                     |    | • |                                                                    |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby                | Av            |                     | •  | • | 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 20                           |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link                               | Ab            |                     |    | • |                                                                    |
| Fabaceae (Caesalpinioideae) | <i>Senna pendula</i> (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby | Ab            |                     |    | • |                                                                    |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família                        | Espécie                                                          | Forma de vida | SPSF  | FI |   | Trilha                                            |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|-------|----|---|---------------------------------------------------|
|                                |                                                                  |               |       | P  | S |                                                   |
| Fabaceae<br>(Caesalpinioideae) | <i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho                 | Av            |       | •  |   | 20                                                |
| Fabaceae<br>(Cercideae)        | <i>Bauhinia forficata</i> Link                                   | Av            | 43200 | •  | • | 1, 2, 9, 11, 12, 13                               |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.                           | Av            | 43202 | •  | • | 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 14                          |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth.             | Av            |       | •  |   | 7, 11                                             |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.                | Av            |       | •  |   | 20                                                |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Dahlstedtia pinnata</i> (Benth.) Malme                        | Av            | 43203 | •  |   | 2, 3, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22 |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton                      | Av            |       |    | • |                                                   |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Desmodium affine</i> Schltdl.                                 | Ev            |       |    | • |                                                   |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Erythrina speciosa</i> Andrews                                | Av            |       | •  |   | 1                                                 |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Hymenolobium janeirensense</i> Kuhlm.                         | Av            |       | •  |   | 20                                                |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima | Av            |       |    | • |                                                   |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.                        | Av            |       |    | • |                                                   |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Mart. ex Benth.               | Av            |       | •  |   | 1, 9, 11, 14, 22                                  |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld                       | Av            |       | •  | • | 1, 8                                              |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.                       | Av            |       | •  | • | 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 19                    |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Machaerium punctatum</i> (Poir.) Pers.                        | Av            |       |    | • |                                                   |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.                               | Av            |       | •  |   | 1, 12, 16, 22                                     |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel                         | Av            |       | •  | • | 1, 7, 11, 12, 18, 19, 22                          |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão                              | Av            |       | •  | • | 8, 11                                             |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms                             | Av            |       | •  | • | 3, 11, 21                                         |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Platymiscium floribundum</i> Vogel                            | Av            |       | •  | • | 8, 9, 10, 12, 13, 22                              |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl                                   | Av            | 43201 | •  | • | 2, 5, 12, 13, 14, 15, 17                          |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Swartzia acutifolia</i> Vogel                                 | Av            |       |    | • |                                                   |
| Fabaceae<br>(Faboideae)        | <i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel                      | Av            |       | •  |   | 9, 11                                             |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae)      | <i>Abarema langsдорffii</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes       | Av            |       | •  | • | 16, 20, 22                                        |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae)      | <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan                    | Av            |       | •  |   | 20                                                |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família                   | Espécie                                                           | Forma de vida | SPSF         | FI |   | Trilha                                                      |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----|---|-------------------------------------------------------------|
|                           |                                                                   |               |              | P  | S |                                                             |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Inga barbata</i> Benth.                                        | Av            | 43205        | •  |   | 14                                                          |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Inga edulis</i> Mart.                                          | Av            |              | •  |   | 20                                                          |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Inga marginata</i> Willd.                                      | Av            | 43206, 43207 | •  | • | 1, 2, 6, 7, 8, 10,<br>11, 12, 13, 14, 17,<br>18, 19, 21, 22 |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.                                | Av            | 43204        | •  |   | 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10,<br>11, 12, 13, 14, 17,<br>18, 19, 22  |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Mimosa aff. bocainae</i> Barneby                               | Ab            |              |    | • |                                                             |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Mimosa furfuracea</i> Benth.                                   | Ab            |              |    | • |                                                             |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Mimosa paranapiacabae</i> Barneby                              | Ab            |              |    | • |                                                             |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Mimosa scabrella</i> Benth.                                    | Av            |              |    | • |                                                             |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.                 | Av            |              | •  | • | 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11,<br>12, 13, 19, 20                     |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Piptadenia paniculata</i> Benth.                               | Av            |              | •  | • | 6, 7, 8, 9, 10,<br>12, 17, 19, 21                           |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) G.P. Lewis & M.P. Lima | Av            |              | •  |   | 17, 20                                                      |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Senegalia lacerans</i> (Benth.) Seigler & Ebinger              | Tr            |              |    | • |                                                             |
| Gesneriaceae              | <i>Nematanthus fritschii</i> Hoehne                               | Ep            |              |    | • |                                                             |
| Gesneriaceae              | <i>Nematanthus striatus</i> (Handro) Chautems                     | Ep            |              |    | • |                                                             |
| Gesneriaceae              | <i>Nematanthus tessmannii</i> (Hoehne) Chautems                   | Ep            |              |    | • |                                                             |
| Gesneriaceae              | <i>Sinningia calcaria</i> (Malme) Chautems                        | Ep            |              |    | • |                                                             |
| Gleicheniaceae            | <i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schr.) Underw.                     | Ev            |              | •  |   | 1, 4, 11                                                    |
| Heliconiaceae             | <i>Heliconia farinosa</i> Raddi                                   | Ev            |              | •  |   | 1                                                           |
| Humiriaceae               | <i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.) Cuatrec.                    | Av            |              | •  |   | 13                                                          |
| Humiriaceae               | <i>Vantanea compacta</i> (Schnizl.) Cuatrec.                      | Av            |              | •  |   | 4                                                           |
| Hymenophyllaceae          | <i>Trichomanes elegans</i> Rich.                                  | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Hypericaceae              | <i>Hypericum brasiliense</i> Choisy                               | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Hypoxidaceae              | <i>Hypoxis decumbens</i> L.                                       | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Iridaceae                 | <i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.                            | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Iridaceae                 | <i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.                             | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Iridaceae                 | <i>Trimezia martinicensis</i> (Jacq.) Herb.                       | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Lacistemataceae           | <i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat                              | Av            | 43209        | •  |   | 22                                                          |
| Lamiaceae                 | <i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke                    | Av            | 43333        | •  | • | 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14                                     |
| Lamiaceae                 | <i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.                             | Ab            |              |    | • |                                                             |
| Lamiaceae                 | <i>Hyptis sidifolia</i> (L'Hér.) Briq.                            | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Lamiaceae                 | <i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                     | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Lamiaceae                 | <i>Ocimum campechianum</i> Mill.                                  | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Lamiaceae                 | <i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto ex Benth.            | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Lamiaceae                 | <i>Salvia melissaeflora</i> Benth.                                | Ev            |              |    | • |                                                             |
| Lamiaceae                 | <i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke                      | Av            |              |    | • |                                                             |
| Lamiaceae                 | <i>Vitex polygama</i> Cham.                                       | Av            |              |    | • |                                                             |
| Lauraceae                 | <i>Beilschmiedia emarginata</i> (Meisn.) Kosterm.                 | Av            |              | •  | • | 4                                                           |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).



Tabela 3. Continuação...

| Família          | Espécie                                                          | Forma de vida | SPSF                | FI |   | Trilha                                                 |
|------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|----|---|--------------------------------------------------------|
|                  |                                                                  |               |                     | P  | S |                                                        |
| Lauraceae        | <i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.            | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Lauraceae        | <i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.             | Av            |                     | •  |   | 14                                                     |
| Lauraceae        | <i>Cryptocarya mandioccana</i> Meisn.                            | Av            |                     | •  | • | 8, 9, 13, 20                                           |
| Lauraceae        | <i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.              | Av            | 43212, 43216, 43220 | •  | • | 2, 3, 4, 5, 9, 11, 14, 17, 19, 22                      |
| Lauraceae        | <i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.                         | Av            |                     | •  |   | 19                                                     |
| Lauraceae        | <i>Nectandra debilis</i> Mez                                     | Av            |                     | •  |   | 1, 2                                                   |
| Lauraceae        | <i>Nectandra lanceolata</i> Nees                                 | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Lauraceae        | <i>Nectandra leucantha</i> Nees                                  | Av            | 43222               | •  | • | 19                                                     |
| Lauraceae        | <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez                      | Av            | 43219               | •  | • | 13, 14, 21, 22                                         |
| Lauraceae        | <i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.                       | Av            | 43221               | •  | • | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 22 |
| Lauraceae        | <i>Nectandra oppositifolia</i> Nees                              | Av            |                     | •  | • | 1, 3, 8, 9, 10, 11, 12                                 |
| Lauraceae        | <i>Nectandra paranaensis</i> Coe-Teix.                           | Av            | 43214               | •  |   | 4                                                      |
| Lauraceae        | <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez                       | Av            | 43213               | •  |   | 4                                                      |
| Lauraceae        | <i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart.) Mez                        | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Lauraceae        | <i>Ocotea elegans</i> Mez                                        | Av            |                     | •  | • | 4                                                      |
| Lauraceae        | <i>Ocotea glaziovii</i> Mez                                      | Av            |                     | •  | • | 5                                                      |
| Lauraceae        | <i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer                           | Av            |                     | •  |   | 3, 4                                                   |
| Lauraceae        | <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees                              | Av            | 43210, 43215, 43218 | •  |   | 1, 2, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14                          |
| Lauraceae        | <i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez                            | Av            | 43211, 43217        | •  |   | 2, 3, 4, 5, 9, 11, 12, 18, 20, 22                      |
| Lauraceae        | <i>Ocotea sp.</i>                                                | Av            |                     | •  |   | 11, 12                                                 |
| Lauraceae        | <i>Persea venosa</i> Nees & Mart.                                | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Lauraceae        | <i>Persea wilddenovii</i> Kosterm.                               | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Lauraceae        | <i>Rhodostemonodaphne macrocalyx</i> (Meisn.) Rohwer ex Madriñán | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Lecythidaceae    | <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze                     | Av            |                     | •  | • | 3, 7, 15, 17, 18, 19                                   |
| Loganiaceae      | <i>Spigelia beyrichiana</i> Cham. & Schltdl.                     | Ev            |                     |    | • |                                                        |
| Lomariopsidaceae | <i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl                      | Ev            |                     |    | • |                                                        |
| Lycopodiaceae    | <i>Huperzia reflexa</i> (Lam.) Trevis.                           | Ev            |                     |    | • |                                                        |
| Lycopodiaceae    | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm.                       | Ev            |                     |    | • |                                                        |
| Lycopodiaceae    | <i>Lycopodiella pendulina</i> (Hook.) B. Øllg.                   | Ev            |                     |    | • |                                                        |
| Lycopodiaceae    | <i>Lycopodium clavatum</i> L.                                    | Ev            |                     |    | • |                                                        |
| Lygodiaceae      | <i>Lygodium volubile</i> Sw.                                     | Ev            |                     |    | • |                                                        |
| Lythraceae       | <i>Heimia myrtifolia</i> Cham. & Schltdl.                        | Ab            |                     |    | • |                                                        |
| Lythraceae       | <i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltdl.                    | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Magnoliaceae     | <i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.                       | Av            |                     | •  | • | 3, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15                             |
| Malpighiaceae    | <i>Bunchosia fluminensis</i> Juss.                               | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Malpighiaceae    | <i>Bunchosia pallescens</i> Skottsbo.                            | Av            | 43223               | •  |   | 7                                                      |
| Malpighiaceae    | <i>Byrsonima ligustrifolia</i> A.Juss.                           | Av            |                     |    | • |                                                        |
| Malpighiaceae    | <i>Heteropterys intermedia</i> (A.Juss.) Griseb.                 | Ab            |                     |    | • |                                                        |
| Malpighiaceae    | <i>Stigmaphyllon puberulum</i> Griseb.                           | Tr            |                     |    | • |                                                        |
| Malpighiaceae    | <i>Stigmaphyllon tomentosum</i> A. Juss.                         | Tr            |                     |    | • |                                                        |
| Malpighiaceae    | <i>Tetrapteryx mollis</i> Griseb.                                | Tr            |                     |    | • |                                                        |
| Malpighiaceae    | <i>Tetrapteryx phlomoides</i> (Spreng.) Nied.                    | Tr            |                     |    | • |                                                        |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família         | Espécie                                                                                    | Forma de vida | SPSF         | FI |   | Trilha                               |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----|---|--------------------------------------|
|                 |                                                                                            |               |              | P  | S |                                      |
| Malvaceae       | <i>Abutilon macrocarpum</i> Guillem. & Perr.                                               | Ab            |              |    | • |                                      |
| Malvaceae       | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                                                              | Av            |              | •  |   | 11, 13                               |
| Malvaceae       | <i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.                                                     | Av            | 43332        | •  | • | 5, 7                                 |
| Malvaceae       | <i>Melochia pyramidata</i> L.                                                              | Ev            |              |    | • |                                      |
| Malvaceae       | <i>Pavonia communis</i> A. St.-Hil.                                                        | Ab            |              |    | • |                                      |
| Malvaceae       | <i>Pavonia nemoralis</i> A. St.-Hil.                                                       | Ab            |              |    | • |                                      |
| Malvaceae       | <i>Pavonia schiedeana</i> Steud.                                                           | Ev            |              |    | • |                                      |
| Malvaceae       | <i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns                                          | Av            |              | •  |   | 22                                   |
| Malvaceae       | <i>Spirotheca rivieri</i> var. <i>passifloroides</i> (Cuatrec.) P.E. Gibbs & W.S. Alverson | He            |              | •  | • | 5, 11, 12, 13, 17, 19, 22            |
| Malvaceae       | <i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.                                                        | Ab            |              |    | • |                                      |
| Malvaceae       | <i>Abutilon rufinerve</i> A. St.-Hil.                                                      | Ab            | 43224        | •  |   | 7, 9, 10, 11, 12                     |
| Marantaceae     | <i>Calathea communis</i> Wanderley & S. Vieira                                             | Ev            |              |    | • |                                      |
| Marantaceae     | <i>Stromanthe papillosa</i> Petersen                                                       | Ev            |              | •  |   | 11                                   |
| Marattiaceae    | <i>Danaea geniculata</i> Raddi                                                             | Ev            |              |    | • |                                      |
| Marcgraviaceae  | <i>Schwartzia brasiliensis</i> (Choisy) Bedell ex Gir.-Cañas                               | Ab            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Aciotis paludosa</i> (Mart. ex DC.) Triana                                              | Ev            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Bertolonia mosenii</i> Cogn.                                                            | Ev            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don                                                          | Ab            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Leandra acutiflora</i> (Naudin) Cogn.                                                   | Av            | 43229, 43231 | •  |   | 5, 11                                |
| Melastomataceae | <i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.                                                     | Av            | 43232        | •  | • | 11                                   |
| Melastomataceae | <i>Leandra dasytricha</i> (A. Gray) Cogn.                                                  | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Leandra echinata</i> Cogn.                                                              | Av            | 43226        | •  | • | 3, 5                                 |
| Melastomataceae | <i>Leandra melastomoides</i> Raddi                                                         | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Leandra mosenii</i> Cogn.                                                               | Av            | 43236        | •  | • | 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 18 |
| Melastomataceae | <i>Leandra pilonensis</i> Wurdack                                                          | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Leandra purpurascens</i> (DC.) Cogn.                                                    | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Leandra regnellii</i> (Triana) Cogn.                                                    | Av            | 43233, 43245 | •  |   | 11, 12, 19                           |
| Melastomataceae | <i>Leandra reversa</i> (DC.) Cogn.                                                         | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Leandra cf. xanthocoma</i> (Naudin) Cogn.                                               | Ab            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Miconia cabussu</i> Hoehne                                                              | Av            |              | •  | • | 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17 |
| Melastomataceae | <i>Miconia cinerascens</i> Miq.                                                            | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin                                                 | Av            | 43237        | •  | • | 8                                    |
| Melastomataceae | <i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne                                                         | Av            |              | •  |   | 3                                    |
| Melastomataceae | <i>Miconia discolor</i> DC.                                                                | Av            | 43244        | •  |   | 22                                   |
| Melastomataceae | <i>Miconia dorianae</i> Cogn.                                                              | Av            |              | •  |   | 5                                    |
| Melastomataceae | <i>Miconia fasciculata</i> Gardner                                                         | Av            | 43240        | •  | • | 9                                    |
| Melastomataceae | <i>Miconia hyemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin                                               | Av            | 43230        | •  | • | 5                                    |
| Melastomataceae | <i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana                                                  | Av            | 43243        | •  | • | 22                                   |
| Melastomataceae | <i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin                                                    | Av            | 43225        | •  | • | 1, 7                                 |
| Melastomataceae | <i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin                                                   | Av            | 43241        | •  |   | 7, 13                                |
| Melastomataceae | <i>Miconia paucidens</i> DC.                                                               | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Miconia petropolitana</i> Cogn.                                                         | Av            | 43235        | •  |   | 8, 9, 10, 11                         |
| Melastomataceae | <i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin                                                   | Av            | 43228        | •  | • | 3, 4, 5                              |
| Melastomataceae | <i>Miconia racemifera</i> (DC.) Triana                                                     | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Miconia sellowiana</i> Naudin                                                           | Av            |              |    | • |                                      |
| Melastomataceae | <i>Miconia tristis</i> Spring                                                              | Av            | 43234        | •  | • | 11, 22                               |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família         | Espécie                                                            | Forma de vida | SPSF                       | FI |   | Trilha                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|----|---|-------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                    |               |                            | P  | S |                                                                   |
| Melastomataceae | <i>Ossaea amygdaloides</i> (DC.) Triana                            | Ab            | 43242                      | •  |   | 22                                                                |
| Melastomataceae | <i>Ossaea sanguinea</i> Cogn.                                      | Ab            |                            |    | • |                                                                   |
| Melastomataceae | <i>Pleiochiton blepharodes</i> (DC.) Reginato et al.               | Ep            |                            |    | • |                                                                   |
| Melastomataceae | <i>Tibouchina clinopodifolia</i> (DC.) Cogn.                       | Av            |                            |    | • |                                                                   |
| Melastomataceae | <i>Tibouchina fothergillae</i> (Schränk & Mart. ex DC.) Cogn.      | Av            |                            |    | • |                                                                   |
| Melastomataceae | <i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.                                    | Av            | 43227, 43238               | •  | • | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17                        |
| Melastomataceae | <i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.                                 | Av            | 43239                      | •  | • | 14                                                                |
| Melastomataceae | <i>Trembleya parviflora</i> (D. Don) Cogn.                         | Ab            |                            |    | • |                                                                   |
| Meliaceae       | <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.                            | Av            |                            | •  | • | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22 |
| Meliaceae       | <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                                      | Av            |                            | •  | • | 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 22                      |
| Meliaceae       | <i>Guarea macrophylla</i> Vahl                                     | Av            | 43247                      | •  | • | 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 21, 22                     |
| Meliaceae       | <i>Trichilia clausenii</i> C. DC.                                  | Av            |                            | •  |   | 11, 12, 16, 18, 21, 22                                            |
| Meliaceae       | <i>Trichilia lepidota</i> Mart.                                    | Av            |                            |    | • |                                                                   |
| Meliaceae       | <i>Trichilia pallens</i> C. DC.                                    | Av            | 43246, 43248, 43249, 43250 | •  | • | 2, 9, 11, 12, 13, 18, 21, 22                                      |
| Monimiaceae     | <i>Mollinedia clavigera</i> Tul.                                   | Av            |                            |    | • |                                                                   |
| Monimiaceae     | <i>Mollinedia elegans</i> Tul.                                     | Av            | 43252                      | •  |   | 3, 5                                                              |
| Monimiaceae     | <i>Mollinedia oligantha</i> Perkins                                | Av            |                            | •  |   | 9                                                                 |
| Monimiaceae     | <i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins                     | Av            | 43251, 43254, 43256        | •  | • | 2, 3, 8, 9, 11, 17                                                |
| Monimiaceae     | <i>Mollinedia cf. triflora</i> (Spreng.) Tul.                      | Av            | 43255                      | •  |   | 7, 8, 11                                                          |
| Monimiaceae     | <i>Mollinedia uleana</i> Perkins                                   | Av            | 43253, 43257               | •  | • | 3, 4, 17, 18, 19, 22                                              |
| Moraceae        | <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber                            | Av            |                            |    | • |                                                                   |
| Moraceae        | <i>Dorstenia hirta</i> Desv.                                       | Ev            | 43268                      | •  | • | 22                                                                |
| Moraceae        | <i>Ficus citrifolia</i> Mill.                                      | He            |                            |    | • |                                                                   |
| Moraceae        | <i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.                                 | He            |                            | •  | • | 19                                                                |
| Moraceae        | <i>Ficus guaranitica</i> Chodat                                    | He            |                            | •  |   | 1, 5, 6                                                           |
| Moraceae        | <i>Ficus insipida</i> Willd.                                       | He            | 43263, 43267               | •  | • | 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22                       |
| Moraceae        | <i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.                             | He            | 43264                      | •  |   | 7, 9, 11, 12                                                      |
| Moraceae        | <i>Ficus pertusa</i> L. f.                                         | He            | 43265                      | •  | • | 6, 10, 11, 12                                                     |
| Moraceae        | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.                     | Av            |                            | •  | • | 7, 19, 21                                                         |
| Moraceae        | <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer | Av            | 43258, 43266               | •  | • | 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 18, 19, 21                           |
| Myristicaceae   | <i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.                   | Av            |                            | •  | • | 1, 2, 3, 8, 9, 11, 17, 18, 19, 20, 22                             |
| Myrtaceae       | <i>Calyptanthus concinna</i> DC.                                   | Av            |                            |    | • |                                                                   |
| Myrtaceae       | <i>Calyptanthus lanceolata</i> O. Berg                             | Av            |                            | •  |   | 3                                                                 |
| Myrtaceae       | <i>Calyptanthus lucida</i> Mart. ex DC.                            | Av            |                            |    | • |                                                                   |
| Myrtaceae       | <i>Calyptanthus aff. strigipes</i> O. Berg                         | Av            |                            | •  |   | 12                                                                |
| Myrtaceae       | <i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.                       | Av            | 43661                      | •  |   | 1, 2, 3, 4, 5, 12, 14                                             |
| Myrtaceae       | <i>Campomanesia neriiflora</i> (O. Berg) Nied.                     | Av            | 43654, 43671               | •  | • | 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22        |
| Myrtaceae       | <i>Eugenia acutata</i> Miq.                                        | Av            |                            |    | • |                                                                   |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família   | Espécie                                                          | Forma de vida | SPSF                       | FI |   | Trilha                          |
|-----------|------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|----|---|---------------------------------|
|           |                                                                  |               |                            | P  | S |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bimarginata</i> DC.                                   | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.                                  | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia cuprea</i> (O.Berg) Nied.                             | Av            |                            | •  | • | 2, 11, 12, 18, 21               |
| Myrtaceae | <i>Eugenia florida</i> DC.                                       | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.                                 | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia melanogyna</i> (D. Legrand) Sobral                    | Av            | 43663, 43668               | •  | • | 9, 17                           |
| Myrtaceae | <i>Eugenia mosenii</i> (Kausel) Sobral                           | Av            |                            | •  | • | 3, 4, 5, 17                     |
| Myrtaceae | <i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand                           | Av            |                            | •  |   | 8, 11, 15, 17                   |
| Myrtaceae | <i>Eugenia neoaustralis</i> Sobral                               | Av            |                            | •  |   | 2, 4, 8, 9                      |
| Myrtaceae | <i>Eugenia cf. neoverrucosa</i> Sobral                           | Av            |                            | •  |   | 2, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 19, 22 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia oblongata</i> O. Berg                                 | Av            |                            | •  |   | 7, 8, 9, 10, 17, 19             |
| Myrtaceae | <i>Eugenia pruinosa</i> D. Legrand                               | Av            |                            | •  |   | 19                              |
| Myrtaceae | <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.                               | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia subavenia</i> O. Berg                                 | Av            |                            | •  |   | 8                               |
| Myrtaceae | <i>Eugenia suffrutescens</i> Nied.                               | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia supraaxillaris</i> Spring                             | Av            |                            | •  |   | 8                               |
| Myrtaceae | <i>Eugenia verticillata</i> (Vell.) Angely                       | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia sp.1</i>                                              | Av            | 43665                      | •  |   | 12                              |
| Myrtaceae | <i>Eugenia sp.2</i>                                              | Av            |                            | •  |   | 17                              |
| Myrtaceae | <i>Eugenia sp.3</i>                                              | Av            |                            | •  |   | 21, 22                          |
| Myrtaceae | <i>Eugenia sp.4</i>                                              | Av            |                            | •  |   | 22                              |
| Myrtaceae | <i>Eugenia sp.5</i>                                              | Av            |                            | •  |   | 22                              |
| Myrtaceae | <i>Eugenia sp.6</i>                                              | Av            |                            | •  |   | 22                              |
| Myrtaceae | <i>Eugenia sp.7</i>                                              | Av            |                            | •  |   | 2                               |
| Myrtaceae | <i>Marlierea eugenioides</i> (Cambess.) D. Legrand               | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Marlierea eugeniopsoides</i> (D. Legrand & Kausel) D. Legrand | Av            | 43672                      | •  | • | 19                              |
| Myrtaceae | <i>Marlierea excoriata</i> Mart.                                 | Av            |                            | •  | • | 8, 10                           |
| Myrtaceae | <i>Marlierea aff. excoriata</i> Mart.                            | Av            |                            | •  |   | 11                              |
| Myrtaceae | <i>Marlierea racemosa</i> (Vell.) Kiaersk.                       | Av            | 43649, 43655, 43656, 43662 | •  |   | 3, 8, 9, 11, 14                 |
| Myrtaceae | <i>Marlierea reitzii</i> D. Legrand                              | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.                              | Av            | 43658, 43670               | •  | • | 8, 11, 13, 19, 22               |
| Myrtaceae | <i>Myrceugenia campestris</i> (DC.) D. Legrand & Kausel          | Av            | 43650                      | •  |   | 4, 5                            |
| Myrtaceae | <i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel       | Av            |                            | •  |   | 3, 4, 11, 17, 18                |
| Myrtaceae | <i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg                 | Av            | 43648, 43659               | •  | • | 2, 3, 14                        |
| Myrtaceae | <i>Myrceugenia reitzii</i> D. Legrand & Kausel                   | Av            | 43652, 43666               | •  | • | 11, 17, 18, 19                  |
| Myrtaceae | <i>Myrceugenia sp.</i>                                           | Av            |                            | •  |   | 5                               |
| Myrtaceae | <i>Myrcia anacardiifolia</i> Gardner                             | Av            |                            | •  | • | 22                              |
| Myrtaceae | <i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.                                 | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia formosiana</i> DC.                                     | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia grandiflora</i> (O.Berg) Nied.                         | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand                            | Av            | 43651, 43657, 43664        | •  |   | 5, 8, 12                        |
| Myrtaceae | <i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.                               | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia palustris</i> DC.                                      | Av            |                            |    | • |                                 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia pubipetala</i> Miq.                                    | Av            |                            |    | • |                                 |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).



Tabela 3. Continuação...

| Família        | Espécie                                                   | Forma de vida | SPSF                       | FI |   | Trilha                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|----|---|------------------------------------------------------------|
|                |                                                           |               |                            | P  | S |                                                            |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.                   | Av            |                            |    | • |                                                            |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia rufula</i> Miq.                                 | Av            | 43660, 43669               | •  | • | 1, 4, 5, 9, 12, 14                                         |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia aff. rufula</i> Miq.                            | Av            |                            | •  |   | 17                                                         |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia spectabilis</i> DC.                             | Av            |                            | •  |   | 3, 8, 9, 10, 13                                            |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia tenuivenosa</i> Kiaersk.                        | Av            |                            | •  | • | 12                                                         |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia tijucensis</i> Kiaersk.                         | Av            |                            | •  | • | 19                                                         |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia sp.</i>                                         | Av            |                            | •  |   | 2                                                          |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia sp.1</i>                                        | Av            |                            | •  |   | 17                                                         |
| Myrtaceae      | <i>Myrcia sp.2</i>                                        | Av            |                            | •  |   | 19, 21                                                     |
| Myrtaceae      | <i>Myrciaria cf. floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg | Av            |                            | •  |   | 2, 3, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 21, 22                          |
| Myrtaceae      | <i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel                   | Av            |                            | •  |   | 13                                                         |
| Myrtaceae      | <i>Psidium cattleianum</i> Sabine                         | Av            | 43653                      | •  | • | 1, 3, 4, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 17                           |
| Myrtaceae      | <i>Psidium sp.</i>                                        | Av            | 43667                      | •  |   | 17, 19                                                     |
| Myrtaceae      | <i>Indeterminada</i>                                      | Av            |                            | •  |   | 11                                                         |
| Nyctaginaceae  | <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz                     | Av            | 43273, 43274, 43275, 43276 | •  | • | 2, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 21, 22              |
| Ochnaceae      | <i>Quiina glaziovii</i> Engl.                             | Av            |                            | •  | • | 3, 8, 9, 11, 12, 13, 19, 20, 22                            |
| Olacaceae      | <i>Heisteria silvianii</i> Schwacke                       | Av            |                            | •  | • | 3, 8, 17                                                   |
| Olacaceae      | <i>Tetrastylidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer       | Av            | 43277                      | •  |   | 11, 20                                                     |
| Oleaceae       | <i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green          | Av            |                            | •  |   | 4, 11, 12, 22                                              |
| Onagraceae     | <i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz                         | Tr            |                            |    | • |                                                            |
| Onagraceae     | <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven             | Sb            |                            |    | • |                                                            |
| Onagraceae     | <i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H. Hara                | Sb            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Bifrenaria harrisoniae</i> (Hook.) Rchb.f.             | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Capanemia australis</i> (Kraenzl.) Schltr.             | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Cleistes libonii</i> (Rchb.f.) Schltr.                 | Ev            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Cranichis candida</i> (Barb. Rodr.) Cogn.              | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Epidendrum secundum</i> Jacq.                          | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Habenaria parviflora</i> Lindl.                        | Ev            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Liparis nervosa</i> (Thunb.) Lindl.                    | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Maxillaria picta</i> Hook.                             | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Oncidium hookeri</i> Rolfe                             | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Phymatidium delicatulum</i> Lindl.                     | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Prosthechea fausta</i> (Rchb.f. ex Cogn.) W.E.Higgins  | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Specklinia aff. grobyi</i> (Batem. ex Lindl.) F.Barros | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Orchidaceae    | <i>Zygostastes multiflora</i> (Rolfe) Schltr.             | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Osmundaceae    | <i>Osmundastrum cinnamomeum</i> (L.) C.Presl              | Ep            |                            |    | • |                                                            |
| Passifloraceae | <i>Passiflora capsularis</i> L.                           | Tr            |                            |    | • |                                                            |
| Passifloraceae | <i>Passiflora jileki</i> Wawra                            | Tr            |                            |    | • |                                                            |
| Passifloraceae | <i>Passiflora misera</i> Kunth                            | Tr            |                            |    | • |                                                            |
| Passifloraceae | <i>Passiflora organensis</i> Gardner                      | Tr            |                            |    | • |                                                            |
| Phyllanthaceae | <i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão                    | Av            | 43278                      | •  | • | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 21, 22 |
| Phyllanthaceae | <i>Margaritaria nobilis</i> L. f.                         | Av            |                            |    | • |                                                            |
| Phyllanthaceae | <i>Phyllanthus avicularis</i> Müll. Arg.                  | Ab            |                            |    | • |                                                            |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família        | Espécie                                                            | Forma de vida | SPSF         | FI |   | Trilha                                      |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----|---|---------------------------------------------|
|                |                                                                    |               |              | P  | S |                                             |
| Phytolaccaceae | <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms                       | Av            |              | •  |   | 18, 21, 22                                  |
| Phytolaccaceae | <i>Phytolacca dioica</i> L.                                        | Av            | 43279        | •  | • | 2, 8, 12, 13, 14, 17, 20, 21, 22            |
| Phytolaccaceae | <i>Phytolacca thyrsoflora</i> Fenzl ex J.A. Schmidt                | Ev            |              |    | • |                                             |
| Phytolaccaceae | <i>Seguiera langsdoeffii</i> Moq.                                  | Av            |              | •  |   | 1, 22                                       |
| Piperaceae     | <i>Manekia obtusa</i> (Miq.) T. Arias, Callejas & Bornst.          | Sb            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Peperomia catharinae</i> Miq.                                   | Ep            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Peperomia corcovadensis</i> Gardner                             | Ep            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Peperomia emarginella</i> (Sw.) C. DC.                          | Ep            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Peperomia martiana</i> Miq.                                     | Ep            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Peperomia rubricaulis</i> (Nees) A. Dietr.                      | Ep            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst.) Hook. & Arn.              | Ep            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & C.A. Mey.                       | Ep            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Piper aduncum</i> L.                                            | Ab            | 43285        | •  | • | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 22 |
| Piperaceae     | <i>Piper arboreum</i> Aubl.                                        | Ab            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Piper caldense</i> C. DC.                                       | Ab            | 43280, 43281 | •  |   | 2, 17                                       |
| Piperaceae     | <i>Piper cernuum</i> Vell.                                         | Ab            | 43282        | •  | • | 2, 3, 4, 8, 10, 13, 17, 19, 22              |
| Piperaceae     | <i>Piper crassinervium</i> Kunth                                   | Ab            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Piper diospyrifolium</i> Kunth                                  | Ab            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth                                 | Ab            | 43283, 43287 | •  | • | 2, 17                                       |
| Piperaceae     | <i>Piper lepturum</i> Kunth                                        | Ab            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Piper lhotzkyanum</i> Kunth                                     | Ab            | 43286        | •  |   | 7, 10, 11                                   |
| Piperaceae     | <i>Piper cf. mosenii</i> C. DC.                                    | Ab            |              |    | • |                                             |
| Piperaceae     | <i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.                           | Ab            | 43284        | •  |   | 3                                           |
| Plantaginaceae | <i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small                         | Ev            |              |    | • |                                             |
| Plantaginaceae | <i>Scoparia dulcis</i> L.                                          | Ev            |              |    | • |                                             |
| Plantaginaceae | <i>Scoparia elliptica</i> Cham.                                    | Ev            |              |    | • |                                             |
| Plantaginaceae | <i>Scoparia montevidensis</i> (Spreng.) R.E. Fr.                   | Ev            |              |    | • |                                             |
| Plantaginaceae | <i>Stemodia trifoliata</i> (Link) Rchb.                            | Ev            |              |    | • |                                             |
| Plantaginaceae | <i>Stemodia verticillata</i> (Mill.) Hassl.                        | Ev            |              |    | • |                                             |
| Poaceae        | <i>Andropogon bicornis</i> L.                                      | Ev            |              | •  |   | 1                                           |
| Poaceae        | <i>Chusquea</i> sp.                                                | Ba            |              | •  |   | 5                                           |
| Poaceae        | <i>Guadua tangoara</i> (Nees) Kunth                                | Ba            | 43288        | •  |   | 1, 2, 3, 10                                 |
| Poaceae        | <i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.                    | Ev            |              |    | • |                                             |
| Poaceae        | <i>Lasiacis sorghoidea</i> (Desv. ex Ham.) Hitchc. & Chase         | Ev            |              |    | • |                                             |
| Poaceae        | <i>Leptochloa fusca</i> subsp. <i>uninervia</i> (J. Presl) N. Snow | Ev            |              |    | • |                                             |
| Poaceae        | <i>Merostachys cf. abadiana</i> Send.                              | Ba            | 43289        | •  |   | 3, 4, 5, 8, 11                              |
| Poaceae        | <i>Merostachys cf. skvortzovii</i> Send.                           | Ba            | 43290        | •  |   | 19                                          |
| Poaceae        | <i>cf. Merostachys</i> sp.                                         | Ba            |              | •  |   | 4                                           |
| Poaceae        | <i>Olyra latifolia</i> L.                                          | Ev            |              |    | • |                                             |
| Poaceae        | <i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.                         | Ev            |              |    | • |                                             |
| Poaceae        | <i>Panicum pilosum</i> Sw.                                         | Ev            |              |    | • |                                             |
| Poaceae        | <i>Steinchisma laxa</i> (Sw.) Zuloaga                              | Ev            |              |    | • |                                             |
| Podocarpaceae  | <i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.                       | Av            |              |    | • |                                             |
| Polygalaceae   | <i>Polygala lancifolia</i> A. St.-Hil. & Moq.                      | Ev            |              |    | • |                                             |
| Polygalaceae   | <i>Polygala laureola</i> A. St.-Hil. & Moq.                        | Ev            |              |    | • |                                             |
| Polygalaceae   | <i>Polygala paniculata</i> L.                                      | Ev            |              |    | • |                                             |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família        | Espécie                                                                | Forma de vida | SPSF         | FI |   | Trilha                                                         |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----|---|----------------------------------------------------------------|
|                |                                                                        |               |              | P  | S |                                                                |
| Polygonaceae   | <i>Coccoloba mollis</i> Casar.                                         | Av            |              | •  |   | 3, 4, 5                                                        |
| Polygonaceae   | <i>Polygonum punctatum</i> Elliott                                     | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Polygonaceae   | <i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.                                     | Av            |              | •  |   | 2, 8, 11, 12, 16, 17, 21                                       |
| Pontederiaceae | <i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.                             | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Primulaceae    | <i>Anagallis barbata</i> (P. Taylor) Kupicha                           | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Primulaceae    | <i>Anagallis filiformis</i> Cham. & Schltdl.                           | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Primulaceae    | <i>Ardisia guianensis</i> (Aubl.) Mez                                  | Av            | 43269        | •  | • | 11, 12                                                         |
| Primulaceae    | <i>Rapanea lancifolia</i> (Mart.) Mez                                  | Av            |              |    | • |                                                                |
| Primulaceae    | <i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez                            | Av            | 43270        | •  | • | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 19, 21                 |
| Primulaceae    | <i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez                                | Av            | 43271        | •  | • | 4, 5                                                           |
| Primulaceae    | <i>Rapanea hermogenesii</i> Jung-Mend. & Bernacci                      | Av            |              | •  | • | 12                                                             |
| Primulaceae    | <i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez                                   | Av            | 43272        | •  | • | 4, 11, 13, 14                                                  |
| Proteaceae     | <i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards | Av            |              | •  | • | 14, 20                                                         |
| Psilotaceae    | <i>Psilotum nudum</i> (L.) P. Beauv.                                   | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Ranunculaceae  | <i>Clematis dioica</i> L.                                              | Tr            |              |    | • |                                                                |
| Rhamnaceae     | <i>Gouania latifolia</i> Reissek                                       | Tr            |              |    | • |                                                                |
| Rhamnaceae     | <i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.                                       | Av            |              | •  | • | 14                                                             |
| Rosaceae       | <i>Acaena eupatoria</i> Cham. & Schltdl.                               | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Rosaceae       | <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.                                     | Av            |              | •  | • | 1, 3, 4, 5, 8, 11, 14                                          |
| Rosaceae       | <i>Rubus rosifolius</i> Sm.                                            | Ab            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Alseis floribunda</i> Schott                                        | Av            |              | •  | • | 12, 17, 18, 19, 22                                             |
| Rubiaceae      | <i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.                 | Av            |              | •  |   | 3, 8, 11                                                       |
| Rubiaceae      | <i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.                         | Av            | 43297        | •  | • | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22 |
| Rubiaceae      | <i>Borreria alata</i> (Aubl.) DC.                                      | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Borreria suaveolens</i> G. Mey.                                     | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.                               | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Chomelia brasiliensis</i> A. Rich.                                  | Av            |              | •  |   | 22                                                             |
| Rubiaceae      | <i>Coccocypselum guianense</i> (Aubl.) K. Schum.                       | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.                   | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze                                  | Av            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Cordia myrciifolia</i> (K.Schum.) C.H.Perss. & Delprete             | Av            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Fareamea</i> sp.                                                    | Av            | 43300        | •  |   | 19                                                             |
| Rubiaceae      | <i>Galianthe pseudopiciolata</i> E.L.Cabral                            | Ab            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.                        | Ev            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Manettia gracilis</i> Cham. & Schltdl.                              | Tr            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Manettia pubescens</i> Cham. & Schltdl.                             | Tr            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Palicourea marcgravii</i> A. St.-Hil.                               | Av            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.                                     | Av            |              |    | • |                                                                |
| Rubiaceae      | <i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.                            | Av            |              | •  | • | 11                                                             |
| Rubiaceae      | <i>Psychotria</i> cf. <i>brachypoda</i> (Müll. Arg.) Britton           | Av            | 43299        | •  |   | 8, 22                                                          |
| Rubiaceae      | <i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.                                 | Av            | 43295, 43298 | •  | • | 2, 3, 8, 11, 12, 17, 18, 19, 22                                |
| Rubiaceae      | <i>Psychotria deflexa</i> DC.                                          | Av            |              |    | • |                                                                |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família         | Espécie                                                          | Forma de vida | SPSF         | FI |   | Trilha                                                       |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----|---|--------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                  |               |              | P  | S |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria paniculata</i> (Aubl.) Raeusch.                    | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria forsteronioides</i> Müll. Arg.                     | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria laciniata</i> Vell.                                | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.                     | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria longipes</i> Müll. Arg.                            | Av            |              | ●  |   | 5                                                            |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria forsteronioides</i> Müll. Arg.                     | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria mapoureoides</i> DC.                               | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.                           | Av            | 43291        | ●  | ● | 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 19                      |
| Rubiaceae       | <i>Psychotria tenerior</i> (Cham.) Müll. Arg.                    | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Randia armata</i> (Sw.) DC.                                   | Ab            | 43294        | ●  |   | 11                                                           |
| Rubiaceae       | <i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.                     | Av            | 43292, 43293 | ●  | ● | 3, 4, 8, 9, 12, 17, 19                                       |
| Rubiaceae       | <i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll. Arg.                        | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rubiaceae       | <i>Simira pikia</i> (K. Schum.) Steyererm.                       | Av            | 43296        | ●  |   | 12                                                           |
| Rutaceae        | <i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.      | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rutaceae        | <i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.                              | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Rutaceae        | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.                               | Av            |              | ●  | ● | 1, 3, 5, 8, 10, 20                                           |
| Sabiaceae       | <i>Meliosma sellowii</i> Urb.                                    | Av            | 43301, 43302 | ●  | ● | 8, 20, 22                                                    |
| Saccolomataceae | <i>Saccoloma elegans</i> Kaulf.                                  | Ev            |              |    | ● |                                                              |
| Salicaceae      | <i>Abatia angeliana</i> M.H. Alford                              | Ab            |              |    | ● |                                                              |
| Salicaceae      | <i>Banara tomentosa</i> Clos.                                    | Ab            |              |    | ● |                                                              |
| Salicaceae      | <i>Casearia decandra</i> Jacq.                                   | Av            | 43306        | ●  | ● | 1, 4, 8, 9, 10, 12, 17                                       |
| Salicaceae      | <i>Casearia lasiophylla</i> Eichler                              | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Salicaceae      | <i>Casearia obliqua</i> Spreng.                                  | Av            |              | ●  | ● | 4, 5                                                         |
| Salicaceae      | <i>Casearia sylvestris</i> Sw.                                   | Av            | 43303, 43305 | ●  | ● | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17            |
| Salicaceae      | <i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.                            | Av            | 43304        | ●  | ● | 2, 7, 8, 11, 12, 20                                          |
| Sapindaceae     | <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. | Av            | 43312        | ●  | ● | 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 |
| Sapindaceae     | <i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.                            | Av            | 43307        | ●  |   | 3, 10, 19                                                    |
| Sapindaceae     | <i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk.                     | Av            | 43308        | ●  |   | 11                                                           |
| Sapindaceae     | <i>Cupania oblongifolia</i> Mart.                                | Av            | 43309, 43311 | ●  | ● | 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19              |
| Sapindaceae     | <i>Cupania vernalis</i> Cambess.                                 | Av            |              | ●  | ● | 14                                                           |
| Sapindaceae     | <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.                               | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Sapindaceae     | <i>Matayba guianensis</i> Aubl.                                  | Av            | 43310        | ●  | ● | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 13, 14, 20                          |
| Sapindaceae     | <i>Matayba obovata</i> sp. nov.*                                 | Av            |              | ●  | ● | 8, 9, 13, 14, 17                                             |
| Sapindaceae     | <i>Serjania glabrata</i> Kunth                                   | Tr            |              |    | ● |                                                              |
| Sapotaceae      | <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.  | Av            | 43828        | ●  |   | 12, 22                                                       |
| Sapotaceae      | <i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.                             | Av            | 43313, 43314 | ●  | ● | 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22           |
| Sapotaceae      | <i>Chrysophyllum viride</i> Mart. & Eichler                      | Av            |              | ●  |   | 2, 3, 4, 9, 12, 13, 17, 18, 20                               |
| Sapotaceae      | <i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.                                 | Av            |              |    | ● |                                                              |
| Sapotaceae      | <i>Pouteria bullata</i> (S. Moore) Baehni                        | Av            |              | ●  |   | 4, 5, 8, 11                                                  |
| Sapotaceae      | <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.                     | Av            |              | ●  |   | 8, 9, 12, 16                                                 |

\*COELHO, R. L. G., SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).



Tabela 3. Continuação...

| Família          | Espécie                                                     | Forma de vida | SPSF                | FI |   | Trilha                                                   |
|------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|----|---|----------------------------------------------------------|
|                  |                                                             |               |                     | P  | S |                                                          |
| Sapotaceae       | <i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni              | Av            |                     | •  |   | 22                                                       |
| Sapotaceae       | <i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.                  | Av            |                     | •  | • | 2, 5, 11, 15, 22                                         |
| Sapotaceae       | <i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni                       | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Selaginellaceae  | <i>Selaginella flexuosa</i> Spring                          | Ev            |                     |    | • |                                                          |
| Selaginellaceae  | <i>Selaginella sulcata</i> (Desv. ex Poir.) Spring          | Ev            |                     |    | • |                                                          |
| Smilacaceae      | <i>Smilax cognata</i> Kunth                                 | Tr            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Athenaea picta</i> (Mart.) Sendtn.                       | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.                | Av            | 43317, 43320, 43321 | •  | • | 2, 3, 4, 5, 9                                            |
| Solanaceae       | <i>Aureliana wettsteiniana</i> (Witasek) Hunz.              | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Brunfelsia pauciflora</i> (Cham. & Schltdl.) Benth.      | Ab            |                     | •  |   | 20, 22                                                   |
| Solanaceae       | <i>Brunfelsia aff. pauciflora</i> (Cham. & Schltdl.) Benth. | Ab            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don                    | Ab            |                     | •  |   | 5                                                        |
| Solanaceae       | <i>Capsicum baccatum</i> L.                                 | Ab            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Cestrum bracteatum</i> Link & Otto                       | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Cestrum mariquitense</i> Kunth                           | Ab            | 43319               | •  |   | 2                                                        |
| Solanaceae       | <i>Dyssochroma longipes</i> (Sendtn.) Miers                 | Ep            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Solandra grandiflora</i> Sw.                             | He            | 43318               | •  |   | 2                                                        |
| Solanaceae       | <i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.                 | Ab            | 43322, 43327        | •  |   | 8, 10, 11, 18                                            |
| Solanaceae       | <i>Solanum cinnamomeum</i> Sendtn.                          | Av            |                     | •  |   | 4, 5                                                     |
| Solanaceae       | <i>Solanum flaccidum</i> Vell.                              | Ev            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal                      | Av            |                     | •  |   | 1                                                        |
| Solanaceae       | <i>Solanum hirtellum</i> (Spreng.) Hassl.                   | Ab            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Solanum intermedium</i> Sendtn.                          | Ab            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Solanum lacerdae</i> Dusén                               | Ab            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Solanum mauritianum</i> Scop.                            | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Solanaceae       | <i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.                      | Av            |                     | •  |   | 1, 2, 22                                                 |
| Solanaceae       | <i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal                     | Av            | 43315, 43316, 43325 | •  |   | 1, 2, 5, 7, 13                                           |
| Solanaceae       | <i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.                  | Av            | 43323               | •  | • | 4, 14                                                    |
| Solanaceae       | <i>Solanum variabile</i> Mart.                              | Ab            | 43324               | •  |   | 10                                                       |
| Styracaceae      | <i>Styrax acuminatus</i> Pohl                               | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Styracaceae      | <i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.                         | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Symplocaceae     | <i>Symplocos celastrinea</i> Mart.                          | Av            | 43328, 43329        | •  | • | 5, 7, 21                                                 |
| Symplocaceae     | <i>Symplocos estrellensis</i> Casar.                        | Av            |                     | •  |   | 9, 11                                                    |
| Symplocaceae     | <i>Symplocos kleinii</i> A.Bida                             | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Symplocaceae     | <i>Symplocos laxiflora</i> Benth.                           | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Symplocaceae     | <i>Symplocos tenuifolia</i> Brand                           | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Symplocaceae     | <i>Symplocos tetrandra</i> Mart.                            | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Symplocaceae     | <i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.                     | Av            |                     |    | • |                                                          |
| Theaceae         | <i>Laplacea fructicosa</i> (Schrud.) Kobuski                | Av            | 43330               | •  | • | 4                                                        |
| Thelypteridaceae | <i>Thelypteris opposita</i> (Vahl) Ching                    | Ev            |                     |    | • |                                                          |
| Thymelaeaceae    | <i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling              | Av            | 43331               | •  |   | 4, 5, 11                                                 |
| Urticaceae       | <i>Boehmeria caudata</i> Sw.                                | Ab            |                     | •  | • | 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19                      |
| Urticaceae       | <i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.                           | Av            |                     | •  | • | 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 22 |
| Urticaceae       | <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul                         | Av            |                     |    | • |                                                          |

\*COELHO, R. L. G. , SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. Brittonia (Bronx, N.Y.).

Tabela 3. Continuação...

| Família       | Espécie                                                | Forma de vida | SPSF | FI |   | Trilha                          |
|---------------|--------------------------------------------------------|---------------|------|----|---|---------------------------------|
|               |                                                        |               |      | P  | S |                                 |
| Urticaceae    | <i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini           | He            |      | •  | • | 1, 3, 6, 12, 13, 19             |
| Urticaceae    | <i>Myriocarpa stipitata</i> Benth.                     | Ab            |      | •  |   | 2, 7, 8, 12, 13, 18, 19, 21, 22 |
| Urticaceae    | <i>Pilea grossecrenata</i> Miq.                        | Ev            |      |    | • |                                 |
| Urticaceae    | <i>Pourouma guianensis</i> Aubl.                       | Av            |      |    | • |                                 |
| Urticaceae    | <i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.          | Av            |      | •  | • | 2, 9, 10, 11, 12, 21            |
| Verbenaceae   | <i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.             | Av            |      | •  |   | 12                              |
| Verbenaceae   | <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                   | Av            |      | •  | • | 6, 7, 8, 10, 11, 12             |
| Verbenaceae   | <i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.                   | Av            |      |    | • |                                 |
| Verbenaceae   | <i>Lantana trifolia</i> L.                             | Ab            |      |    | • |                                 |
| Verbenaceae   | <i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.                    | Ab            |      |    | • |                                 |
| Verbenaceae   | <i>Verbena bonariensis</i> L.                          | Ab            |      |    | • |                                 |
| Verbenaceae   | <i>Verbena litoralis</i> Kunth                         | Ab            |      |    | • |                                 |
| Verbenaceae   | <i>Verbena montevidensis</i> Spreng.                   | Ab            |      |    | • |                                 |
| Vitaceae      | <i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis | Tr            |      |    | • |                                 |
| Vitaceae      | <i>Cissus sulcicaulis</i> (Baker) Planch.              | Tr            |      |    | • |                                 |
| Vochysiaceae  | <i>Qualea glaziovii</i> Warm.                          | Av            |      |    | • |                                 |
| Vochysiaceae  | <i>Vochysia bifalcata</i> Warm.                        | Av            |      | •  | • | 8                               |
| Woodsiaceae   | <i>Diplazium ambiguum</i> Raddi                        | Ev            |      |    | • |                                 |
| Woodsiaceae   | <i>Diplazium cristatum</i> (Desr.) Alston              | Ev            |      |    | • |                                 |
| Woodsiaceae   | <i>Diplazium lindbergii</i> (Mett.) Christ             | Ev            |      |    | • |                                 |
| Woodsiaceae   | <i>Diplazium plantaginifolium</i> (L.) Urb.            | Ev            |      |    | • |                                 |
| Zingiberaceae | <i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B.L. Burt & R.M. Sm.   | Ev            |      |    | • |                                 |

\*COELHO, R. L. G., SOUZA, V. C. & FERRUCCI, M. S. 2012 (no prelo). *Matayba obovata*, a new species of *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae) from Brazil. *Brittonia* (Bronx, N.Y.).

**Tabela 4.** Espécies vegetais ameaçadas presentes no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, estado de São Paulo, e suas respectivas categorias de ameaça de acordo com as listas oficiais de espécies ameaçadas no estado de São Paulo (SMA), no Brasil (MMA) e no mundo (IUCN). Categorias: EX - Presumivelmente extinta, CR - Em perigo crítico, EN - Em perigo, VU - Vulnerável, LR/cd - Dependente de conservação, LR/NT - Quase ameaçada, LR/lc - De risco mínimo. Na lista nacional (MMA) constam apenas duas categorias: Ameaçada (X) ou Deficiente de dados (DD). Fonte de informação: P - Dados primários; S - Dados secundários.

**Table 4.** Threatened plant species recorded in the Alto Ribeira Touristic State Park, São Paulo State, Brazil, and reported by the official red lists of São Paulo State (SMA), Brazil (MMA) and Worldwide (IUCN). Categories of threat: EX - Extinct in the wild, CR - Critically endangered, EN - Endangered, VU - Vulnerable, LR/cd - Lower risk/conservation dependent, LR/nt - Lower risk/almost threatened, LR/lc - Lower risk/least concern. The National red list (MMA) contains only two categories: threatened (X) or Data deficient (DD). Information source: P - Primary data; S - Secondary data.

| Família                        | Espécie                                                            | Nome popular   | Lista |     |       | Fonte |   |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-----|-------|-------|---|
|                                |                                                                    |                | SMA   | MMA | IUCN  | P     | S |
| Apocynaceae                    | <i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.                          | peroba-rosa    |       |     | EN    |       | • |
| Aquifoliaceae                  | <i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.                             | erva-mate      |       |     | LR/nt | •     | • |
| Arecaceae                      | <i>Euterpe edulis</i> Mart.                                        | palmito-juçara | VU    | X   |       | •     | • |
| Asteraceae                     | <i>Raulinoreitzia leptophlebia</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. |                | VU    |     |       |       | • |
| Begoniaceae                    | <i>Begonia toledoana</i> Handro                                    |                | VU    |     |       |       | • |
| Bromeliaceae                   | <i>Aechmea apocalyptica</i> Reitz                                  |                |       | X   |       |       | • |
| Bromeliaceae                   | <i>Aechmea gracilis</i> Lindm.                                     |                | VU    | DD  |       |       | • |
| Bromeliaceae                   | <i>Nidularium jonesianum</i> Leme                                  |                | EX    |     |       |       | • |
| Bromeliaceae                   | <i>Tillandsia linearis</i> Vell.                                   |                | EX    |     |       |       | • |
| Bromeliaceae                   | <i>Vriesea psittacina</i> (Hook.) Lindl.                           |                |       | DD  |       |       | • |
| Fabaceae<br>(Caesalpinioideae) | <i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho                   | passuaré       |       |     | LR/nt | •     |   |

Tabela 4. Continuação...

| Família              | Espécie                                                    | Nome popular          | Lista |     |       | Fonte |   |
|----------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-----|-------|-------|---|
|                      |                                                            |                       | SMA   | MMA | IUCN  | P     | S |
| Fabaceae (Faboideae) | <i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão                        | cabreúva              |       |     | DD    | •     | • |
| Heliconiaceae        | <i>Heliconia farinosa</i> Raddi                            |                       |       | X   |       | •     |   |
| Lauraceae            | <i>Nectandra debilis</i> Mez                               |                       | EN    |     | CR    | •     |   |
| Lauraceae            | <i>Nectandra paranaensis</i> Coe-Teix.                     |                       | EN    |     | VU    | •     |   |
| Lauraceae            | <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez                 |                       |       |     | LR/lc | •     |   |
| Lauraceae            | <i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer                     | canela-batalha        |       | X   |       | •     |   |
| Lauraceae            | <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees                        |                       |       |     | LR/lc | •     |   |
| Malpighiaceae        | <i>Bunchosia pallescens</i> Skottsb.                       |                       | EX    |     |       | •     |   |
| Meliaceae            | <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                              | cedro                 |       |     | EN    | •     | • |
| Meliaceae            | <i>Trichilia pallens</i> C. DC.                            |                       |       |     | LR/nt | •     | • |
| Myrtaceae            | <i>Campomanesia neriiflora</i> (O. Berg) Nied.             | gauviroba             |       |     | VU    | •     | • |
| Myrtaceae            | <i>Eugenia neoaustralis</i> Sobral                         |                       |       |     | EN    | •     |   |
| Myrtaceae            | <i>Myrceugenia campestris</i> (DC.) D. Legrand & Kausel    |                       |       |     | VU    | •     |   |
| Myrtaceae            | <i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel |                       |       |     | LR/nt | •     |   |
| Myrtaceae            | <i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg           |                       |       |     | LR/nt | •     | • |
| Myrtaceae            | <i>Myrcia grandiflora</i> (O. Berg) Nied.                  |                       |       |     | VU    |       | • |
| Myrtaceae            | <i>Myrcia tijucensis</i> Kiaersk.                          |                       | VU    |     |       | •     | • |
| Oleaceae             | <i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green           |                       |       |     | LR/nt | •     |   |
| Piperaceae           | <i>Peperomia emarginella</i> (Sw.) C. DC.                  |                       | EX    |     |       |       | • |
| Podocarpaceae        | <i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.               | podocarpo             |       |     | DD    |       | • |
| Primulaceae          | <i>Anagallis barbata</i> (P. Taylor) Kupicha               |                       | VU    |     |       |       | • |
| Rubiaceae            | <i>Galianthe pseudopeciolata</i> E.L. Cabral               |                       | EX    |     |       |       | • |
| Salicaceae           | <i>Casearia lasiophylla</i> Eichler                        | guaçatonga            |       |     | DD    |       | • |
| Sapindaceae          | <i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk.               |                       | VU    |     |       | •     |   |
| Sapotaceae           | <i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.                       | aleixo                |       |     | LR/cd | •     | • |
| Sapotaceae           | <i>Chrysophyllum viride</i> Mart. & Eichler                | massaranduba, bujuero |       |     | LR/nt | •     |   |
| Sapotaceae           | <i>Pouteria bullata</i> (S. Moore) Baehni                  |                       |       |     | VU    | •     |   |
| Sapotaceae           | <i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.                 |                       |       |     | EN    | •     | • |
| Solanaceae           | <i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.               |                       |       |     | LR/cd | •     | • |

**Tabela 5.** Espécies exóticas registradas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, estado de São Paulo. FO – Forma de ocorrência; SI – Situação da invasão; Fonte de informação (P – dados primários, S – dados secundários). \*espécie nativa no Brasil, mas exótica no domínio da Floresta Ombrófila Densa na Serra de Paranapiacaba.

**Table 5.** Exotic species recorded in the Alto Ribeira Touristic State Park, São Paulo State, Brazil. FO – Type of occurrence; SI – Invasion category; Fonte – Information source (P – Primary data; S – Secondary data). \*species that are native to Brazil, but not to the Ombrophilous Dense Forest Domain at Paranapiacaba Range.

| Família       | Espécie                                          | Nome popular                   | FO                   | SI       | Fonte |
|---------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------|-------|
| Acanthaceae   | <i>Thunbergia fragrans</i> Roxb.                 | tumbérgia                      | -                    | -        | S     |
| Anacardiaceae | <i>Mangifera indica</i> L.                       | mangueira                      | Adulto isolado       | Presente | P     |
| Araucariaceae | <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze * | araucária                      | Adulto isolado       | Presente | P     |
| Asparagaceae  | <i>Yucca gigantea</i> Lem.                       | Iuca-elefante                  | População de adultos | Presente | P     |
| Asteraceae    | <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray    | titônia,<br>margaridão-amarelo | -                    | -        | S     |

Tabela 5. Continuação...

| Família                   | Espécie                                                 | Nome popular                           | FO                   | SI           | Fonte |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------|-------|
| Balsaminaceae             | <i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.                    | maria-sem-vergonha, beijo              | População de adultos | Invasora     | P     |
| Commelinaceae             | <i>Tradescantia zebrina</i> Heynh.                      | zebrina                                | População de adultos | Invasora     | P     |
| Cucurbitaceae             | <i>Momordica charantia</i> L.                           | melão-de-são-caetano                   | -                    | -            | S     |
| Cucurbitaceae             | <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.                        | chuchu                                 | População de adultos | Invasora     | P     |
| Cupressaceae              | <i>Thuja</i> sp.                                        | tuia                                   | Adulto isolado       | Presente     | P     |
| Cyperaceae                | <i>Cyperus rotundus</i> L.                              | tiririca                               | População de adultos | Invasora     | P     |
| Fabaceae<br>(Mimosoideae) | <i>Calliandra brevipes</i> Benth.                       | cabelo-de-anjo                         | População de adultos | Presente     | P     |
| Iridaceae                 | <i>Crocasmia x crocosmiiflora</i> (Lemoine)<br>N.E. Br. | palminha                               | População de adultos | Invasora     | P     |
| Lamiaceae                 | <i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.                 | cordão-de-frade                        | -                    | -            | S     |
| Lauraceae                 | <i>Persea americana</i> Mill.                           | abacateiro                             | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Malvaceae                 | <i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna             | paineira                               | Adulto isolado       | Presente     | P     |
| Malvaceae                 | <i>Dombeya wallichii</i> (Lindl.) K. Schum.             | dombéia                                | População de adultos | Presente     | P     |
| Malvaceae                 | <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.                        | hibisco                                | População de adultos | Presente     | P     |
| Melastomataceae           | <i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack               | orelha-de-urso                         | População de adultos | Presente     | P     |
| Moraceae                  | <i>Morus nigra</i> L.                                   | amoreira                               | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Muntingiaceae             | <i>Muntingia calabura</i> L.                            | calabura                               | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Musaceae                  | <i>Musa paradisiaca</i> L.                              | bananeira                              | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Musaceae                  | <i>Musa rosacea</i> Jacq.                               | banana-flor                            | População de adultos | Invasora     | P     |
| Myrtaceae                 | <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden             | eucalipto                              | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Myrtaceae                 | <i>Psidium guajava</i> L.                               | goiabeira                              | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Myrtaceae                 | <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston                      | jambo                                  | Adulto isolado       | Estabelecida | P,S   |
| Oleaceae                  | <i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton                     | alfeneiro-do-japão                     | Adulto isolado       | Presente     | P     |
| Pinaceae                  | <i>Pinus bahamensis</i> Griseb.                         | pinus                                  | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Pinaceae                  | <i>Pinus hondurensis</i> Sénécl.                        | pinus                                  | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Poaceae                   | <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl.          | bambu-amarelo-e-verde,<br>bambu-brasil | População de adultos | Estabelecida | P     |
| Poaceae                   | <i>Coix lacryma-jobi</i> L.                             | lágrima-de-Nossa-Senhora               | -                    | -            | S     |
| Poaceae                   | <i>Paspalum notatum</i> Flügge                          | grama-batatais                         | População de adultos | Invasora     | P     |
| Poaceae                   | <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.                   | capim-napier                           | População de adultos | Invasora     | P     |
| Poaceae                   | <i>Phyllostachys cf. aurea</i> Rivière & C. Rivière     | bambu-vara-de-pescar                   | População de adultos | Estabelecida | P     |
| Poaceae                   | <i>Urochloa cf. brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.)     | braquiária                             | População de adultos | Invasora     | P     |
| Rhamnaceae                | <i>Hovenia dulcis</i> Thunb.                            | uva-japonesa                           | Adulto isolado       | Invasora     | P     |
| Rosaceae                  | <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.              | nespereira                             | Adulto isolado       | Invasora     | P     |
| Rutaceae                  | <i>Citrus x aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle        | lima                                   | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Rutaceae                  | <i>Citrus x aurantium</i> L.                            | laranjeira                             | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Rutaceae                  | <i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck                       | limão-rosa                             | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Rutaceae                  | <i>Citrus reticulata</i> Blanco                         | mexerica                               | Adulto isolado       | Estabelecida | P     |
| Solanaceae                | <i>Brugmansia suaveolens</i> (Willd.) Bercht. & J.Presl | trombeteira                            | Adulto isolado       | Invasora     | P     |
| Typhaceae                 | <i>Typha domingensis</i> Pers.                          | taboa                                  | População de adultos | Invasora     | P     |
| Zingiberaceae             | <i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig                   | lírio-do-brejo, napoleão               | População de adultos | Invasora     | P,S   |



as epífitas *Nidularium jonesianum* Leme (sem data, exsiccata no JBRJ), *Tillandsia linearis* Vell. (coletada em 1997, exsiccata ESA 37554), *Peperomia emarginella* (Sw.) C. DC. (coletada em 2003, JBRJ 429428) e *Galianthe pseudopiciolata* E.L.Cabral. (coletada em 1997, exsiccata ESA 37726, FUEL 21661 e IAC 36420), além do arbusto *Bunchosia pallescens* Skottsb (dado primário, SPSF 43223).

Foram registradas 44 espécies consideradas exóticas (Tabela 5), a maior parte (39 espécies) durante o levantamento de campo, sendo apenas sete espécies provenientes de dados secundários. Parte das espécies (22) foi observada ocorrendo como árvores isoladas ao longo de estradas e ao redor de moradias; já as espécies herbáceas e arbustivas tenderam a ocorrer de forma agrupada. Analisando-se a situação de invasão, 10 espécies foram consideradas “presentes”, 15 “estabelecidas” e 14 “invasoras”. Todas as espécies invasoras, a espécie nativa *Dicranopteris flexuosa* (Schrud.) Underw. e o bambu nativo *Guadua tagoara* (Nees) Kunth foram classificadas como espécies-problema.

## Discussão

### 1. Fitofisionomias existentes no PETAR

A Floresta Ombrófila Densa, formação mais característica do Parque, é uma floresta perenifólia que ocorre em clima de elevadas temperaturas e alta precipitação, bem distribuída durante o ano (Veloso et al. 1991). Situa-se em toda a Província Costeira do Estado de São Paulo, com penetrações em direção ao Planalto Atlântico, onde se encontra com a Floresta Estacional. Assim, o Planalto Atlântico é uma área de ecótono entre duas formações distintas (a Floresta Estacional e a Floresta Ombrófila), o que dificulta o traçado de limites. Este avanço da Floresta Ombrófila para o interior em direção ao Planalto Atlântico parece ocorrer apenas em algumas condições fisiográficas específicas de elevadas altitudes, onde a entrada de espécies ombrófilas é facilitada pela ausência de estação seca e elevada umidade relativa do ar, mas onde há uma pressão de seleção para espécies tolerantes ao clima frio, resistentes a geadas e adaptadas à baixa luminosidade ocasionada pela neblina constante (Ivanauskas et al. 2000).

Um pequeno trecho do PETAR situa-se sobre o Planalto Atlântico, na região do Planalto da Guapiara. Esse Planalto contém um dos principais ecótonos vegetacionais do estado de São Paulo, pois ali se dá o contato entre a Floresta Estacional Semidecidual típica do interior, a Floresta Ombrófila Densa da região costeira e o limite norte da distribuição contínua do domínio da Floresta Ombrófila Mista proveniente da bacia do Paraná. Há relatos de antigos funcionários de que a Floresta Ombrófila Mista ocupava grande parte da região de Planalto no interior do Parque, mas a exploração madeireira de sua espécie típica (*Araucaria angustifolia* - araucária) foi tão intensa que atualmente remanescentes significativos desta formação são encontrados apenas na zona limítrofe do Parque. No interior do PETAR foram observadas poucas árvores de araucária, que foram plantadas por funcionários ou moradores, não mais em área de Planalto e sim sobre a Serrania Costeira, caracterizando-a, assim, como espécie exótica introduzida.

Sobre a Serrania Costeira, onde predomina a Floresta Ombrófila, observa-se um gradiente vegetacional: com a elevação da altitude, o aumento da declividade e a diminuição da profundidade do solo, as florestas tendem a apresentar porte cada vez menor e maior número de indivíduos. Somam-se a esse gradiente natural os distúrbios causados pelo histórico de uso em determinados trechos, por vezes evidenciados pela presença de dossel aberto.

A Floresta Ombrófila Densa Alto-montana é a floresta perenifólia presente no topo dos morros acima de 1.000 m de altitude, denominada também de matinha nebulosa (Klein 1978) ou mata de neblina (Hueck 1956), em virtude da presença de neblina em muitas

horas por dia, em quase todos os dias do ano, mesmo na estação seca (Hueck 1956). Associados à neblina, outros fatores condicionantes são os solos rasos (litossolos), usualmente com afloramentos rochosos, e o clima frio (Garcia 2003). Um aspecto fisionômico característico nas matas nebulares é o baixo porte das espécies arbustivas e arbóreas. O nanismo dessas espécies é atribuído à oligotrofia e também aos efeitos do vento, como desgaste físico devido ao atrito e maior perda de água (Garcia 2003). Essas matas apresentam também em seu interior populações densas de bromélias e orquídeas terrícolas, pteridófitas, líquens, musgos e espécies de *Chusquea* (taquaras), que dão a essa formação uma fisionomia característica (Mantovani et al. 1990, Joly et al. 1991).

A ocorrência dessa vegetação mais baixa e sujeita à neblina em altitudes inferiores às estabelecidas pelo sistema de classificação de Veloso et al. (1991) já foi relatada em outros levantamentos na Serra do Mar (Araujo et al. 2005, Bertoncello et al. 2011) e de Paranapiacaba (Souza et al. 2006), mas essa condição não foi observada em nenhum trecho amostrado no Parque em decorrência da dificuldade de acesso. No interior do Parque Estadual Intervales, áreas similares foram descritas em extensão contínua sobre os topos das serras e em elevações montanhosas na porção nordeste, ou sobre morros isolados em altitudes mais elevadas (Mantovani et al. 2009).

A Floresta Ombrófila Densa Montana é a formação predominante no PETAR e nas unidades de conservação do entorno que integram o contínuo de Paranapiacaba (PECB, PEI e EEcX), com estrutura e extensão territorial aparentemente adequadas à perpetuação e manutenção da flora, se protegida dos impactos da ação humana. Essa região montanhosa também é considerada vital para a conservação da mastofauna da Floresta Atlântica, em especial para a população dos grandes felinos, pois o sul do estado de São Paulo e o norte do Paraná abrigam a última grande população de onças-pintadas (*Panthera onca*) da Mata Atlântica (Leite et al. 2002).

Em todo o contínuo, por causa da alta declividade e do relevo escarpado, o fundo de vale dos grandes rios foi historicamente o meio utilizado pelas populações humanas para a ocupação do território. Assim, trechos de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Aluvial encontram-se geralmente mais degradados, em decorrência do corte raso da vegetação para a formação de roças ou extrativismo para lenha e carvão. Boa parte dessas áreas foi mapeada como vegetação secundária e alguns trechos foram ocupados por bambus, sendo então mapeados como Floresta Ombrófila Aberta.

A denominação Floresta Ombrófila Aberta foi utilizada pelo Projeto RADAMBRASIL para uma vegetação de transição entre a Floresta Amazônica e as áreas extra-amazônicas e com gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano (Veloso et al. 1991). Embora o conceito tenha sido aplicado originalmente para áreas amazônicas, o termo Floresta Ombrófila Aberta consta do Decreto 750/93 e da Lei 11.428/2006, que tratam do domínio da Mata Atlântica. Veloso et al. (1991) também afirmaram que a faciação, ou seja, a fisionomia específica denominada “floresta com bambu”, além de ocorrer na parte ocidental da Amazônia, estende-se também até a borda ocidental do Planalto Meridional no Estado do Paraná, onde o bambuzal domina áreas florestais onde houve exploração de madeiras nobres. Grandes áreas ocupadas por bambus foram registradas também para os Parques Estaduais da Serra do Mar (Araujo et al. 2005), Carlos Botelho (Souza et al. 2006), Intervales (Mantovani et al. 2009) e para a Estação Ecológica de Xitue (Souza et al. 2011).

Sabe-se que os bambus podem restringir a regeneração de espécies arbóreas e afetar a dinâmica das comunidades. Alguns dos mecanismos responsáveis por isso são o bloqueio à chegada de propágulos (Rother et al. 2009) e os danos físicos provocados às espécies arbóreas, causando a mortalidade de plântulas, além da redução na altura, na área basal e na densidade dos indivíduos (Griscom & Ashton 2003, 2006). No PETAR, assim como nas demais UCs onde os bambus foram observados em elevada abundância, parece de fato haver um efeito negativo sobre a comunidade. Em

alguns locais, após a morte dos bambus, abriu-se uma grande clareira que começou a ser dominada por lianas heliófitas, formando uma densa cobertura vegetal que possivelmente irá dificultar o estabelecimento da regeneração natural (Souza et al. 2011).

Não se sabe exatamente quais são os fatores que determinam a proliferação dos bambus e tampouco como se dá a dinâmica de expansão e retração das manchas. Acredita-se que o processo de ocupação pode ser desencadeado tanto por distúrbios naturais (como, por exemplo, escorregamentos e abertura de grandes clareiras) quanto por intervenções antrópicas (ex.: corte seletivo), que criam condições abióticas favoráveis ao desenvolvimento dessas espécies, sobretudo o aumento de intensidade luminosa (Mantovani et al. 2009). Contudo, ainda são escassas as informações sobre a dinâmica dos bambus e seus possíveis impactos sobre as demais espécies da comunidade nas áreas de Floresta Ombrófila. Estudos de longo-prazo sobre a ocorrência e estrutura populacional das diferentes espécies de bambu são essenciais para compreender os efeitos da ocupação dos bambus sobre a regeneração natural, analisar a necessidade de intervenção e propor medidas de restauração.

Presente em áreas ao longo dos cursos d'água, sujeitas à inundação temporária ou permanente, a formação Floresta Ombrófila Densa Aluvial, também conhecida como floresta ribeirinha ou ciliar, é representada por comunidades vegetais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas ou nas depressões alagáveis todos os anos (Veloso et al. 1991). No caso do PETAR, foram amostradas somente áreas de inundação temporária, mas não se pode descartar a possibilidade de haver trechos permanentemente alagados no Parque, que certamente apresentarão composição florística distinta das áreas visitadas.

Em diversos trechos do PETAR são encontrados afloramentos rochosos com lápies, ranhuras que se formam por processos de dissolução das rochas e que ocorrem nos relevos de morros e morrotes cársticos associados à presença de rochas carbonáticas (Winge 2001). Nestes trechos, as árvores se fixam diretamente sobre as rochas (rupícolas) ou nas fendas entre elas (saxícolas). Trata-se então de um ambiente único no Parque, pois a água disponível para as plantas é proveniente da água de percolação, nos dias em que ocorre precipitação, ou da umidade relativa do ar proveniente de neblina. Tais fatores contribuem para a seleção das espécies ocorrentes nesta formação, relacionada à sua adaptabilidade morfológica e fisiológica, de maneira a resistir à deficiência hídrica, mesmo que por curtos períodos. Assim, nota-se a predominância de espécies decíduas ou semidecíduas sobre essas formações, com destaque para a abundância de leguminosas (Fabaceae), representadas por indivíduos de grande porte de caviúna (*Machaerium scleroxylon*), espécie ameaçada de extinção no estado de São Paulo. Destaca-se também a presença de pau-d'alhos (*Gallsia integrifolia*) e figueiras (*Ficus* spp.), que pelo hábito hemiepifítico (no caso das últimas), conseguem também se estabelecer com sucesso nessas áreas. Assim, sobre os afloramentos rochosos do PETAR, é possível que sejam encontrados enclaves de florestas estacionais semidecíduais ocorrendo lado a lado com as florestas ombrófilas densas e abertas. Esses habitats únicos são relevantes por apresentar fisionomia e florística próprias, contribuindo para a biodiversidade regional. Pesquisas voltadas para o inventário da flora local, para a ecofisiologia e para a fenologia das espécies ali presentes são altamente recomendadas para a melhor caracterização destas comunidades, que merecem atenção especial pois contêm, além de peculiaridades na vegetação, um sistema cárstico com diversas cavidades naturais que representam um dos maiores atrativos turísticos do Parque.

Situações de relevo menos declivoso e a proximidade com os grandes rios possibilitaram maior ocupação humana nas cotas altitudinais mais baixas, resultando em impactos sobre a vegetação

ali presente. No Parque, essas áreas de vegetação secundária foram identificadas em vários estágios sucessionais, inferidos sobretudo pelo porte da vegetação e pela cobertura. Tais regiões foram provavelmente objeto de corte raso com finalidade agrícola ou de retirada intensa de árvores para a produção de carvão, e, portanto, são áreas abandonadas e sujeitas à regeneração natural, cujo sucesso e velocidade de colonização dependem do tempo de abandono, do uso ao qual foram submetidas e da disponibilidade de propágulos e dispersores no entorno. O tipo de embasamento geológico também pode influenciar o curso da sucessão e determinar as características dessas comunidades. Comparando áreas de vegetação secundária com mesma idade de abandono, Godoy (2001) observou que nos trechos sobre calcário as florestas eram menos densas e com árvores de maior porte. Nestas áreas, houve uma substituição de espécies de Melastomataceae (especialmente *Tibouchina pulchra*) e outras famílias típicas de trechos secundários da Floresta Ombrófila Densa por espécies de Fabaceae (especialmente *Piptadenia gonoacantha*, *Inga marginata*, *Schyzolobium parahyba* e *Hymenaea courbaril*), em decorrência de alterações nas características do solo.

## 2. Composição florística

Considerando-se a Floresta Atlântica *lato sensu*, são conhecidas 15.782 espécies de plantas vasculares, distribuídas em 2.257 gêneros e 348 famílias (Stehmann et al. 2009), o que corresponde a cerca de 5% da flora mundial, estimada em 300.000 espécies de plantas (Judd et al. 2009). Mais da metade da riqueza (60%) e a maior parte dos endemismos (80%) da flora atlântica foram encontrados na Floresta Ombrófila Densa (Stehmann et al. 2009), o que evidencia a importância dessa formação florestal para a conservação da biodiversidade brasileira. Nesse cenário, é muito relevante o patrimônio natural composto pelos remanescentes localizados no estado de São Paulo, cuja maior parte se situa em área contínua de Floresta Ombrófila Densa sobre a Serra do Mar e a Serra de Paranapiacaba (Nalon et al. 2010).

No contínuo ecológico de Paranapiacaba, o PETAR é a unidade de conservação que apresenta o segundo maior registro no número de espécies. O Parque Estadual Carlos Botelho, com área pouco maior que o PETAR (37.797 ha), possui flora bem estudada e conta com o registro de 1.113 espécies (Souza et al. 2006). Já o Parque Estadual Intervales, embora com área mais extensa (41.704 ha), possui riqueza conhecida um pouco inferior, de 661 espécies de plantas (Mantovani et al. 2009). Para a Estação Ecológica de Xitué, que possui área bem menor que as demais (3.095 ha), são conhecidas 125 espécies (Souza et al. 2011).

Mesmo após o esforço recente de muitos taxonomistas para reunir o conhecimento existente sobre a flora atlântica brasileira (Stehmann et al. 2009), sabe-se que ainda há lacunas de conhecimento: entre 1990 e 2006 foram registradas 1.194 novas espécies em seus limites, o que representa 42% do total descrito para o Brasil no mesmo período (Sobral & Stehmann 2009). Nesse contexto, os valores de riqueza de espécies vasculares das unidades de conservação das florestas ombrófilas paulistas também parecem subestimados. Registros de novas ocorrências para o estado e a descrição de espécies novas têm sido frequentemente encontrados na literatura científica (vide volumes da Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, por exemplo).

No PETAR, a riqueza de espécies vegetais apresentada também está subestimada, tanto por terem sido coletados preferencialmente indivíduos arbustivos e arbóreos quanto pela falta de estudos de comunidades do local. As buscas às diferentes fontes de dados bibliográficos revelaram apenas um estudo dentro dos limites do Parque, realizado por Godoy (2001) e publicado parcialmente em Aidar et al. (2001). O potencial para abrigar maior riqueza específica é

alto, pois o PETAR contém dentro de seus limites lentes carbonáticas inseridas numa matriz geológica composta por filitos, granitos, metabazitos e quartzitos (Karmann 1994), resultando em elevada heterogeneidade de solos e tipos de terrenos. Solos desenvolvidos sobre rochas carbonáticas apresentam maior disponibilidade de nutrientes para as plantas (Godoy 2001), sobretudo aqueles pouco desenvolvidos, onde as raízes das árvores encontram-se muito próximas do material de origem, rico em cálcio e magnésio. Quando sujeitos à precipitação intensa, como é o caso do PETAR, os nutrientes tendem a ser lixiviados rapidamente e, em locais onde há solos mais profundos de mesmo material de origem, a fertilidade pode diminuir.

Além das lacunas de conhecimento decorrentes das diferentes intensidades de coleta entre locais, há um forte viés com relação às formas de vida. Há um esforço desproporcional de levantamentos de espécies arbóreas e arbustivas, quando comparadas às demais (Durigan et al. 2008). Entre as diferentes formas de vida menos amostradas encontram-se espécies herbáceas, trepadeiras, epífitas, aquáticas microscópicas e até mesmo pertencentes a outros reinos, como os organismos unicelulares e os fungos. No caso particular do PETAR, atenção especial deve ser dada a este último reino, devido à grande quantidade de espécies de fungos bioluminescentes que vem sendo descoberta na última década (Desjardin et al. 2005, 2007, 2010).

Constatou-se que o PETAR abriga elevado número de espécies consideradas ameaçadas de extinção, informação que contribui significativamente para a atualização da lista de espécies ameaçadas no estado de São Paulo. Isto porque entre os critérios para a inclusão de uma espécie na lista está a ocorrência ou não em unidades de conservação, com maior peso quando nenhuma ocorrência é registrada nesses locais, colocando a espécie em situação aparentemente “desprotegida” (Souza et al. 2007). No entanto, é possível que boa parte das espécies presentes nessas listagens oficiais resultem do baixo esforço de coleta para outras formas de vida que não árvores, como é o caso de muitas epífitas consideradas ameaçadas de extinção.

No PETAR foram registradas cinco espécies consideradas presumivelmente extintas na natureza no estado de São Paulo, devido à ausência de coletas destas espécies em áreas naturais nos últimos 50 anos (Souza et al. 2007). No entanto, dentre as cinco espécies consideradas provavelmente extintas, as epífitas *Tillandsia linearis* e *Galianthe pseudopiciolata* foram coletadas em 1997, *Peperomia emarginella* em 2003 e o arbusto *Bunchosia pallescens* coletada neste estudo. Portanto, a única que ainda pode ser considerada presumivelmente extinta na natureza é a epífita *Nidularium jonesianum* pois, embora a exsiccata não mencione a data de coleta, o coletor foi Moysés Kuhlmann, o mesmo citado para uma coleta da mesma espécie realizada em 1939 no município de Ribeira (exsiccata SP 41638) e considerada a última coleta realizada em São Paulo por Moreira et al. (2007). Pode-se dizer, portanto, que os levantamentos de campo e a compilação criteriosa de dados secundários das unidades de conservação são ferramentas importantes para contribuir para a revisão da lista de espécies ameaçadas.

A presença de espécies ameaçadas em uma área protegida é um indicador da relevância de uma unidade de conservação de proteção integral para a conservação da biodiversidade. Já a presença de espécies exóticas invasoras na mesma unidade representa um vetor de degradação e, portanto, uma ameaça para a conservação das populações *in situ*.

Dentre as espécies exóticas registradas no PETAR, muitas são frutíferas e de provável introdução por populações humanas ou propagadas em áreas de vegetação nativa por serem apreciadas pela fauna. É o caso da mangueira (*Mangifera indica*) e do abacateiro (*Persea americana*), encontrados em pontos isolados e representados por poucos indivíduos, aparentemente não causando impactos significativos sobre a vegetação nativa. Já a goiabeira (*Psidium guajava*) foi observada em alta densidade em uma área

antropizada e a uva-japonesa (*Hovenia dulcis*) no interior da floresta, portanto com comportamento invasor.

Plantações de *Pinus* spp. e áreas abandonadas de pastagem implantadas por antigos moradores foram encontradas nos núcleos Areado, Capinzal e Bulha d'água. Embora não se tenha observado impacto aparente de *Pinus* ao longo das trilhas percorridas, espécies deste gênero têm reconhecido potencial invasor de áreas naturais e, por isso, recomenda-se a erradicação destes plantios e sua conversão em floresta nativa. O mesmo procedimento deve ser adotado para as áreas de pastagens ocupadas por gramíneas africanas, que tendem a se proliferar com o revolvimento do solo, feito regularmente para manutenção de estradas. Gramíneas e outras espécies ruderais também invadem caminhos abandonados, ambientes ciliares sem cobertura florestal e, em menor escala, o interior das áreas onde há incidência de luz solar direta. O lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*) também é uma espécie que merece atenção. Trata-se de uma espécie exótica invasora muito abundante em vários trechos ribeirinhos, onde já são consideradas espécie-problema devido à capacidade de reprodução vegetativa, facilidade de dispersão e alta densidade populacional em áreas degradadas pelo assoreamento dos cursos d'água.

Além das exóticas, observou-se a ocorrência da espécie *Dicranopteris flexuosa* em abundância, mais especificamente nos topos de morros sujeitos a escorregamentos e áreas abertas. Embora seja nativa, esta espécie pode ser considerada uma espécie-problema em razão de sua velocidade de crescimento e modo de ocupação dos ambientes abertos, onde se formam densos tapetes de indivíduos, que provavelmente dificultam ou impedem a germinação e o crescimento de diversas espécies nativas. Uma das explicações para essa inibição pode ser a presença de compostos alelopáticos, que seriam tóxicos para determinadas espécies (Silva et al. 2011). Atenção deve ser dada também ao bambu nativo predominante nos trechos mapeados como Floresta Ombrófila Aberta (*Guadua tagoara*), o mesmo que recobre extensas áreas no contínuo de unidades de conservação da Serra de Paranapiacaba (Souza et al. 2006, Mantovani et al. 2009, Souza et al. 2011). No Parque Estadual Intervales, Araujo et al. (2009) encontraram estreita relação entre a ocorrência dessa espécie e as áreas utilizadas nas décadas de 50, 60 e 70 para a exploração do palmito e de roças. Para os autores, estas atividades podem ter ampliado a área naturalmente colonizada pelo taquaruçu, o que reforça a sua indicação como espécie-problema. Apesar do taquaruçu ser importante por fornecer alimentação e abrigo para muitas espécies da fauna (Rother et al. 2009), as características de rápida colonização de *G. tagoara* e seu comportamento invasor podem limitar o crescimento de outras populações vegetais, sendo importante seu manejo.

Embora a avaliação de espécies exóticas e invasoras não fosse o foco principal do estudo, o registro de ocorrência destas espécies contribuiu para o reconhecimento de interferências nas áreas. Como o processo de invasão biológica é gradativo, muitas vezes não é percebido enquanto ainda está na melhor fase para controle (Ziller & Dechoum 2007). Dessa maneira, ainda que muitas exóticas registradas no PETAR não tenham sido caracterizadas como espécies-problema, recomenda-se a erradicação daquelas já estabelecidas ou invasoras de áreas naturais como medida preventiva. Os métodos de controle de plantas invasoras podem ser divididos em três grandes grupos: controle mecânico ou físico, controle químico e controle biológico. Em geral, são empregadas combinações desses métodos para ganhar eficiência, em vez de usar métodos isolados (Ziller & Dechoum 2007). O trabalho deve ser iniciado com a análise prévia de cada situação de invasão e a revisão dos métodos disponíveis para seu controle, com registro do projeto técnico de erradicação. De acordo com as recomendações de Ziller & Dechoum (2007), é importante considerar se as premissas assumidas como causas da invasão estão corretas e, caso não estejam, ter um plano alternativo para uma resposta rápida em caso de insucesso na primeira ação de controle. Após a execução da ação de controle, é necessário que seja estruturado um sistema de repetição dos tratamentos e de monitoramento para acompanhamento



do sucesso da técnica, avaliando-se a necessidade de se repetir a ação e determinar sua frequência e periodicidade.

## Agradecimentos

Aos taxonomistas João Aurélio Pastore, João Batista Baitello e Osny Tadeu Aguiar, pela identificação do material botânico. A Marcelo Del Bel pelo auxílio na obtenção de dados secundários, aos escaladores Dirceu de Souza e João Barbosa da Silva, e às estagiárias Lígia Braggion, Luiza Z. Pinheiro e Louraine M. S. Barril. Ao responsável pelo Parque, Fábio Leonardo Tomas, à Kátia Pisciotto e demais funcionários, pelo apoio logístico.

## Referências Bibliográficas

- AIDAR, M.P.M. 2000. Ecofisiologia das estratégias de utilização de nitrogênio em árvores da floresta neotropical. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- AIDAR, M.P.M., GODOY, J.R.L., BERGMANN, J. & JOLY, C.A. 2001. Atlantic Forest Succession over calcareous soil, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, SP. Rev. Bras. Bot. 24(4):455-469.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161:105-121. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- ARAUJO, C.O., SOUZA, F.M., ARZOLLA, F.A.R.D.P., FRANCO, G.A.D.C., BAITELLO, J.B., TONIATO, M.T.Z., IVANAUSKAS, N.M., AGUIAR, O.T. & CIELO-FILHO, R. 2005. Módulo Biodiversidade: Relatório Vegetação. In Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar (M.C.W. BRITO & L.R.C.N. OLIVEIRA, coords.). Instituto Florestal, São Paulo.
- ARAUJO, L.S. 2009. As (fascinantes) Florestas com Bambus. Scient. Am. Brasil. 86:68-73.
- BAILLIE, I.C. 1996. Soils of the humid tropics. In The Tropical Rain Forest: an ecological study (P.W. Richards). 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, p.256-286.
- BERTONCELO, R., YAMAMOTO, K., MEIRELES, L.D. & SHEPHERD, J.G. 2011. A phytogeographic analysis of cloud forests and other forest subtypes amidst the Atlantic forests in south and southeast Brazil. Biodivers. Conserv. 20:3413-3433. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-011-0129-6>
- BISBY, F.A., ROSKOV, Y.R., ORRELL, T.M., NICOLSON, D., PAGLINAWAN, L.E., BAILLY, N., KIRK, P.M., BOURGOIN, T. & BAILLARGEON G., eds. 2010. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2010. Annual Checklist. Species 2000: Reading, UK. [www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2010](http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2010) (último acesso em 19/05/2010).
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Anexo I da Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 out. 2008. [http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom\\_boletins/\\_arquivos/83\\_19092008034949.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf) (último acesso em 19/05/2010).
- DESJARDIN, D.E., CAPELARI, M. & STEVANI, C.V. 2005. A new bioluminescent Agaric from São Paulo, Brazil. Fungal Divers. 18:9-15.
- DESJARDIN, D.E., CAPELARI, M. & STEVANI, C.V. 2007. Bioluminescent *Mycena* species from São Paulo, Brazil. Mycologia. 99(2):317-327. PMID:17682785. <http://dx.doi.org/10.3852/mycologia.99.2.317>
- DESJARDIN, D.E., PERRY, B.A., STEVANI, C.V., LODGE, D.J. & NAGASAWA, E. 2010. Luminescent *Mycena*: new and noteworthy species. Mycologia. 102(2):459-465. <http://dx.doi.org/10.3852/09-197>
- DURIGAN, G., MAMEDE, M.C.H., IVANAUSKAS, N.M., SIQUEIRA, M.F., JOLY, C.A., MOURA, C., BARROS, F., SOUZA, F.M., VILELA, F.E.S.P., ARZOLLA, F.A.R.P., FRANCO, G.A.D.C., CORDEIRO, I., KOCH, I., BAITELLO, J.B., LOMBARDI, J.A., LIMA, L.R., LOHMANN, L.G., BERNACCI, L.C., ASSIS, M.A., AIDAR, M.P.M., WANDERLEY, M.G.L., TONIATO, M.T.Z., RIBEIRO, M., GROppo, M., CAVASSAN, O., SANO, P.T., RODRIGUES, R.R., FICHES, T.V. & MARTINS, S.E. 2008. Fanerógamas. In Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo (R.R. RODRIGUES & V.L.R. BNONI, orgs.). Instituto de Botânica, Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, p.104-109.
- FOGAÇA, I.F., VIDAL, A.B.D. & COSTA, P.H.F. 2010. Módulo Meio Antrópico: Socioeconomia. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira. Fundação Florestal, São Paulo.
- FORZZA, R.C., BAUMGRATZ, J.F., BICUDO, C.E.M., CARVALHO JÚNIOR, A.A., COSTA, A., COSTA, D.P., HOPKINS, M., LEITMAN, P.M., LOHMANN, L.G., MAIA, L.C., MARTINELLI, G., MENEZES, M., MORIM, M.P., COELHO, M.A.N., PEIXOTO, A.L., PIRANI, J.R., PRADO, J., QUEIROZ, L.P., SOUZA, V.C., STEHMANN, J.R., SYLVESTRE, L.S., WALTER, B.M.T. & ZAPPI, D., eds. 2010. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Andrea Jakobsson Estúdio, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- GARCIA, R.J.F. 2003. Estudo florístico dos campos alto-montanos e matas nebulares do Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Curucutu, São Paulo, SP, Brasil. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GODOY, J.R.L. 2001. Estrutura e composição específica da Mata Atlântica secundária de encosta sobre calcário e filito, no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga, SP. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GRISCOM, B.W. & ASHTON, P.M.S. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. Forest Ecol. Manag. 175:445-454. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00214-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00214-1)
- GRISCOM, B.W. & ASHTON, P.M.S. 2006. A self-perpetuating bamboo disturbance cycle in a neotropical forest. J. Trop. Ecol. 22:587-597. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467406003361>
- HUECK, K. 1956. Mapa fitogeográfico do Estado de São Paulo. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, v.22, p.19-25.
- INSTITUTO HÓRUS. 2011. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras. <http://www.institutohorus.org.br/> (último acesso em 20/11/2011).
- INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM - ITIS. Catalogue of Life 2010 Annual Checklist: indexing the world's known species. [www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2010/](http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2010/) (último acesso em 19/05/2010).
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. 2008. Lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza. <http://www.iucnredlist.org> (último acesso em 19/05/2010).
- IVANAUSKAS, N.M., MONTEIRO, R. & RODRIGUES, R.R. 2000. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. Braz. J. Ecol. 1(4):71-81.
- JOLY, C.A., LEITÃO FILHO, H.F. & SILVA, S.M. 1991. O patrimônio florístico - The floristic heritage. In Mata Atlântica - Atlantic Rain Forest (G.I. Câmara, coord.). Ed. Index Ltda. e Fundação S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo.
- JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A., STEVENS, P.F. & DONOGHUE, M.J. 2009. Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético. 3rd ed. Artmed, Porto Alegre.
- KARMANN, I. 1994. Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do Alto Vale do rio Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- KLEIN, R.M. 1978. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina: resenha descritiva da cobertura vegetal. In Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatologia. Editora Fondo Cultura Economica, Mexico City.
- LEITE, M.R.P., BOULHOSA, R., GALVÃO, P. & CULLEN, L. 2002. Ecologia y conservación del jaguar en los bosques atlánticos costeros de Brasil. In El Jaguar en el nuevo milenio. Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en America (R.A. Medellín, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson & A. Taber, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, Wildlife Conservation Society, México D. F., p.25-42.
- LEPSCH, I.F., SARAIVA, I.R., DONZELI, P.L., MARINHO, M.A., SAKAI, E., GUILLAUMON, J.R., PFEIFER, R.M., MATTOS, I.F.A., ANDRADE, W.J. & SILVA, C.E.F. 1990. Macrozoneamento das terras da região do rio Ribeira de Iguape, SP. Bol. Cient./ Inst. Agron. Campinas. 19:1-181.
- LUEDER, D.R. 1959. Aerial photographic interpretation: principles and applications. McGraw-Hill, New York.



- MAGRO, T.C. 2010. Módulo Programas de Gestão: uso público. Fundação Florestal, São Paulo. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira.
- MAMEDE, M.C.H., SOUZA, V.C., PRADO, J., BARROS, F., WANDERLEY, M.G.L. & RANDO, J.G. 2007. Livro Vermelho das Espécies Vegetais Ameaçadas do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, Imprensa Oficial, São Paulo.
- MANTOVANI, W., RODRIGUES, R.R., ROSSI, L., ROMANIUC-NETO, S., CATHARINO, E.L.M. & CORDEIRO, I. 1990. A vegetação na Serra de Paranapiacaba em Salesópolis, SP. In Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. ACIESP, São Paulo, p.348-384.
- MANTOVANI, W., PAVÃO T., SANTOS, A.L., TOFFOLI, C.B., MARTINS, J.B., MELO, K.C., SANTOS, M.F. & ARAÚJO, L.S. 2009. Vegetação. In Plano de Manejo do Parque Estadual Intervales (S.A. Furlan, coord.). Fundação Florestal, São Paulo.
- MOREIRA, J.R. & PIOVEZAN, U. 2005. Conceitos de manejo de fauna, manejo de população problema e o exemplo da capivara. In Documentos (M.G.S.P. Negrão, ed.). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, v.155, p.1-23.
- MOREIRA, A.B., WANDERLEY, M.G.L. & MARTINELLI, G. 2007. Bromeliaceae - Nidularium. In Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, T.S. Melhem, & A.M. Giulietti, eds.). FAPESP, Instituto de Botânica, São Paulo, v.5, p.95-107.
- NALON, M.A., LIMA, L.M.P.R., WEINGARTNER, P., SOUZA, C.H.S., MONTAGNA, R.G., LIMA, I., MATSUKUMA, C.K., PAVÃO, M., KANASHIRO, M.M., YWANE, M.S.S., TEODORO, J.R. & PASCHOAL, E. Sistema de informações florestais do Estado de São Paulo. <http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/creditais.html> (último acesso em 01/05/2010).
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Cons.* 142:1141-1153. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- ROSSI, M. & PIRES-NETO, A.G. 2010. Avaliação do Meio Físico - Solos. In Plano de Manejo do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (C. LEONEL, K. PISCIOTTA & M.I.A. BARROS, coords.). Fundação Florestal, São Paulo, p.175-199. <http://www.fflorestal.sp.gov.br/planodemanejoConsema.php> (último acesso em 05/06/2011).
- ROTHER, D. C.; RODRIGUES, R.R.; PIZO, M.A. 2009. Effects of bamboo stands on seed rain and seed limitation in a rainforest. *Forest Ecol. Manag.* 257:885-892. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.10.022>
- SILVA, V.S., CÂNDIDO, A.C.S., MULLER, C., LAURA, V.A., FACCENDA, O., SIMIONATTO, E., HESS, S.C. & PERES, M.T.L.P. 2001. Potencial fitotóxico de *Dicranopteris flexuosa* (Schr.) Underw. (Gleicheniaceae). *Acta Bot. Bras.* 25(1):95-104. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000100012>
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL DO BIOTA - SINBIOTA. <http://sinbiota.cria.org.br/> (último acesso em 19/05/2010).
- SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon.* 55(3):705-731. <http://dx.doi.org/10.2307/25065646>
- SOBRAL, M. & STEHMANN, J.R. 2009. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990 - 2006). *Taxon.* 58:227-232.
- SOUZA, F.M., FRANCO, G.A.D.C., MATTOS, I.F.A., BAITELLO, J.B., TONIATO, M.T.Z., KANASHIRO, M., IVANAUSKAS, N.M., AGUIAR, O.T., CIELO-FILHO, R., SALINO, A., ROTHER, D.C., ARAÚJO, L.S., LIMA, R.A.F., DITTRICH, V.A.O. & SOUZA, V.C. 2006. Módulo Biodiversidade: Vegetação. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Carlos Botelho. Instituto Florestal, São Paulo.
- SOUZA, F.M., FRANCO, G.A.D.C., MATTOS, I. F. A., BAITELLO, J.B., TONIATO, M.T.Z., KANASHIRO, M.M., IVANAUSKAS, N.M., AGUIAR, O.T., CIELO-FILHO, R. & RIBEIRO, A.P. 2011. Módulo Biodiversidade: Vegetação. Relatório integrante do Plano de Manejo da Estação Ecológica de Xitué. Instituto Florestal, São Paulo.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2008. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2.ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- SOUZA, V.C., MAMEDE, M.C.H., CORDEIRO, I., PRADO, J., BARROS, F., WANDERLEY, M.G.L., KAGEYAMA, P., CECCANTINI, G. & RANDO, J.G. 2007. Critérios utilizados na elaboração da Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado de São Paulo. In Livro Vermelho das Espécies Vegetais Ameaçadas do Estado de São Paulo (M.C.H. Mamede, V.C. Souza, J. Prado, F. Barros, M.G.L. Wanderley & J.G. Rando, orgs.). Instituto de Botânica e Imprensa Oficial, São Paulo, p.15-20.
- SPECIESLINK. Sistema de informação distribuído para recuperação de dados de acervos de coleções biológicas e de observação em campo. <http://splink.cria.org.br/> (último acesso em 19/05/2010).
- SPURR, S.H. 1960. Photogrammetry and Photo-Interpretation. Ronald Press, New York.
- STEHMANN, J.R., FORZZA, R.C., SALINO, A., SOBRAL, M., COSTA, D.P. & KAMINO, L.H.Y. 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- TROPICOS. <http://www.tropicos.org/> (último acesso em 19/05/2010).
- VELOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira adaptada a um sistema universal. Fundação IBGE, Rio de Janeiro.
- WALTER, H. 1986. Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global. Editora E.P.U., São Paulo.
- WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J. & GIULIETTI, A.M. 2001. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. FAPESP, HUCITEC, São Paulo, v.1.
- WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J. & GIULIETTI, A.M. 2002. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. FAPESP, HUCITEC, São Paulo, v.2.
- WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J., GIULIETTI, A.M. & MELHEM, T.S. 2003. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. FAPESP, RiMa, São Paulo, v.3.
- WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J., MELHEM, T.S. & GIULIETTI, A.M. 2005. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. FAPESP, RiMa, São Paulo, v.4.
- WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J., MELHEM, T.S. & GIULIETTI, A.M. 2007. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. FAPESP, Instituto de Botânica, São Paulo, v.5.
- WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J., MELHEM, T.S., GIULIETTI, A.M. & MARTINS, S.E. 2009. Flora Fanerogâmica de São Paulo. FAPESP, Instituto de Botânica, São Paulo, v.6.
- WINGE, M., coord. 2001. Glossário Geológico Ilustrado. <http://www.unb.br/fig/glossario/> (último acesso em 27/05/2010).
- ZALBA, S.M. 2005. Introdução às Invasões Biológicas – Conceitos e Definições. In América do Sul invadida: A crescente ameaça das espécies exóticas invasoras (S. Matthews, K. Brand, eds.). GISP, p.4-5.
- ZILLER, S.R. 2001. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Cienc. Hoje.* 30(178):77-79.
- ZILLER, S.R. & DECHOUM, M.S. 2007. Degradação ambiental causada por plantas exóticas invasoras e soluções para o manejo em unidades de conservação de proteção integral. In A Botânica no Brasil – pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais (L.M. Barbosa & N.A. Santos-Júnior). Sociedade Botânica do Brasil, São Paulo, p.356-360.

Recebido em 08/11/2011

Versão reformulada Recebida em 12/03/2012

Publicado em 21/03/2012

**Diet of *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae)  
in the Pantanal of Miranda river, Brazil**

**José Luiz Massao Moreira Sugai<sup>1,3</sup>, Juliana de Souza Terra<sup>1</sup> & Vanda Lúcia Ferreira<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS,  
Cidade Universitária, CP 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil

<sup>2</sup>Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS,  
Cidade Universitária, CP 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil

<sup>3</sup>Corresponding author: José Luiz Massao Moreira Sugai, e-mail: jlmassao@gmail.com

SUGAI, J.L.M.M., TERRA, J.S. & FERREIRA, V.L. **Diet of *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in the Pantanal of Miranda river, Brazil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn00812012012>

**Abstract:** Amphibians are usually generalist predators, and their diet is influenced by extrinsic (e.g. food availability) and intrinsic factors (e.g. body size and skull shape). This study aims to describe the diet of adult males and females of *Leptodactylus fuscus* in the Pantanal of the Miranda river and to answer the following questions: i) Are prey's maximum size and number of food items explained by the anuran's body size? ii) Are richness of morphospecies and number of food items explained by frog sex? iii) Is there diet overlap between male and female? We recorded 62 food items, belonging to seven orders of Arthropoda, and one individual of Annelida. The diet of *L. fuscus* was dominated by Orthoptera, followed by Coleoptera, Araneae, Hymenoptera, Blattaria, Hemiptera and Diptera. Frog's body size did not influence prey size or number of food items consumed. The number of prey and richness of morphospecies did not differ between males and females. There was low diet overlap between the sexes. Our results provide evidence for the opportunistic and generalist feeding behavior of *L. fuscus*.

**Keywords:** Pantanal floodplain, food items, trophic ecology.

SUGAI, J.L.M.M., TERRA, J.S. & FERREIRA, V.L. **Dieta de *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) no Pantanal do rio Miranda, Brasil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?inventory+bn00812012012>

**Resumo:** Anfíbios são, em geral, predadores generalistas cuja dieta é influenciada por fatores extrínsecos (e.g. disponibilidade de alimento) e intrínsecos (e.g. tamanho do corpo e formato do crânio). Este estudo tem como objetivo descrever a dieta de machos e fêmeas adultos de *Leptodactylus fuscus* no Pantanal do rio Miranda e responder as seguintes perguntas: i) O tamanho máximo da presa e o número de itens alimentares são explicados pelo tamanho corpóreo do anuro? ii) A riqueza de morfoespécies e número de itens alimentares são explicados pelo sexo do anuro? iii) Existe sobreposição de dieta entre macho e fêmea? Registramos 62 itens alimentares distribuídos por sete ordens de Arthropoda e um indivíduo de Annelida. A dieta de *L. fuscus* possui dominância de Orthoptera, seguida por Coleoptera, Araneae, Hymenoptera, Blattaria, Hemiptera e Diptera. O tamanho corpóreo do anuro não influenciou o tamanho da presa ou o número de itens alimentares consumidos. O número de presas e riqueza de morfotipos não diferiu entre machos e fêmeas. Houve baixa sobreposição alimentar entre os sexos. Os resultados mostram evidências de comportamento alimentar oportunístico e generalista para *L. fuscus*.

**Palavras-chave:** planície pantaneira, itens alimentares, ecologia trófica.

## Introduction

Most amphibians are generalist predators and feed on invertebrates (Rodrigues et al. 2004, Solé et al. 2009, López et al. 2009), but some groups (e.g. Dendrobatidae) are specialized in certain type of prey (Biavati et al. 2004, Wells 2007). In addition, there are species that feed on small vertebrates (Duellman & Lizana 1994, Sanabria et al. 2005) or even on plant material (Silva et al. 1989, Das 1996). Amphibians occupy an important trophic position in terrestrial and aquatic ecosystems by controlling populations of many organisms, especially invertebrates, and also serving as prey for many organisms (Toledo et al. 2007, Wells 2007). As ectotherms, they don't generate heat metabolically and spend little amount of energy when comparing to endotherms: about 50% of the energy consumed by amphibians is converted into growth and reproduction (about 2% in endotherms), which is transferred to the next level of the food chain (Crump 2010).

Generally, the diet of anurans is influenced by morphological traits, such as body size or skull shape (Emerson 1985, Biavati et al. 2004), physiological factors, such as energy demand (Grayson et al. 2005), and by the availability of food resources in the environment (Das 1996, Hirai & Matsui 2000, Hirai 2004, Lopez et al. 2007, 2009). Several studies show that the predator size explains the variations in abundance and volume of prey, concluding that larger individuals are expected to feed on larger preys and in larger quantity (Maneyro et al. 2004, Biavatti et al. 2004, Sanabria et al. 2005, López et al. 2007). In general, this effect is related to ontogenetic differences in morphology, physiology and behavior (Lima 1998, Lima & Magnusson 2000, Solé & Rödder 2010). Another important factor in the diet of frogs is energy demand, which may vary between seasons or sexes (Ryan 1988, Wells 2007). Individuals with higher energetic demands tend to feed in larger quantities (number of prey or volume), which may reflect on the composition of food items (Perry & Pianka 1997, De Carvalho et al. 2008).

The Pantanal is the largest wetland of the planet (approximately 160.000 km<sup>2</sup>), with well-defined dry and wet seasons and floods whose intensity and duration vary each year (Junk & Cunha 2005). Most publications about anurans in the Pantanal floodplain refer to species list (Strüßmann et al. 2000), diversity (Strüßmann 2011), description of new species (Ávila et al. 2010), reproductive biology and behavior (Prado & Uetanabaro 2000, Prado et al. 2000, 2002, 2005) and endoparasites (Campião et al. 2009, 2010). There are only two studies that describe the diet of three anurans species: *Leptodactylus podicipinus* Cope, 1862 (Rodrigues et al. 2004), *Hypsiboas raniceps* Cope, 1862 and *Scinax acuminatus* Cope, 1862 (Sabagh et al. 2010).

*Leptodactylus fuscus* Schneider, 1799 is a medium-sized frog (42.8 ± 4.0 mm in males and 43.6 ± 4.4 mm in females) that belongs to the Leptodactylidae family (Heyer 1978). Occurs from Panama to Argentina in several biomes, is typical of open areas and is considered a good colonizer of recently degraded areas (Wynn & Heyer 2001, Frost 2011). Reproduction occurs throughout the rainy season in the margins of temporary ponds and swamps (Martins 1988, De-Carvalho et al. 2008). Reproductive activities require much energy, which causes rapid consumption of lipid reserves and demand foraging before and during the period of vocalization in order to maintain reproductive activity (Ryan 1988, Wells 2007). In *L. fuscus*, males build underground nests to where they attract females, actively defend their territory and vocalize during almost all night and for several months in the rainy season besides the production of gametes, while females are in charge of producing eggs (Martins 1988, De-Carvalho et al. 2008, Maragno & Cechin 2009). We expected that

males had greater diversity and quantity of prey in their stomachs in response of the apparently higher energy demand.

Although *L. fuscus* is relatively well studied, especially in reproductive aspects (Downie 1984, Martins 1988, Oliveira-Filho et al. 2005, De-Carvalho et al. 2008, Lucas et al. 2008), its diet is almost unknown along its wide distribution, with only one study in a Cerrado area in central Brazil (De-Carvalho et al. 2008). The aim of this study is to describe the diet composition of *L. fuscus* in the Miranda sub-region, southeastern Pantanal (Brazil) and to answer the following questions: i) Are prey's maximum size and number of food items explained by the anuran's body size? ii) Are richness of morphospecies, number of food items and diet composition explained by frog sex? iii) Is there diet overlap between male and female?

## Material and Methods

This study was conducted near to Base de Estudos do Pantanal (BEP, 19° 34' 37" S and 57° 00' 42" W) of the Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), in the Miranda sub-region (sensu Silva & Abdon 1998), Corumbá, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. The climate is Aw type according to Köppen climate classification, with dry winter semester and markedly aestival precipitation (Peel et al. 2007). Rainfall varies between 800 and 1400 mm/year, of which 80% occur between November and March (Silva et al. 2000). The study area includes portions of disturbed riparian forests of the Miranda river and "Paratudal", an arboreal savanna formation with predominance of Paratudo tree (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore).

We collected frogs monthly between September 2007 and February 2008 with pitfall traps (see Campbell & Christman 1982) and visual encounter surveys (2 hours/man night) (Crump & Scott 1994). Four Y-shaped pitfall traps were arranged in the riparian forest of Miranda river and four in "Paratudal". The pitfall traps consisted of four 100 L buckets (one in the center and one in each end, totaling 32 buckets), remained opened during four nights and checked every morning. We performed the visual encounter surveys in temporary ponds and swampy areas near BEP and in flooded parts of riparian forest. We recorded the snout vent length (SVL) with caliper (to nearest 0.01 mm) of each individual. The specimen were killed with an overdose of anesthetic and fixed in 10% formalin. We analyzed the stomach content under a stereomicroscope, identified each item to the order or family level and assigned to a morphospecies. We divided the morphospecies based on the size and shape of the body, patterns of coloration and characteristics of structures such as wings, legs or mouthparts. After measurement of length and width for each prey, we estimated their volumes using the formula of the ellipsoid:  $V = 4/3\pi * 2(W/2)^2 * L/2$  (where, V = volume, W = width, and L = length) (Magnusson et al. 2003). Partially digested preys were compared to well preserved individuals of the same morphospecies for the estimation of length and width. Specimens were deposited at the Zoological Collection, Section of Herpetology, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul at Corumbá (CEUCH).

To verify if larger frogs feed on larger prey and/or in greater quantity we performed two simple linear regression analysis: i) frog's SVL and greater prey volume at a given stomach and, ii) frog's SVL and total number of preys in the stomach. The data meet the statistical assumptions of linearity, normality and homoscedasticity required for linear regression.

To assess the contribution of each morphospecies in the diet of *L. fuscus* we used the Index of Relative Importance (IRI) through the formula:  $IRI = PO * (PN + PV)$ , according to Pinkas et al. (1971). PO represents the percentage of occurrence (100 × number of stomachs containing a certain morphospecies/total number of stomachs),

PN the numerical percentage ( $100 \times \text{number of prey of a certain morphospecies in all stomachs} / \text{total number of prey in all stomachs}$ ) and PV the volumetric percentage ( $100 \times \text{total volume of certain morphospecies in all stomachs} / \text{volume of all prey in all stomachs}$ ). To obtain the values of the IRI and the parameters needed for its calculation for each sex, we considered the abundance of each Order as the sum of the number of each morphospecies.

The diet overlap between the sexes was evaluated according to Schoener's index (1970):  $\alpha = 1 - 0.5 (\sum |P_{xi} - P_{yi}|)$ , in which  $\alpha$  = diet overlap;  $P_{xi}$  = proportion of food item  $i$  found in females;  $P_{yi}$  = proportion of food item  $i$  found in males. This index ranges from 0 (no diet overlap) to 1 (complete diet overlap) (Wallace & Ramsey 1983). To assess the pattern of occurrence and abundance of food types between sexes, a plot representing the direct ordination of the morphospecies was constructed based on a matrix (lines are the sampling units and columns are abundance of morphospecies), in which the morphospecies are sorted in relation to the weighted average abundance, which is calculated based on the values assigned to each sex (0 for females and 1 for males). To test the hypothesis that the richness of morphospecies and the number of prey differs between sexes we used the nonparametric Kruskal-Wallis test (Kruskal & Wallis 1952). The alpha level used in the tests was 5%. All the analyses were performed using the software R version 2.12.0 (R Development Core Team 2010).

## Results

From a total of 44 stomachs, eleven (25%) were empty, and 33 (75%) had at least one prey. Of these, 30 were collected by active search and only three by pitfall traps. 18 belonged to males and 15 to females. We found a total of 62 food items belonging to two phyla: Annelida and Arthropoda. We recorded seven orders of Arthropoda, (Araneae, Blattaria, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera and Orthoptera). We also found 16 different morphospecies (Table 1). Frogs ranged in size from 34.97 to 51.09 mm ( $41.48 \text{ mm} \pm 3.16$ ). The average size of females was slightly larger than males, but there was

a great overlap in the amplitude of size (Female:  $42.18 \text{ mm} \pm 4.68$ ; Male:  $40.86 \text{ mm} \pm 2.03$ ). Neither the maximum volume ( $r^2 = 0.05$ ;  $F_{(1,31)} = 1.737$ ;  $P = 0.19$ ), nor the number of food items ( $r^2 = 0.01$ ;  $F_{(1,31)} = 0.329$ ;  $P = 0.57$ ) were explained by frog size.

The IRI was higher in Orthoptera 1 (IRI = 6966.55) and lower Diptera (IRI = 4.97) (Table 1). We did not calculate the IRI of Blattaria 2 and Hymenoptera 1 because they were found in advanced degree of digestion. The most important item to both sexes was Orthoptera (IRI = 10355.2 for females and IRI = 6945.01 for males; Table 2) followed by Coleoptera (IRI = 655.01 for females and IRI = 3986.2 for males; Table 2).

The Schoener's index indicates low diet overlap between males and females ( $\alpha = 0.46$ ). From the 16 morphospecies found, five (31.25%) occurred in both sexes (Coleoptera 1, Coleoptera Staphylinidae, Coleoptera 4, Orthoptera 1 e Orthoptera 2; Figure 1). Three morphospecies (18.75%) occurred only in females (Coleoptera 3, Hymenoptera 1 and Hymenoptera 2), while eight (50%) occurred only in males (Annelida, Araneae, Blattaria 1, Blattaria 2, Diptera, Coleoptera 2, Hemiptera Cicadellidae and Hemiptera 2; Figure 1). The frog's sex did not explain the variations in richness of morphospecies (Kruskal Wallis chi-squared = 0.87;  $p = 0.35$ ) or in the number of prey (Kruskal Wallis chi-squared = 1.30;  $p = 0.25$ ).

## Discussion

The diet composition of anuran can reflect the feeding strategy used by certainly species, which occurs in a continuum between two types: sit-and-wait foragers consume few food items that are large and mobile, while opportunistic searchers consume smaller food items in larger quantities (Solé & Rödder 2010). The high importance of agile arthropods such as beetles, crickets, grasshoppers, ants and spiders in the diet of species of the *Leptodactylus* genus indicate more sit-and-wait feeding strategy (Maneyro et al. 2004, Rodrigues et al. 2004, Sanabria et al. 2005, De-Carvalho et al. 2008, Solé et al. 2009). However, in some of these studies there is great quantity of larvae or more sedentary groups, which suggest an opportunistic feeding

**Table 1.** Morphospecies consumed by *Leptodactylus fuscus* (n = 33) in the Pantanal of Miranda river, Brazil.

| Food items (morphospecies) | N  | %N    | O  | %O    | V       | %V    | IRI     |
|----------------------------|----|-------|----|-------|---------|-------|---------|
| Phylum Annelida            | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | 50.16   | 1.00  | 7.91    |
| Phylum Arthropoda          |    |       |    |       |         |       |         |
| Araneae                    | 3  | 4.84  | 3  | 9.09  | 33.69   | 0.67  | 50.09   |
| Blattaria 1                | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | 169.81  | 3.37  | 15.09   |
| Blattaria 2                | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | -       | -     | -       |
| Diptera                    | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | 1.57    | 0.03  | 4.97    |
| Coleoptera 1               | 9  | 14.52 | 8  | 24.24 | 403.94  | 8.02  | 546.37  |
| Coleoptera 2               | 2  | 3.23  | 2  | 6.06  | 127.45  | 2.53  | 34.91   |
| Coleoptera 3               | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | 32.92   | 0.65  | 6.85    |
| Coleoptera 4               | 2  | 3.23  | 2  | 6.06  | 64.79   | 1.29  | 27.39   |
| Coleoptera Staphylinidae   | 7  | 11.29 | 3  | 9.09  | 45.27   | 0.90  | 110.81  |
| Orthoptera 1               | 27 | 43.55 | 19 | 57.57 | 3903.04 | 77.46 | 6966.55 |
| Orthoptera 2               | 2  | 3.23  | 2  | 6.06  | 148.56  | 2.95  | 37.45   |
| Hemiptera Cicadellidae     | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | 8.36    | 0.17  | 5.39    |
| Hemiptera 2                | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | 5.27    | 0.10  | 5.18    |
| Hymenoptera 1              | 1  | 1.61  | 1  | 3.03  | -       | -     | -       |
| Hymenoptera 2              | 2  | 3.23  | 2  | 6.06  | 44.05   | 0.86  | 24.79   |
| Total                      | 62 | -     | -  | -     | 5038.88 | -     | -       |

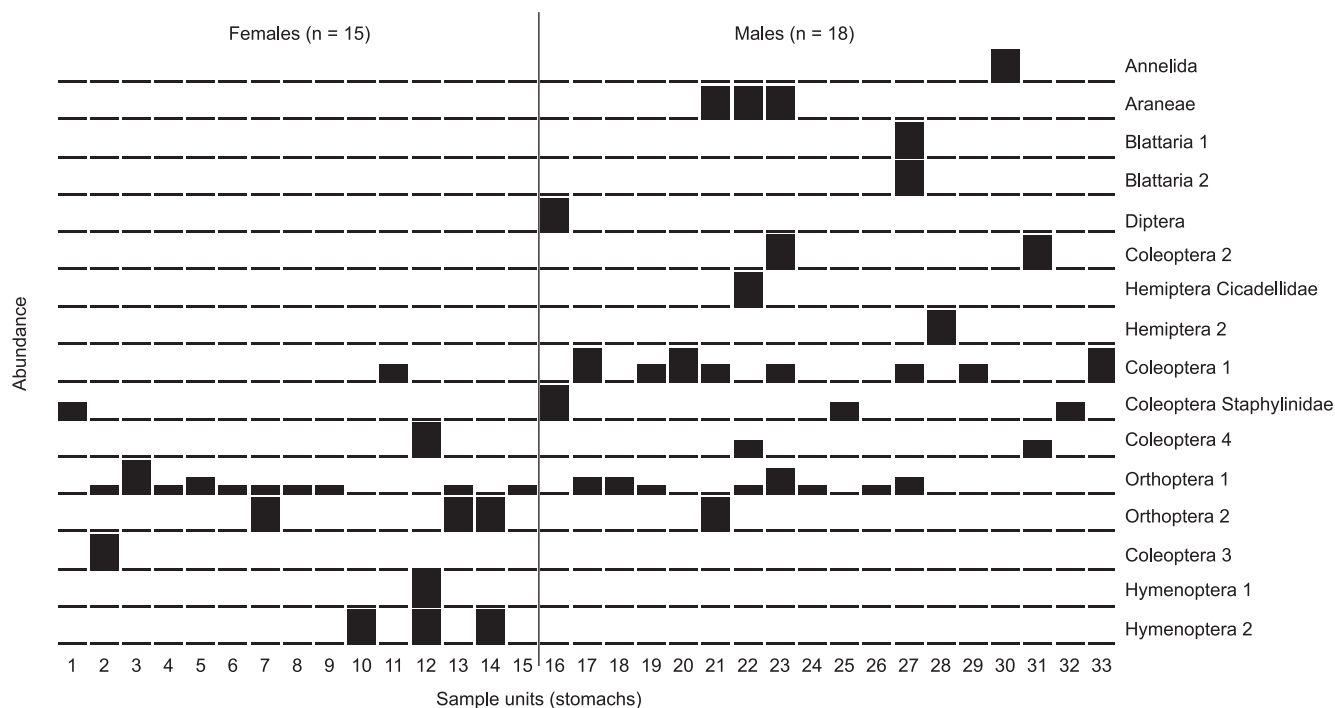
N = number of individuals, %N = numeric percentage, O = occurrence, %O = occurrence percentage, V = total volume of each morphospecies, %V = volumetric percentage e IRI = index of relative importance.



**Table 2.** Orders consumed by males and females of *Leptodactylus fuscus* in the Pantanal of Miranda river, Brazil.

| Males       |    |       |    |       |         |       |         |
|-------------|----|-------|----|-------|---------|-------|---------|
| Order       | N  | %N    | O  | %O    | V       | %V    | IRI     |
| Anelida     | 1  | 2.5   | 1  | 5.55  | 50.16   | 2.02  | 25.09   |
| Araneae     | 3  | 7.5   | 3  | 16.67 | 33.69   | 1.35  | 147.53  |
| Blattaria   | 2  | 5     | 1  | 5.55  | 169.81  | 6.83  | 65.65   |
| Coleoptera  | 16 | 40    | 11 | 61.11 | 627.41  | 25.23 | 3986.2  |
| Hemiptera   | 1  | 2.5   | 1  | 5.55  | 8.36    | 0.34  | 15.76   |
| Diptera     | 1  | 2.5   | 1  | 5.55  | 1.57    | 0.06  | 14.21   |
| Orthoptera  | 16 | 40    | 12 | 66.67 | 1595.47 | 64.17 | 6945.01 |
| Total       | 40 | -     | -  | -     | 2486.47 | -     | -       |
| Females     |    |       |    |       |         |       |         |
| Order       | N  | %N    | O  | %O    | V       | %V    | IRI     |
| Coleoptera  | 5  | 22.72 | 4  | 26.67 | 46.96   | 1.84  | 655.01  |
| Orthoptera  | 13 | 59.1  | 10 | 66.67 | 2456.13 | 96.22 | 10355.2 |
| Hemiptera   | 1  | 4.54  | 1  | 6.67  | 5.27    | 0.21  | 31.68   |
| Hymenoptera | 3  | 13.64 | 2  | 13.33 | 44.05   | 1.72  | 204.75  |
| Total       | 22 | -     | -  | -     | 2552.41 | -     | -       |

N = number of individuals, %N = numeric percentage, O = occurrence, %O = occurrence percentage, V = total volume of each morphospecies, %V = volumetric percentage and IRI = index of relative importance.

**Figure 1.** Direct ordination of the 16 morphospecies found in the stomachs of *Leptodactylus fuscus* in relation to the predator sex. Each set of vertically aligned bar represents a sample unit (33 in total).

behavior in species of the *Leptodactylus* genus (Solé et al. 2009, Solé & Rödder 2010). De Carvalho et al. (2008) studied the diet of *L. fuscus* in a Cerrado area in Goiás state, Brazil, and concluded that Coleoptera was the most important order to the diet of this species, followed by Hymenoptera and Isoptera. The difference in the most important orders in the diet of *L. fuscus* found in this study and De-Carvalho et al. (2008) can be attributed to opportunistic behavior and differences in prey availability, so that the diet composition is determined by the food availability of arthropods in environments

occupied by the population (Das 1996, Hirai & Matsui 2000, Hirai 2004, Lopez et al. 2007, 2009).

Several studies found a relationship between predator and prey size or prey number, based on stomach contents (Maneyro et al. 2004, Biavatti et al. 2004, Sanabria et al. 2005, López et al. 2007). In general this relationship is attributed to the fact that larger frogs have larger heads and therefore can eat larger prey, which is evident when assessing the diet of young and adult individuals (Solé & Rödder 2010). This ontogenetic change in prey size is also associated with

changes in diet composition, since the average size of individuals differs between Arthropoda taxa and the feeding behavior and habitat used by the anuran can change during ontogeny (Simon & Toft 1991, Solé & Rödder 2010). The lack of relationship between the frog's size and maximum volume of prey, and frog's size and number of prey obtained in this study may be attributed to the fact that only adults were sampled.

Studies on the diet of *L. latrans* in Uruguay and western Argentina found great diet overlap between males and females (Maneyro et al. 2004, Sanabria et al. 2005). However, in the study of the Uruguayan population, the authors found differences in the proportion of food items between sexes when considered only individuals collected in the dry season, which was interpreted as adaptations related to the decrease in abundance of prey during this period (Maneyro et al. 2004). In the sampled area, males and females of *L. fuscus* were collected at the same habitat (margin of water bodies and flooded areas), where probably Orthoptera and Coleoptera were the most abundant Arthropoda order in the sampling period. Nevertheless, the diet overlap was low because of several morphospecies unique to each sex (Figure 1), which appear in only one frog and represented by one prey. The Schoener's index is based on the proportion each food item in each sex and not in the number individuals by food items in each sex, and if the number of sampling units by sex is low diet overlap is probably underestimated because of these uncommon items (Wallace & Ramsey 1983, Zaret & Smith 1984). The fact that the morphospecies unique to male of female appeared in only one frog and was represented by one individual indicates that its probably result of chance, since this specie have a generalist feeding behavior.

We conclude that the diet of adult males and females of *L. fuscus* in the Pantanal of Miranda is mainly composed of Orthoptera and Coleoptera, which were probably the most abundant arthropods in the study area during the sampling period. There is no influence of frog size in the maximum size and number of prey, as this relationship is usually related to ontogenetic differences and only adults were used in this study. There is no difference in the number of prey and the abundance of morphospecies between sexes, which indicates similar energy demand of males and females in the reproductive season. The low diet overlap and differences in diet composition between the sexes may be associated with the generalist habit of *L. fuscus* (De-Carvalho et al. 2008), since many food items occurred in only one stomach and were represented by only one prey. We recommend that future studies addressing the diet of frogs use the largest possible range of size (from juveniles to adults) and assess the availability of potential prey in the environment to allow analysis of dietary preference.

## Acknowledgements

Thanks to Coordination of Base de Estudos do Pantanal (BEP) for logistic support and its staff for their help during the field work. To CNPq (PIBIC-UFMS program) and FUNDECT (proc. 41/100.169/2006) for funding the project and to Professor Dr. Gustavo Gracioli for help identifying the arthropods. Thanks to Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) and to Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (ICMBio/SISBIO), for the permits to collect and transport the specimens (# 10640).

## References

ÁVILA, R.W., PANSONATO, A. & STRÜSSMANN, C. 2010. A new species of the *Rhinella margaritifera* group (Anura: Bufonidae) from Brazilian Pantanal. *Zootaxa*. 2339:57-68.

- BLAVATI, G.M., WIEDERHECKER, H.C. & COLLI, G.R. 2004. Diet of *Epipedobates flavopictus* (Anura: Dendrobatidae) in a Neotropical Savanna. *J. Herpetol.* 38(4):510-518. <http://dx.doi.org/10.1670/30-04A>
- CAMPBELL, H.W. & CHRISTMAN, S.P. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In *Herpetological communities* (N.J. Scott Junoir, ed.). Fish Wild. Serv. Wildl., Washington, p.193-200.
- CAMPIÃO, K.M., SILVA, R.J. & FERREIRA, V.L. 2009. Helminth parasites of *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) from Southeastern Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *J. Helminthol.* 83:345-349. PMID:19422730. <http://dx.doi.org/10.1017/S0022149X09289358>
- CAMPIÃO, K.M., SILVA, R.J. & FERREIRA, V.L. 2010. Helminth component community of the paradoxal frog *Pseudis platensis* Gallardo, 1961 (Anura: Hylidae) from south-eastern Pantanal, Brazil. *Parasitol. Res.* 106:747-751. PMID:20094893. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-009-1718-0>
- CRUMP, M.L. 2010. Amphibian diversity and life history. In *Amphibian Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques* (C.K. Dodd Junior, eds.). Oxford University Press, Oxford, p.3-17.
- CRUMP, M.L. & SCOTT, N.J. 1994. Visual encounter surveys. In *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians* (W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.A.C. Hayek & M.S. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press, London, p.84-92.
- DAS, I. 1996. Folivory and seasonal changes in diet in *Rana hexadactyla* (Anura: Ranidae). *J. Zool.* 238:785-794. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7998.1996.tb05430.x>
- DE-CARVALHO, C.B., FREITAS, E.B., FARIA, R.G., BATISTA, R.C., BATISTA, C.C., COELHO, W.A. & BOCCHIGLIERI, A. 2008. Natural history of *Leptodactylus mystacinus* and *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Biota Neotrop.* 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn01308032008> ISSN 1676-0603 (último acesso em 28/01/2011).
- DOWNIE, J.R. 1984. How *Leptodactylus fuscus* tadpoles make foam, and why. *Copeia* 1984:778-780.
- DUELLMAN, W.E. & LIZANA, M. 1994. Biology of a sit-and-wait predator, the leptodactylid frog *Ceratophrys cornuta*. *Herpetologica*. 50(1):51-64.
- EMERSON, S.B. 1985. Skull shape in frogs - correlations with diet. *Herpetologica*. 41:177-188.
- FROST, D. 2011. Amphibian species of the world: an Online Reference. Version 5.5 (31 January, 2011). <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php> (último acesso em 11/05/2011).
- GRAYSON, K.L., COOK, L.W., TODD, M.J., PIERCE, D., HOPKINS, W.A., GATTEN JUNIOR, R.E. & DORCAS, M.E. 2005. Effects of prey type on specific dynamic action, growth, and mass conversion efficiencies in the horned frog, *Ceratophrys cranwelli*. *Comp. Biochem. Physiol.* 141:298-304. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.05.052>
- HEYER, W.R. 1978. Systematics of the *fuscus* group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Com. Sci. Bull.* 29:1-85.
- HIRAI, T. & MATSUI, M. 2000. Feeding Habits of the Japanese Tree Frog, *Hyla japonica*, in the Reproductive Season. *Zool. Sci.* 17(7):977-982. <http://dx.doi.org/10.2108/zsj.17.977>
- HIRAI, T. 2004. Diet composition of the Indian rice frog, *Rana limnocharis*, in the floodplain of the Kizu River, Japan. *Herpetol. J.* 14:149-152.
- JUNK, W.J. & CUNHA, C.N. 2005. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. *Ecol. Eng.* 24(4):391-401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.11.012>
- KRUSKAL, W.H. & WALLIS, W.A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J. Am. Stat. Assoc.* 47:583-621. <http://dx.doi.org/10.2307/2280779>
- LIMA, A. P. 1998. The effects of size on the diets of six sympatric species of postmetamorphic litter anurans in Central Amazonia. *J. Herpetol.* 32(3):392-399. <http://dx.doi.org/10.2307/1565453>

- LIMA, A.P. & MAGNUSSON, W.E. 2000. Does foraging activity change with the ontogeny? An assessment for six sympatric species of postmetamorphic litter anurans in Central Amazonia. *J. Herpetol.* 34(2):192-200. <http://dx.doi.org/10.2307/1565415>
- LÓPEZ, J.A., GHIRARDI, R., SCARABOTTI, P.A. & MEDRANO, M.C. 2007. Feeding ecology of *Elachistocleis bicolor* in a riparian locality of the middle Paraná River. *Herpetol. J.* 17:48-53.
- LÓPEZ, J.A., SCARABOTTI, P.A., MEDRANO, M.C. & GHIRARDI, R. 2009. Is the red spotted green frog *Hypsiboas punctatus* (Anura: Hylidae) selecting its preys? The importance of prey availability. *Rev. Biol. Trop.* 57(3):847-857. PMID:19928476.
- LUCAS, E.M., BRASILEIRO, C.A., OYAMAGUCHI, H.M. & MARTINS, M. 2008. The reproductive ecology of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae): new data from natural temporary ponds in the Brazilian Cerrado and a review throughout its distribution. *J. Nat. Hist.* 42(35-36):2305-2320. <http://dx.doi.org/10.1080/00222930802254698>
- MAGNUSSON, W.E., LIMA, P.A., SILVA, W.A. & ARAÚJO, M.C. 2003. Use of geometric forms to estimate volume of invertebrates in ecological studies of dietary overlap. *Copeia.* 2003(1):13-19.
- MANEYRO, R., NAYA, D.E., ROSA, I., CANAVERO, A. & CAMARGO, A. 2004. Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay. *Iheringia Sér. Zool.* 94(1):57-61.
- MARAGNO, F.P. & CECHIN, S.Z. 2009. Reproductive biology of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae) in the subtropical climate, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.* 99(3):237-241.
- MARTINS, M. 1988. Biologia reprodutiva de *Leptodactylus fuscus* em Boa Vista, Roraima (Amphibia: Anura). *Rev. Bras. Biol.* 48:969-977.
- OLIVEIRA-FILHO J.C., COSTA H.C.M. & BRAGA U.M.L. 2005. Egg-laying and foam-beating in *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). *Biota Neotrop.* 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?short-communication+bn01305022005>. (último acesso em 16/09/2011).
- PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L. & MCMAHON, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11:1633-1644. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- PERRY, G. & PIANKA, E.R. 1997. Animal foraging: past, present and future. *Trends Ecol. Evol.* 12:360-364. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(97\)01097-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(97)01097-5)
- PINKAS, L., OLIPHANT, M.S. & IVERSON, Z.L. 1971. Food habits of albacore bluefin, tuna and bonito in California waters. *Calif. Dept. Fish and Game.* 152:1-350.
- PRADO, C.P.A. & UETANABARO, M. 2000. Reproductive biology of *Lysapus limellus* Cope, 1862 (Anura, Pseudidae) in the Pantanal, Brazil. *Zoocriaderos.* 3:25-30.
- PRADO, C.P.A., UETANABARO, M. & LOPES, F.S. 2000. Reproductive strategies of *Leptodactylus chaquensis* and *L. podicipinus* in the Pantanal, Brazil. *J. Herpetol.* 34:135-139. <http://dx.doi.org/10.2307/1565249>
- PRADO, C.P.A., UETANABARO, M. & HADDAD, C.F.B. 2002. Description of a new reproductive mode in *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae), with a review of the reproductive specialization towards terrestriality in the genus. *Copeia.* 2002(4): 221-245.
- PRADO, C.P.A., UETANABARO, M. & HADDAD, C.F.B. 2005. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brasil. *Amphibia-Reptilia.* 26:211-221. <http://dx.doi.org/10.1163/1568538054253375>
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- RODRIGUES, D.J., UETANABARO, M. & PRADO, C.P.A. 2004. Seasonal and ontogenetic variation in diet composition of *Leptodactylus podicipinus* (Anura, Leptodactylidae) in the southern Pantanal, Brazil. *Rev. Esp. Herpetol.* 18:19-28.
- RYAN, M.J. 1988. Energy, Calling and Selection. *Amer. Zool.* 28:885-898.
- SABAGH, L.T., FERREIRA, V.L. & ROCHA, C.F.D. 2010. Living together, sometimes feeding in a similar way: the case of the syntopic hylid frogs *Hypsiboas raniceps* and *Scinax acuminatus* (Anura: Hylidae) in the Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Braz. J. Biol.* 70:955-959. *Leptodactylus podicipinus*
- SANABRIA, E.A., QUIROGA, L.B., ACOSTA, J.C. 2005. Dieta de *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus, 1758) (Anura: Leptodactylidae) en un humedal del oeste de Argentina. *Rev. Peru. Biol.* 12:472-477.
- SCHOENER, T.W. 1970. Non-synchronous spatial overlap lizards in patchy habitats. *Ecology.* 51:408-418.
- SILVA, J.S.V. & ABDON, M.M. 1998. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesq. Agropec. Bras.* 33:1703-1711.
- SILVA, H.R., BRITTO-PEREIRA, M.C. & CARAMASCHI, U. 1989. Frugivory and seed dispersal by *Hyla truncata*, a neotropical tree-frog. *Copeia.* 1989:781-783.
- SILVA, M.P., MAURO, R., MOURÃO, G. & COUTINHO, M. 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Rev. Bras. Bot.* 23(2):143-152.
- SIMON, M.P. & TOFT, C.A. 1991. Diet specialization in small vertebrates: mite-eating in frogs. *Oikos* 61:263-278. <http://dx.doi.org/10.2307/3545344>
- SOLÉ, M., DIAS, I.R., RODRIGUES, E.A.S., MARCIANO-JUNIOR, E., BRANCO, S.M.J., CAVALCANTE, K.P. & RODDER, D. 2009. Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. *Herpetol. Notes.* 2:9-15.
- SOLÉ, M. & RÖDDER, D. 2010. Dietary assessments of adult amphibians. In *Amphibian ecology and conservation: a handbook of techniques* (C.K. Dodd Junior, eds.). Oxford, Oxford University Press, p.167-184.
- STRÜSSMANN, C., PRADO, C.P.A., UETANABARO, M. & FERREIRA, V.L. 2000. Amphibians recorded during the AquaRAP survey of localities in the southern Pantanal floodplains e surrounding Cerrado, MS, Brasil. In *Rapid assessment program, bulletin of biological assessment. A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil* (P. Willink, B. Chernoff, L. E. Alonso, J.R. Montambault & R. Lourival, eds.). Conservation International, Washington, p.98-102.
- STRÜSSMANN, C., PRADO, C.P.A., FERREIRA, V.L. & KAWASHITA RIBEIRO, R. 2011. Diversity, ecology, management and conservation of amphibians and reptiles of the Brazilian Pantanal: a review. In *The Pantanal: ecology, biodiversity ad sustainable management of a large neotropical seasonal wetland* (W.J. Junk, C.J. Da Silva & K.M. Wantzen, eds.). Pensoft Publishers. Sofia-Moscow. p.497-521.
- TOLEDO, L.F., RIBEIRO, R.S. & HADDAD, C.F.B. 2007. Anurans as prey: an exploratory analysis and the size relationships between predators and their preys. *J. Zool.* 271:170-177. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00195.x>
- WALLACE, R.K. & RAMSEY, J.S. 1983. Reliability in measuring diet overlap. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40:347-351. <http://dx.doi.org/10.1139/f83-050>
- WELLS, K.D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. University Chicago Press, Chicago, 1148p.
- WYNN, A. & HEYER, W.R. 2001. Do geographically widespread species of tropical amphibians exist? An estimate of genetic relatedness within the neotropical frog *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). *Trop. Zool.* 14:255-285.
- ZARET, T.M. & SMITH, E.P. 1984. On measuring niches and not measuring them. In *Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes* (T.M Zaret Ed.). Dr. W. Junk Publisher, The Hague, p.127-137.

Received 29/06/2011

Revised 03/02/2012

Accepted 07/02/2012

### **RESILIENT PEOPLE RESILIENT PLANET: A Future Worth Choosing**

In 2030, a child born in 2012 — the year our report is published — will turn 18. Will we have done enough in the intervening years to give her the sustainable, fair and resilient future that all of our children deserve? This report is an effort to give her an answer.

1. Today our planet and our world are experiencing the best of times, and the worst of times. The world is experiencing unprecedented prosperity, while the planet is under unprecedented stress.
2. Every day, millions of choices are made by individuals, businesses and governments. Our common future lies in all those choices. Because of the array of overlapping challenges the world faces, it is more urgent than ever that we take action to embrace the principles of the sustainable development agenda. It is time that genuine global action is taken to enable people, markets and governments to make sustainable choices.
3. The need to integrate the economic, social and environmental dimensions of development so as to achieve sustainability was clearly defined a quarter of a century ago. It is time to make it happen.
4. The challenges we face are great, but so too are the new possibilities that appear when we look at old problems with new and fresh eyes. These possibilities include technologies capable of pulling us back from the planetary brink; new markets, new growth and new jobs emanating from game-changing products and services; and new approaches to public and private finance that can truly lift people out of the poverty trap.
5. The long-term vision of the High-level Panel on Global Sustainability is to eradicate poverty, reduce inequality and make growth inclusive, and production and consumption more sustainable, while combating climate change and respecting a range of other planetary boundaries. This reaffirms the landmark 1987 report by the World Commission on Environment and Development, “Our Common Future” (United Nations document A/42/427, annex), known to all as the Brundtland report.
6. But what, then, is to be done if we are to make a real difference for the world’s people and the planet? We must grasp the dimensions of the challenge. We must recognize that the drivers of that challenge include unsustainable lifestyles, production and consumption patterns and the impact of population growth. As the global population grows from 7 billion to almost 9 billion by 2040, and the number of middle-class consumers increases by 3 billion over the next 20 years, the demand for resources will rise exponentially. By 2030, the world will need at least 50 per cent more food, 45 per cent more energy and 30 per cent more water — all at a time when environmental boundaries are throwing up new limits to supply. This is true not least for climate change, which affects all aspects of human and planetary health.
7. The current global development model is unsustainable. We can no longer assume that our collective actions will not trigger tipping points as environmental thresholds are breached, risking irreversible damage to both ecosystems and human communities.
8. A quarter of a century ago, the Brundtland report introduced the concept of sustainable development to the international community as a new paradigm for economic growth, social equality and environmental sustainability. The report argued that sustainable development could be achieved by an integrated policy framework embracing all three of those pillars. The Brundtland report was right then, and it remains right today. The problem is that, 25 years later, sustainable development remains a generally agreed concept, rather than a day-to-day, on-the-ground, practical reality. The Panel has asked itself why this is the case, and what can now be done to change that.
9. The Panel has concluded that there are two possible answers. They are both correct, and they are interrelated. Sustainable development has undoubtedly suffered from a failure of political will. It is difficult to argue against the principle of sustainable development, but there are few incentives to put it into practice when our policies, politics and institutions disproportionately reward the short term. In other words, the policy dividend is long-term, often intergenerational, but the political challenge is often immediate.
10. There is another answer to this question of why sustainable development has not been put into practice. It is an answer that we argue with real passion: the concept of sustainable development has not yet been incorporated into the mainstream national and international economic policy debate. Most economic decision makers still regard sustainable development as extraneous to their core responsibilities for macroeconomic management and other branches of economic policy. Yet integrating environmental and social issues into economic decisions is vital to success.
11. For too long, economists, social activists and environmental scientists have simply talked past each other — almost speaking different languages, or at least different dialects. The time has come to unify the disciplines, to develop a common language for sustainable development that transcends the warring camps; in other words, to bring the sustainable development paradigm into mainstream economics. That way, politicians and policymakers will find it much harder to ignore.
12. That is why the Panel argues that the international community needs what some have called “a new political economy” for sustainable development. This means, for example: radically improving the interface between environmental science and policy; recognizing that in certain environmental domains, such as climate change, there is “market failure”, which requires both regulation and what the economists would recognize as the pricing of “environmental externalities”, while making explicit the economic, social and environmental costs of action and inaction; recognizing the importance of innovation, new technologies, international cooperation and investments responding to these problems and generating further prosperity; recognizing that an approach should be agreed to quantify the economic cost of sustained social exclusion — for example, the cost of excluding women from the workforce; recognizing that private markets alone may be incapable of generating at the scale necessary to bring about a proper response to the food security crisis; and requiring international agencies, national Governments and private corporations to report on their annual sustainable development performance against agreed



sustainability measures. We must also recognize that this is a core challenge for politics itself. Unless the political process is equally capable of embracing the sustainable development paradigm, there can be no progress.

13. The scale of investment, innovation, technological development and employment creation required for sustainable development and poverty eradication is beyond the range of the public sector. The Panel therefore argues for using the power of the economy to forge inclusive and sustainable growth and create value beyond narrow concepts of wealth. Markets and entrepreneurship will be a prime driver of decision-making and economic change. And the Panel lays down a challenge for our Governments and international institutions: to work better together in solving common problems and advancing shared interests. Quantum change is possible when willing actors join hands in forward-looking coalitions and take the lead in contributing to sustainable development.
14. The Panel argues that by embracing a new approach to the political economy of sustainable development, we will bring the sustainable development paradigm from the margins to the mainstream of the global economic debate. Thus, both the cost of action and the cost of inaction will become transparent. Only then will the political process be able to summon both the arguments and the political will necessary to act for a sustainable future.
15. The Panel calls for this new approach to the political economy of sustainable development so as to address the sustainable development challenge in a fresh and operational way. That sustainable development is right is self-evident. Our challenge is to demonstrate that it is also rational — and that the cost of inaction far outweighs the cost of action.
16. The Panel's report makes a range of concrete recommendations to take forward our vision for a sustainable planet, a just society and a growing economy:
  - a. It is critical that we embrace a new nexus between food, water and energy rather than treating them in different “silos”. All three need to be fully integrated, not treated separately if we are to deal with the global food security crisis. It is time to embrace a second green revolution — an “ever-green revolution” — that doubles yields but builds on sustainability principles;
  - b. It is time for bold global efforts, including launching a major global scientific initiative, to strengthen the interface between science and policy. We must define, through science, what scientists refer to as “planetary boundaries”, “environmental thresholds” and “tipping points”. Priority should be given to challenges now facing the marine environment and the “blue economy”;
  - c. Most goods and services sold today fail to bear the full environmental and social cost of production and consumption. Based on the science, we need to reach consensus, over time, on methodologies to price them properly. Costing environmental externalities could open new opportunities for green growth and green jobs;
  - d. Addressing social exclusion and widening social inequity, too, requires measuring them, costing them and taking responsibility for them. The next step is exploring how we can deal with these critical issues to bring about better outcomes for all;
  - e. Equity needs to be at the forefront. Developing countries need time, as well as financial and technological support, to transition to sustainable development. We must empower all of society — especially women, young people, the unemployed and the most vulnerable and weakest sections of society.
  - f. Any serious shift towards sustainable development requires gender equality. Half of humankind's collective intelligence and capacity is a resource we must nurture and develop, for the sake of multiple generations to come.
  - g. Many argue that if it cannot be measured, it cannot be managed. The international community should measure development beyond gross domestic product (GDP) and develop a new sustainable development index or set of indicators;
  - h. Financing sustainable development requires vast new sources of capital from both private and public sources. It requires both mobilizing more public funds and using global and national capital to leverage global private capital through the development of incentives.
  - i. Governments at all levels must move from a silo mentality to integrated thinking and policymaking. They must bring sustainable development to the forefront of their agendas and budgets and look at innovative models of international cooperation. Cities and local communities have a major role to play in advancing a real sustainable development agenda on the ground;
  - j. International institutions have a critical role. International governance for sustainable development must be strengthened by using existing institutions more dynamically and by considering the creation of a global sustainable development council and the adoption of sustainable development goals;
  - k. Governments and international organizations should increase the resources allocated to adaptation and disaster risk reduction and integrate resilience planning into their development budgets and strategies;
  - l. Governments, markets and people need to look beyond short-term transactional agendas and short-term political cycles. Incentives that currently favour short-termism in decision-making should be changed. Sustainable choices often have higher up-front costs than business as usual. They need to become more easily available, affordable and attractive to both poor consumers and low-income countries.
18. This Panel believes it is within the wit and will of our common humanity to choose for the future. This Panel therefore is on the side of hope. All great achievements in human history began as a vision before becoming a reality. The vision for global sustainability, producing both a resilient people and a resilient planet, is no different.

***Maximberus maxi* n. gen., n. sp. from Southern and Southeastern Brazil  
(Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae)**

**Trond Andersen<sup>1</sup> & Humberto Fonseca Mendes<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Natural History, University Museum of Bergen, University of Bergen,

P.O. Box 7800, N-5020, Bergen, Norway, e-mail: trond.andersen@um.uib.no

<sup>2</sup>Centro de Ciências Naturais e Humanas – CCNH, Universidade Federal do ABC – UFABC,  
Av. dos Estados, 5001, Bloco A, Torre 3, 6º andar, Bangu, CEP 09210-580, Santo André, SP, Brazil

<sup>3</sup>Corresponding author: Humberto Fonseca Mendes, e-mail: orthoclaadiinae@gmail.com

ANDERSEN, T. & MENDES, H.F. *Maximberus maxi* n. gen., n. sp. from Southern and Southeastern Brazil (Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae). Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn01512012012>

**Abstract:** *Maximberus maxi* n. gen., n. sp. is described and illustrated based on adult males from Mata Atlântica in Southern and Southeastern Brazil. This genus can be separated from other Orthoclaadiinae on the combination of bare eyes, wing, and squama; no acrostichals;  $R_{4+5}$  ending proximal to  $M_{3+4}$ ; comb of setae on hind tibiae composed of few thin setae; well developed anal point; and virga composed of bundles of flattened spines attached to the oral part of the penis cavity.

**Keywords:** Chironomidae, Orthoclaadiinae, *Maximberus*, new genus, new species, Brazil, Neotropical region, Mata Atlântica.

ANDERSEN, T. & MENDES, H.F. *Maximberus maxi* n. gen., n. sp. do sul e sudeste do Brasil (Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae). Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn01512012012>

**Resumo:** *Maximberus maxi* n. gen., n. sp. é descrita e ilustrada com base no macho adulto coletado na Mata Atlântica do sul e sudeste do Brasil. Este gênero pode ser separado dos demais Orthoclaadiinae com base na combinação de olhos, asas e *squama* sem pelos; setas acrosticais ausentes;  $R_{4+5}$  terminando proximal a  $M_{3+4}$ ; pente de setas na tíbia posterior composto por poucas setas finas; ponta anal bem desenvolvida; *virga* composta de um agrupamento de espinhos achatados fundidos a parte anterior da cavidade peniana.

**Palavras-chave:** Chironomidae, Orthoclaadiinae, *Maximberus*, gênero novo, espécie nova, Brasil, região Neotropical, Mata Atlântica

## Introduction

The number of orthoclad species known from Brazil has increased rapidly during the last decade. In their catalog of the Neotropical and Mexican chironomids Spies & Reiss (1996) recorded seven Orthoclaadiinae species from Brazil; one of these, *Ichthyocladus neotropicus* Fittkau, as uncertain, a species which later has proved not to occur in Brazil (Mendes et al. 2004). Ten years later Mendes et al. (2007) listed 37 species of orthoclads, while today about 100 species are known to occur in Brazil (Mendes & Pinho 2011). Several genera are so far only recorded from Brazil, viz. *Gynocladus* Mendes, Sæther et Andrade-Morraye, *Iporangomberus* Mendes et Andersen, *Lyrocladius* Mendes et Andersen, *Oleia* Andersen et Mendes, *Saetherocladius* Andersen et Mendes, *Saetherocryptus* Andersen et Mendes, *Saetherolabis* Andersen et Mendes, *Saetherops* Andersen et Mendes, and *Ubatubaneura* Wiedenbrug et Trivinho-Strixino, but a wider distribution of several of these genera is to be expected

However, a high number of new species still await description. When collecting in Brazil many of the orthoclads encountered do not readily fit into any described genus. Several of these might be terrestrial or semiterrestrial and the larvae and pupae might be difficult to locate. Below we describe the males of one of these species and place it in a new genus. The species was taken in Malaise traps in Mata Atlântica in Southern and Southeastern Brazil during the BIOTA-FAPESP project "Limites geográficos e fatores causais de endemismo na Floresta Atlântica em Diptera".

## Material and Methods

The specimens were mounted in Canada Balsam following the procedures outlined by Sæther (1969). The general morphology follows Sæther (1980). Measurements are given as ranges followed by the mean when four or more specimens were measured.

The types will be deposited in Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) and in the Department of Natural History, University Museum of Bergen, University of Bergen, Bergen, Norway (ZMBN).

*Maximberus* n. gen

**Type species:** *Maximberus maxi* n. sp.

**Etymology:** Named after the senior author's one and a half year old grandson Max Rieber-Mohn for all interruptions while drawing the species; and Tupi *mberui*, midge, mosquito; meaning Max's midge. Gender of the genus name: masculine.

**Diagnostic characters:** The combination of bare eyes, wing, and squama; no acrostichals;  $R_{4+5}$  ending proximal to  $M_{3+4}$ ; comb of setae on hind tibiae composed of few thin setae; well developed anal point; and virga composed of bundles of flattened spines attached to the oral part of the penis cavity will separate the genus from all other orthoclads.

**Description:** Small sized species, wing length 0.70-0.94 mm.

**Head.** Eyes bare, reniform, without dorsomedian extension. Antenna with 12 flagellomeres; sparsely plumed; groove beginning on segment 2; sensilla chaetica present on flagellomeres 2, 3, and ultimate; without subapical seta. Palpomeres normal, third palpomere with few sensilla clavata subapically. Temporal setae in single row, inner verticals weak, outer verticals and postorbital strong. Frontal tubercle absent. Tentorium and stipes normal. Cibarial pump with anterior margin weakly concave. Clypeus with few setae.

**Thorax.** Anteprepronotum well developed with lobes meeting medially at anterior margin of scutum. Acrostichals absent;

dorsocentrals simple, uniserial; prealars uniserial; supraalar present. Scutellum with few setae in single row.

**Wing.** Membrane without setae, with fine punctuation, microtrichia visible at 400 times magnification. Anal lobe weakly developed. Costa extended;  $R_{2+3}$  running and ending midway between  $R_1$  and  $R_{4+5}$ ;  $R_{4+5}$  ending proximal to  $M_{3+4}$ ; FCu distal to RM;  $Cu_1$  slightly sinuous. Brachiolium with 1 seta, other veins bare. Squama bare. Sensilla campaniformia about 9 apically, 6 basally, and 3 above seta on brachiolium; 1 on RM; and 1 basally on  $R_1$ .

**Leg.** Tibial spurs normal, comb of hind tibia composed of weak setae. Tarsal pseudospurs and sensilla chaetica absent. Pulvilli vestigial.

**Abdomen.** Abdominal setation reduced. Tergite I bare, tergites II-VIII with two irregular rows of few setae. Sternite I-III bare, sternite IV-VIII with few setae medially.

**Hypopygium.** Anal point well developed, tapering with rounded apex, with microtrichia and lateral setae. Tergite IX without setae; laterosternite IX with few setae. Apodemes well sclerotized. Phallapodeme with posterior, narrow, curved lobe; aedeagal lobe normal. Transverse sternapodeme arched, oral projections barely indicated. Penis cavity with horse-shoe shaped basal sclerite; virga consisting of 4-8 bundles of 1-4 separate, flattened spines attached to the penis cavity. Gonocoxite with weakly developed inferior volsella. Gonostylus curved, covered with microtrichia and with few setae; megaseta normal; crista dorsalis absent.

**Female, pupa and larva.** Unknown.

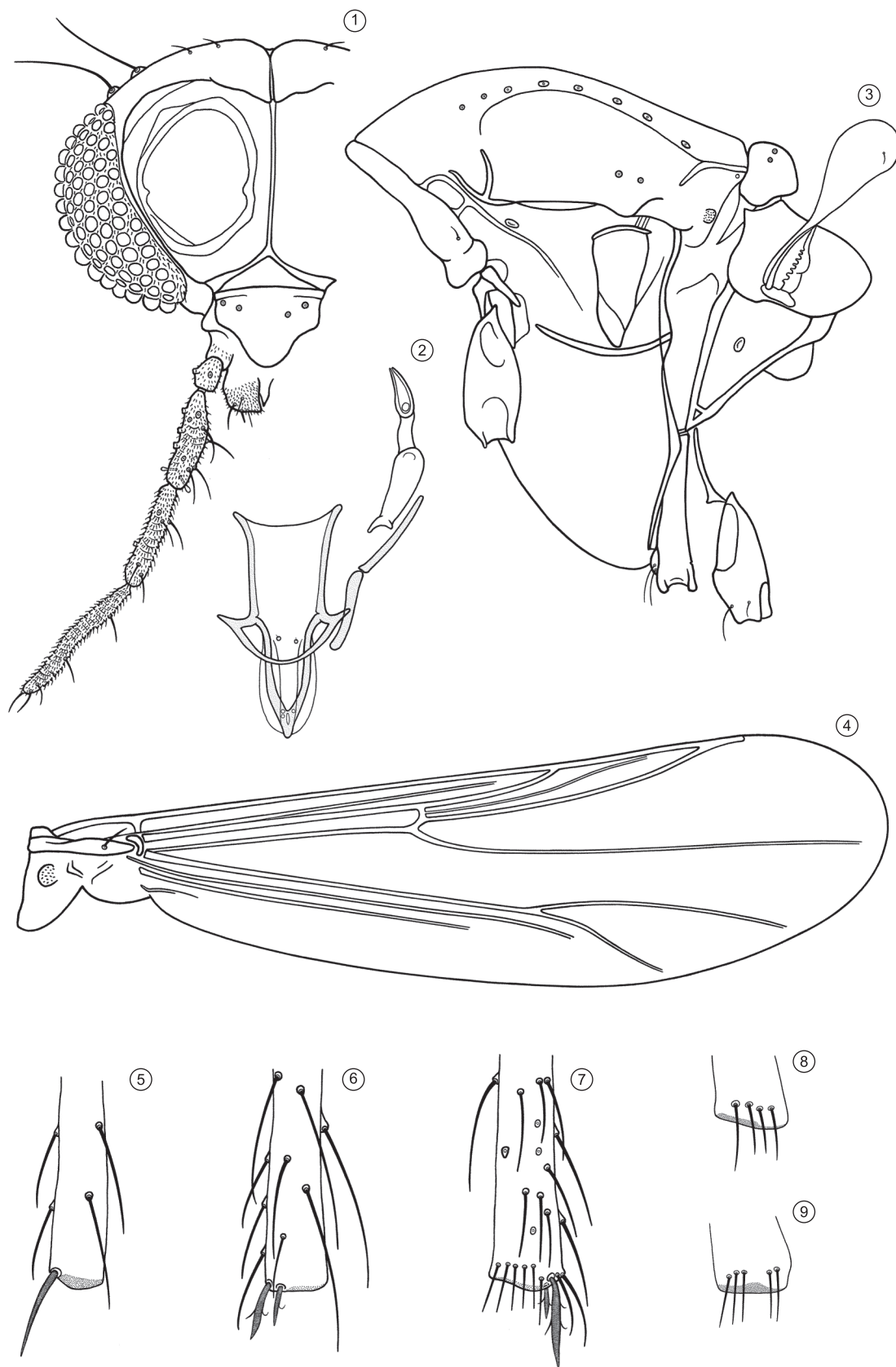
## Systematics

The genus does not key to any specific genus either in Cranston et al. (1989) nor in Spies et al. (2009); in the former it will key to couplet 97, if costa is considered to be not to moderately extended it will key to couplet 102; in the latter it will key to couplet 122.

The genus shows some similarities with *Psilometriocnemus* Sæther, especially the lack of acrostichals, bare wing membrane with fine punctuation, squama without setae, and anal point with lateral setae. However it can easily be separated from *Psilometriocnemus* based on the shape of the virga, absence of crista dorsalis, and  $R_{4+5}$  ending proximal to  $M_{3+4}$ . A position in the group that includes the genera *Heterotrissocladus* Spärck, *Parametriocnemus* Goetghebuer, *Paraphaenocladus* Thienemann, *Platysmittia* Sæther and *Psilometriocnemus* Sæther does not seem unlikely.

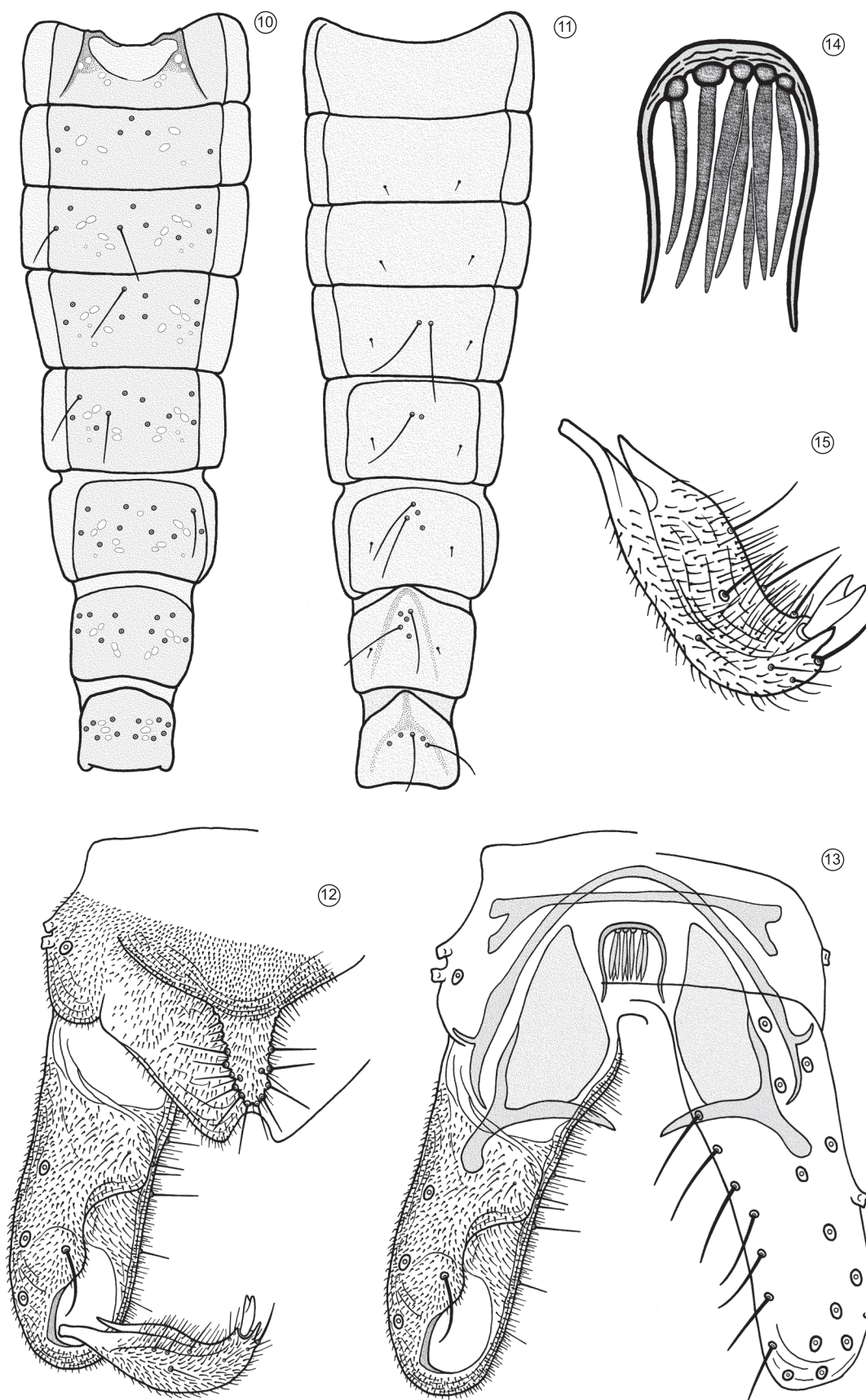
*Maximberus maxi* n. sp. (Figures 1-15)

**Type material:** Holotype male: BRAZIL, Santa Catarina State, São Bento do Sul, 26° 19' 25.6" S and 48° 18' 26.5" W, 13-16.x.2001, 660 m a.s.l., Malaise trap (Trilha Rugendas 4), M.V. Yamada leg. (MZUSP). Paratypes: 3 males, same as holotype. 2 males, Santa Catarina State, Florianópolis, Unidade de Conservação Ambiental Desterro (U.C.A.D.), 03-20.xi.2003, Malaise trap, near stream, L.C. Pinho leg. 1 male, São Paulo State, Salesópolis, Estação Biológica Boracéia, Trilha dos Pilões, 23° 39' 01.9" S and 45° 53' 36" W, 30.iii-02.iv.2001, Malaise trap (Mata 1), S.T.P. Amarante et al. leg. (BIOTA-FAPESP BORA09). 2 males, same as previous except for 23° 39' 03" S and 45° 53' 36" W, 02-05.iv.2001, Malaise trap (Bosque 1), (BIOTA-FAPESP BORA06). 1 male, same as previous except for 23° 39' 06.3" S and 45° 53' 48.9" W, Malaise (5) (BIOTA-FAPESP BORA15). 1 male, São Paulo State, Parque Estadual Intervales, Ribeirão Grande, Barra Grande, 24° 15' S and 48° 10' W, 10-13. xii.2000, Malaise trap (Bosque 4), M.T. Tavares et al. leg. (BIOTA-FAPESP PEIN03). 1 male, same as previous except for 13-16. xii.2000, Malaise trap (Trilha 5), (BIOTA-FAPESP PEIN09). 1 male, same as previous except for Malaise trap (Trilha 1), (BIOTA-FAPESP

*Maximberus* new genus

**Figures 1-9.** *Maximberus maxi* n. gen., n. sp., male. 1) Head; 2) Tentorium, stipes and cibarial pump; 3) Thorax; 4) Wing; 5) Apex of fore tibia; 6) Apex of mid tibia; 7) Apex of hind tibia; 8-9) Comb of setae of hind tibia.





**Figures 10-15.** *Maximberus maxi* n. gen., n. sp., male. 10) Tergites I-VIII; 11) Sternites I-VIII; 12) Hypopygium, dorsal view; 13) Hypopygium with anal point and tergite IX removed, dorsal aspect to the left and ventral aspect to the right; 14) Virga; 15) Gonostylus, ventral view.

**Table 1.** Lengths (in  $\mu\text{m}$ ) and proportions of legs of *Maximberus maxi* n. gen., n. sp., male (n = 1-3, except when otherwise stated).

|                | fe               | ti                  | ta <sub>1</sub>  | ta <sub>2</sub> | ta <sub>3</sub> | ta <sub>4</sub> |
|----------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| p <sub>1</sub> | 248-360, 300 (8) | 286-403, 347 (8)    | 130-212          | 65-122          | 47-65           | 25-32           |
| p <sub>2</sub> | 277-396, 207 (8) | 277-374, 332 (8)    | 154              | 76              | 54              | 27              |
| p <sub>3</sub> | 266-385, 334 (8) | 277-389, 350 (8)    | 151-198, 177 (4) | 83-104          | 72-90           | 25-29           |
|                | ta <sub>5</sub>  | LR                  | BV               | SV              | BR              |                 |
| p <sub>1</sub> | 22-32            | 0.40-0.57           | 3.59-4.66        | 3.29-4.69       | -               |                 |
| p <sub>2</sub> | 22               | 0.42                | 4.95             | 4.70            | 4.0             |                 |
| p <sub>3</sub> | 22-25            | 0.45-0.51, 0.48 (4) | 3.81-3.95        | 3.89-4.26       | 6.4-6.8         |                 |

PEIN10). 2 males, **São Paulo State**, Parque Estadual Serra do Mar, Ubatuba, 23° 21' 43" S and 44° 59' 22" W, 24.i.2002, Malaise trap (Trilha 5), N.W. Perioto et al. leg. (BIOTA-FAPESP BRUB14). 1 male, same as previous except for Malaise trap (Trilha 1), (BIOTA-FAPESP BRUB17). 1 male, same as previous except for 21.i.2002 Malaise trap (Bosque 9), (BIOTA-FAPESP BRUB13).

**Etymology:** The species is named after Max Rieber-Mohn, see etymology for genus name.

**Diagnostic characters:** see generic diagnosis.

**Description:** *Male* (n = 8-10, except when otherwise stated). Total length 1.24-1.46, 1.35 mm. Wing length 709-939, 835  $\mu\text{m}$ . Total length/wing length 1.51-1.75, 1.60. Wing length/length of profemur 2.56-3.00, 2.82.

**Coloration.** Thorax, head, and pedicel dark brown; abdomen, legs, and antennal flagellum slightly lighter brown; wings translucent.

**Head** (Figure 1). Antennae with 12 flagellomeres; AR 0.36-0.68, 0.46; ultimate flagellomere 115-220, 160  $\mu\text{m}$  long. Temporal setae 5-7, 6 including 2-3, 3 inner verticals, 2-3, 3 outer verticals, and 1-2, 1 postorbital. Clypeus with 1-4, 3 setae. Tentorium, stipes, and cibarial pump as in Figure 2. Tentorium 54-84, 72  $\mu\text{m}$  long; 8-14, 11  $\mu\text{m}$  wide. Stipes 48-73, 57  $\mu\text{m}$  long. Palp segment lengths/widths (in  $\mu\text{m}$ ): 10-15, 13/11-14, 12; 16-23, 19/10-14, 12; 50-60, 55/11-16, 13; 38-57, 41 (7)/9-11, 10 (7); 41-82, 50 (4)/7-9, 8 (4). Third palpomere with 2 sensilla clavata subapically; 7-10, 9  $\mu\text{m}$  long.

**Thorax** (Figure 3). Antepronotum with 1 seta. Dorsocentrals 7-11, 8; prealars 1-3, 2; supraalars 0-2, 1. Scutellum with 3-6, 4 setae.

**Wing** (Figure 4). VR 1.34-1.61, 1.46. Costal extension 27-61, 43  $\mu\text{m}$  long. Brachiolium with 1 seta, remaining veins and cells bare. Squama bare.

**Legs** (Figures 5-9). Spur of fore tibia 21-27, 25  $\mu\text{m}$  long; spurs of mid tibia 11-23, 16  $\mu\text{m}$  and 9-16, 12  $\mu\text{m}$  long; spurs of hind tibia 20-27, 23  $\mu\text{m}$  and 10-14, 12  $\mu\text{m}$  long. Width at apex of fore tibia 14-18, 16  $\mu\text{m}$ ; of mid tibia 16-18, 17  $\mu\text{m}$ ; of hind tibia 18-23, 21  $\mu\text{m}$ . Comb with 6-7, 6 setae; longest 16-20, 18  $\mu\text{m}$  long; shortest 9-16, 13  $\mu\text{m}$  long. Lengths and proportions of legs as in Table 1.

**Abdomen** (Figures 10-11). Strong setae on tergites I-VIII as: 0; 6-8, 7; 4-8, 7; 6-11, 7; 6-12, 9; 6-13, 10; 6-18, 11; 6-16, 10. Strong setae on sternites I-VIII as: 0; 0; 0; 2; 2-3, 2; 2-4, 3; 2-5, 4; 4-7, 5.

**Hypopygium** (Figures 12-13). Anal point covered with microtrichia; with 8-16, 12 marginal setae; 16-27, 23  $\mu\text{m}$  long; 14-23, 17  $\mu\text{m}$  wide at base. Tergite IX without setae; laterosternite IX with 1-4, 3 setae. Transverse sternapodeme 38-59, 48  $\mu\text{m}$  long. Phallapodeme 39-53, 48  $\mu\text{m}$  long; with posterior, 29-38, 34  $\mu\text{m}$  long, curved lobe. Virga (Figure 14) with 4-8, 5 bundles of spines, each with 1-4 flattened, 10-16, 13  $\mu\text{m}$  long spines. Gonocoxite 73-104, 93  $\mu\text{m}$  long. Gonostylus (Figure 15) 38-50, 46  $\mu\text{m}$  long; megaseta 4-8, 6  $\mu\text{m}$  long, with a cleft apically. HR 1.67-2.33, 2.03. HV 2.53-3.03, 2.86.

## Distribution and Habitat

The species is known from São Paulo and Santa Catarina States where it was collected in Malaise traps in five nature reserves. A wider distribution can be expected as it occurs at lower altitudes in the so called Serra do Mar endemism subregion of the Mata Atlântica (Silva & Casteleti 2003). It was taken in areas showing different degrees of forest succession varying from almost completely open areas to pristine forests. Most of the areas are covered with low ground vegetation and epiphytes are abundant on tree trunks. Small rivers and springs occur in all the reserves where the species was taken.

## Acknowledgements

We are indebted to Dr. Carlos J. E. Lamas, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo and to Dr. Dalton S. Amorim, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo campus Ribeirão Preto for the loan of specimens from the BIOTA-FAPESP project ["Limites geográficos e fatores causais de endemismo na Floresta Atlântica em Diptera" proc. 03/12074-9 within The Biodiversity Virtual Institute Program ([www.biota.org](http://www.biota.org))]. Thanks are also due to Dr. Luiz C. Pinho, Universidade Federal de Santa Catarina for making the material collected in Santa Catarina available to us. Gladys Ramirez made the slide preparations. The study was partially funded by FAPESP (11/50162-1), partially by the University Museum of Bergen.

## References

- CRANSTON, P.S., OLIVER, D.R. & SÆTHER, O.A. 1989. The adult males of Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region. Keys and diagnoses. In Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 3. Adult males (T. Wiederholm, ed.). Entomol. Scand. 34(Suppl.):165-352.
- MENDES, H.F. & PINHO, L.C. 2011. Brazilian chironomid home page. <http://sites.google.com/site/brazilianchironomids/> (ultimo acesso 22/12/2011).
- MENDES, H. F., ANDERSEN, T. & PINHO, L.C. 2007. Taxonomic research on Brazilian Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae) during the last decade. Entomol. Mex. 6:1173-1177.
- MENDES, H.F., ANDERSEN, T. & SÆTHER, O.A. 2004. New species of *Ichthyocladus* Fittkau, a member of the *Corynoneura*-group (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae), with a review of the genus. Stud. Neotrop. Fauna Environ. 39:15-35. <http://dx.doi.org/10.1080/01650520412331270936>
- SÆTHER, O.A. 1969. Some Nearctic Podonominae, Diamesinae and Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae). Bull. Fish. Res. Board Canada 107:1-154.

- SÆTHER, O.A. 1980. Glossary of Chironomid morphology terminology (Diptera: Chironomidae). *Entomol. Scand.* 14(Suppl.):1-51.
- SILVA, J.M.C. & CASTELETTI, C.H.M. 2003. Status of the Biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook* (C. Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds). Island Press, Washington, p. 43-59.
- SPIES, M. & REISS, F. 1996. Catalog and bibliography of neotropical and Mexican Chironomidae (Insecta, Diptera). *Spixiana* 22(Suppl.):61-119.
- SPIES, M., ANDERSEN, T., EPLER, J.H. & WATSON JUNIOR, C.N. 2009. Chironomidae (Non-biting midges). In *Manual of Central American Diptera* (B.V. Brown, A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado, eds). NRC Research Press, Ottawa, p.437-480.

*Received 23/12/2011*

*Revised 14/02/2012*

*Accepted 02/03/2012*

## **Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) of the Parque Natural Municipal de Porto Velho, Rondônia, Western Amazon, Brazil**

**Diego de Santana Souza<sup>1</sup> & Alexandre de Almeida e Silva<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Bioecologia de Insetos – LaBEIn, Núcleo de Ciências e Tecnologia,  
Universidade Federal de Rondônia – UNIR, BR 364, Km 9,5, CEP 78900-000, Porto Velho, RO, Brazil,  
[www.labein.unir.br](http://www.labein.unir.br)

<sup>2</sup>Instituto de Pesquisas em Patologias Tropicais – IPEPATRO, Rua da Beira, 7671, BR 364, Km 3,5,  
CEP 78912-000, Porto Velho, RO, Brazil, [www.ipepatro.org.br](http://www.ipepatro.org.br)

<sup>3</sup>Corresponding author: Alexandre de Almeida e Silva, e-mail: [alealsil\\_bio@yahoo.com.br](mailto:alealsil_bio@yahoo.com.br)

SOUZA, D.S. & SILVA, A.A. **Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) of the Parque Natural Municipal de Porto Velho, Rondônia, Western Amazon, Brazil**. Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn01112012012>

**Abstract:** Cerambycidae is one of the largest families of beetles and it is estimated that there are about 25,000 species of longhorned beetles in the world. However, little is known about the distribution of many species in some regions, including the Amazon. The longhorned beetles are indispensable in the ecological chain, contributing mostly to the recycling of dead wood in forest. The present study is an inventory of the Cerambycidae of the Parque Natural Municipal de Porto Velho, Rondônia, Brazil. Insects were sampled from June 2008 to May 2009 using Malaise and light traps. A total of 61 species were identified, of which 33 are new records for Rondônia and one for Amazon region, i.e., *Anisopodus melzeri* Gilmour, 1965.

**Keywords:** longhorned beetles, new records, inventory, biodiversity.

SOUZA, D.S. & SILVA, A.A. **Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) do Parque Natural Municipal de Porto Velho, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil**. Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?inventory+bn01112012012>

**Resumo:** Cerambycidae representa uma das maiores famílias de besouros e estima-se que existam cerca de 25000 espécies de Cerambycidae no mundo. No entanto, pouco se conhece sobre a distribuição geográfica de muitas espécies, consequência da escassez de coletas em algumas regiões, como a Amazônia. Os cerambycídeos desempenham um papel imprescindível na cadeia ecológica, contribuindo na reciclagem de madeira morta na floresta. Neste estudo, é apresentado um inventário de Cerambycidae do Parque Natural Municipal de Porto Velho, Rondônia, Brasil. As coletas foram realizadas durante o período de junho de 2008 a maio de 2009 utilizando as armadilhas Malaise e luminosa (modelo Luiz de Queiroz). Um total de 61 espécies foram identificadas, das quais 33 são novos registros para Rondônia e um para a região amazônica *Anisopodus melzeri* Gilmour, 1965.

**Palavras-chave:** longicórneos, novos registros, inventário, biodiversidade.



## Introduction

Cerambycidae is one of the richest families among coleopterans and more than a 25,000 species were described worldwide (Galileo & Martins 2006), 9,000 of these recorded to the Western Hemisphere (Monné & Bezark 2010).

The longhorned beetles have a cosmopolitan distribution, except for the arctic regions (Vives 2000). This distribution pattern is related to the vegetation and climatic characteristics of particular regions, and the Neotropical region, especially the Amazon, displays most of these insect biodiversity (Galileo & Martins 2006).

Cerambycids have an indispensable role in the forest ecological chains due to their role in dead wood recycling. Their intimate relation with their food resources is an important feature for studies related to environmental monitoring and conservation, and also, biodiversity (Lewinsohn et al. 2005). According to Brown JR. (1991), the cerambycids have a high ecological fidelity, are highly diversified and are an important set in the ecosystems.

The Neotropical fauna of Cerambycidae is currently under study and new species have been frequently described, but there is also a lack of information and data collection from several large areas. In Brazil, some areas such as Southeast and South regions, have a good data set of the Cerambycidae fauna, but the Caatinga, Pantanal biomes and even the Amazon forest are poorly studied (Martins 1999).

In Rondônia State, only a few insect inventories can be retrieved from published data. An important contribution was provided by Monné (1990) concerning the zoological data of the influence area of the BR-364 highway construction (from Cuiabá, Mato Grosso to Porto Velho, Rondônia) and some information on the Cerambycidae fauna from 1980 to 1986.

Fauna inventories are important tools to acquire information related to the biodiversity (Ganho & Marinoni 2003). Besides,

biodiversity studies and their data set banks contribute and guide environmental policies and plans. The present study is an inventory of the Cerambycidae fauna of the Parque Natural Municipal de Porto Velho, Rondônia, Brazilian Western Amazon.

## Material and Methods

The studied area was the Parque Natural Municipal de Porto Velho (08° 41' 10.26" S and 63° 52' 01.98" W) forest located 14 km from Porto Velho downtown in Rondônia, Brazil and characterized by a lowland (less than 100 m) ombrophilous open forest with palms.

Insect captures, under IBAMA license (SISBIO 19871-1), were performed from June 2008 to May 2009 using six Malaise (Townes 1972) and three light traps ("Luiz de Queiroz" model). Insect traps were set in different landscapes and environmental conditions, i.e., forest border, flooded and upperland area. The Malaise traps were monitored monthly along the year, while light traps were set once a month for a night (6:00 PM to 6:00 AM).

The longhorned beetles up to subfamily and tribe were identified using the dichotomic keys of Galileo & Martins (2006) and species were identified using different available publications (Marques & Napp 1996, Martins 1997, Martins & Galileo 2006, Napp & Monné 2006, Napp 2007, Galileo et al. 2008, Napp & Martins, 2009). The species identification was supervised and confirmed by Dr. Ubirajara Ribeiro Martins (MZUSP). The specimens were deposited in the Entomological Collection of the Universidade Federal de Rondônia (UNIR) and in the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

Species distribution data is described in the catalogs of Cerambycidae (Monné 2005a,b, 2006) and other references that include species cited in Rondônia, such as Monné (1990), Napp (2007), Napp & Martins (2009) and Monné & Bezark (2010).

**Table 1.** Cerambycidae species collected in the Parque Natural Municipal de Porto Velho from June/2008 to May/2009. \*New record to Rondônia; \*\*New record to Amazonia.

**Tabela 1.** Espécies de Cerambycidae coletadas no Parque Natural Municipal de Porto Velho entre Junho/2008 a Maio/2009. \*novo registro para Rondônia; \*\*novo registro para Amazônia.

| Family       | Subfamily    | Tribe           | Species                                              |
|--------------|--------------|-----------------|------------------------------------------------------|
| Cerambycidae | Cerambycinae | Bothriospilini  | <i>Chlorida festiva</i> (Linnaeus, 1758)             |
|              |              |                 | <i>Chlorida curta</i> Thomson, 1857                  |
|              |              | Callichromatini | <i>Callichroma sericeum</i> (Fabricius, 1792)        |
|              |              |                 | <i>Mionochroma vittatum</i> (Fabricius, 1775)        |
|              |              | Clytini         | <i>Mecometopus wallacei</i> (White, 1855)            |
|              |              | Compsocerini    | <i>Aglaoschema cyaneum</i> (Pascos, 1860)            |
|              |              |                 | <i>Orthostoma abdominale</i> (Gyllenhal, 1817)       |
|              |              | Dodecosini      | <i>Dodecosis saperdina</i> Bates, 1867*              |
|              |              | Eburiini        | <i>Eburodacrys sexmaculata</i> (Olivier, 1790)       |
|              |              |                 | <i>Opades costipennis</i> (Buquet, 1844)*            |
|              |              | Elaphidionini   | <i>Anelaphus robi</i> Hrabovsky, 1987*               |
|              |              |                 | <i>Paranyssicus conspicillatus</i> (Erichson, 1847)* |
|              |              | Heteropsini     | <i>Chrysoprasis abyara</i> Napp & Martins, 1998      |
|              |              | Ibidionini      | <i>Compsibidion charile</i> (Bates, 1870)*           |
|              |              |                 | <i>Compsibidion maronicum</i> (Thomson, 1867)        |
|              |              |                 | <i>Gnomidolon conjugatum</i> (White, 1855)*          |
|              |              |                 | <i>Odontocera furcifera</i> Bates, 1870*             |
|              |              | Rhinotragini    | <i>Odontocera molorchoides</i> (White, 1855)*        |

Table 1. Continued...

| Family | Subfamily   | Tribe          | Species                                                      |
|--------|-------------|----------------|--------------------------------------------------------------|
|        |             |                | <i>Ommata (Agaone) notabilis</i> (White, 1855)*              |
|        |             |                | <i>Oxylymma telephorina</i> Bates, 1870*                     |
|        |             | Rhopalophorini | <i>Coremia plumipes</i> (Pallas, 1772)*                      |
|        |             |                | <i>Cosmisoma argyreum</i> Bates, 1870*                       |
|        |             | Tillomorphini  | <i>Epropetes metallica</i> Martins, 1975*                    |
|        |             | Trachyderini   | <i>Batus barbicornis</i> (Linnaeus, 1764)*                   |
|        |             |                | <i>Ceragenia bicornis</i> (Fabricius, 1801)                  |
|        |             |                | <i>Sternacanthus picticornis</i> Pascoe, 1857*               |
|        | Disteniinae | Disteniini     | <i>Distenia (Distenia) suturalis</i> Bates, 1870*            |
|        | Lamiinae    | Acanthocinini  | <i>Anisopodus melzeri</i> Gilmour, 1965**                    |
|        |             |                | <i>Nyssocarinus humeralis</i> Monné, 1985                    |
|        |             |                | <i>Nyssodrysina spreta</i> (Bates, 1864)                     |
|        |             |                | <i>Nyssodrysternum serpentinum</i> (Erichson, 1847)          |
|        |             |                | <i>Nyssodrysternum signiferum</i> (Bates, 1864)*             |
|        |             |                | <i>Palame anceps</i> (Bates, 1864)                           |
|        |             |                | <i>Toronaeus perforator</i> Bates, 1864                      |
|        |             | Acanthoderini  | <i>Ateralphus senilis</i> (Bates, 1862)                      |
|        |             |                | <i>Macropophora worontzowi</i> Lane, 1938*                   |
|        |             |                | <i>Aegoschema moniliferum</i> (White, 1855)*                 |
|        |             |                | <i>Oreodera bituberculata</i> Bates, 1861                    |
|        |             |                | <i>Oreodera undulata</i> Bates, 1861*                        |
|        |             |                | <i>Psapharochrus longispinis</i> (Bates, 1861)               |
|        |             | Agapanthiini   | <i>Helvina lanuginosa</i> (Bates, 1865)*                     |
|        |             |                | <i>Hippopsis (Hippopsis) truncatella</i> Bates, 1866*        |
|        |             | Anisocerini    | <i>Anisocerus stellatus</i> Guérin-Ménéville, 1855           |
|        |             |                | <i>Gounellea bruchi</i> (Gounelle, 1906)                     |
|        |             |                | <i>Onychocerus aculeicornis</i> (Kirby, 1818)                |
|        |             | Calliini       | <i>Drycothaea anteochracea</i> (Breuning, 1974)*             |
|        |             |                | <i>Drycothaea ochreoscutellaris</i> (Breuning, 1940)         |
|        |             | Colobothini    | <i>Colobothaea bisignata</i> Bates, 1865                     |
|        |             |                | <i>Colobothaea decemmaculata</i> Bates, 1865*                |
|        |             |                | <i>Colobothaea eximia</i> Aurivillius, 1902*                 |
|        |             |                | <i>Colobothaea macularis</i> (Olivier, 1792)*                |
|        |             | Composomatini  | <i>Cristaerenea cognata</i> (Pascoe, 1859)*                  |
|        |             | Onciderini     | <i>Hesychotypa liturata</i> (Bates, 1865)                    |
|        |             |                | <i>Hypsioma sororcula</i> Martins, 1981*                     |
|        |             |                | <i>Jamesia globifera</i> (Fabricius, 1801)                   |
|        |             |                | <i>Oncideres crassicornis</i> Bates, 1865*                   |
|        |             |                | <i>Paratrachysomus huedepohli</i> Monné & Fragoso, 1984*     |
|        |             |                | <i>Trestonia frontalis</i> (Erichson, 1847)                  |
|        |             | Pteropliini    | <i>Ataxia obscura</i> (Fabricius, 1801)                      |
|        | Prioninae   | Callipogonini  | <i>Callipogon (Orthomegas) cinnamomeus</i> (Linnaeus, 1758)* |
|        |             | Mallaspini     | <i>Esmeralda laetifica</i> Bates, 1869*                      |

## Results and Discussion

A total of 171 specimens of 61 different species, mostly Cerambycinae and Lamiinae were collected during one year

(Table 1). Were recorded the subfamilies: Disteniinae and Prioninae (less than 5%), Cerambycinae (41%) and Lamiinae (54%).



**Figure 1.** *Anisopodus melzeri* Gilmour, 1965, 8.6 mm. Porto Velho (Parque Natural Municipal), 30.IV.2009, light trap, 08° 41' 02, 57"S, 63° 51' 59, 47" W. (UFRO-E 73).

Among the 61 species collected, one, *Anisopodus melzeri* Gilmour, 1965 (Figure 1) is a new record for Rondônia and for the Amazon region and 33 species were not previously collected in Rondônia State (see asterisks in Table 1).

According to Monné & Bezark (2010), *Anisopodus melzeri* was previously recorded in the Southeast and South of Brazil (Rio de Janeiro to Rio Grande do Sul) and also Bolivia Argentina.

## Acknowledgements

We greatly acknowledge Dr. Ubirajara Martins (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo) for his careful assistance on cerambycid identification and also Anny L. Moura, Luís Felipe Daibes, Frances Tatiane T. Trindade and Sian de S. Gadelha for their help during field trips. We are grateful to the Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Velho (SEMA) that authorized the beetle captures in the Parque Municipal.

## References

BROWN JR., K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. In The conservation of insects and their habitats (N.M. Collins & J.A. Thomas, eds.). Academic Press, London, p. 349-404.

- GALILEO, M.H.M. & MARTINS, U.R. 2006. Cerambycidae (Coleoptera, Insecta) do Parque Copesul de Proteção Ambiental, Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 314p.
- GALILEO, M.H.M., MARTINS, U.R. & MOYSÉS, E. 2008. Cerambycidae sul-americanos (Coleoptera). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 128p.
- GANHO, N.G. & MARINONI, R.C. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza de famílias capturadas através de armadilhas malaise. Rev. Bras. Zool. 20(4):727-736. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752003000400028>
- LEWINSOHN, T.M., FREITAS, A.V.L. & PRADO, P.I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. Megadiversidade. 1(1):62-69.
- MARQUES, M.I. & NAPP, D.S. 1996. Revisão e transferência para Rhopalophorini (Coleoptera, Cerambycidae, Cerambycinae) dos gêneros *Coremia* Audinet-Serville, 1834 e *Merocoremia* Marques, 1994. Rev. Bras. Entomol. 40(3-4):379-423.
- MARTINS, U.R. 1997. Cerambycidae Sul-Americanos (Coleoptera). Taxonomia. Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo, v. 1, 217p.
- MARTINS, U.R. 1999. Cerambycidae. In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil (C.R.F. Brandão & E.M. Cancellato, eds.). FAPESP, São Paulo, p.125-132.
- MARTINS, U.R. & GALILEO, M.H.M. 2006. Gênero *Hippopsis* (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae): chave para as espécies, sinonímia e descrição de espécies novas. Rev. Bras. Entomol. 50(4):475-487.
- MONNÉ, M.A. 1990. Listas sistemáticas de Cerambycidae (Coleoptera). In Levantamento faunístico da área sob influência da BR 364 (Cuiabá Porto Velho) (M.A. Monné, org.). Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia, Programa Polonoroeste, Brasília, p.121-176.
- MONNÉ, M.A. 2005a. Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region. Part I. Subfamily Cerambycinae. Zootaxa. 946:1-765.
- MONNÉ, M.A. 2005b. Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region. Part II. Subfamily Lamiinae. Zootaxa. 1023:1-760.
- MONNÉ, M.A. 2006. Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region. Part III. Subfamilies Parandrinae, Prioninae, Anoplodermatinae, Aseminae, Spondylidinae, Lepturinae, Oxypeltinae, and addenda to the Cerambycinae and Lamiinae. Zootaxa. 1212:1-244.
- MONNÉ, M.A. & BEZARK, L.G. 2010. Checklist of the Cerambycidae and related families (Coleoptera) of the Western Hemisphere. 470p. <http://plant.cdfa.ca.gov/bycidb/documents.html> (último acesso em 14/01/2012).
- NAPP, D.S. 2007. Revisão do gênero *Aglaoschema* Napp (Coleoptera, Cerambycidae). Rev. Bras. Zool. 24(3):793-816. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752007000300031>
- NAPP, D.S. & MARTINS, U.R. 2009. Tribo Callichromatini, In Cerambycidae Sul-Americanos (Coleoptera). Taxonomia. (Martins, U.R. org.). Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo, v. 10, p. 223-352.
- NAPP, D.S. & MONNÉ, M.L. 2006. Novas espécies de *Mecometopus* Thomson (Coleoptera, Cerambycidae). Rev. Bras. Entomol. 50(1):39-42. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262006000100005>
- TOWNES, H. 1972. A light-weight Malaise trap. Entomol. News 83:239-247.
- VIVES, E. 2000. Coleoptera, Cerambycidae. In Fauna Iberica. (Ramos, E. et al. eds.) Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, v.12, 716p.

Received 01/11/2010

Revised 08/02/2012

Accepted 22/02/2012

## Benthic macroinvertebrate community structure in a stream of the north-west region of Paraná State, Brazil

Yara Moretto Bagatini<sup>1,4</sup>, Rosilene Luciana Delariva<sup>2</sup> & Janet Higuti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná – UFPR, Rua Pioneiro, Jardim Dallas, Campus Palotina, CEP 85950-000, Palotina, PR, Brazil

<sup>2</sup>Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Rua Universitária, 2069, Bairro Universitário, CEP 85819-110, Cascavel, PR, Brazil

<sup>3</sup>Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura – NUPÉLIA, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Av. Colombo, 5790, Bloco H-90, CEP 87020-900, Maringá, PR, Brazil

<sup>4</sup>Corresponding author: Yara Moretto Bagatini, e-mail: ymorettob@gmail.com

BAGATINI, Y.M., DELARIVA, R.L. & HIGUTI J. **Benthic macroinvertebrate community structure in a stream of the north-west region of Paraná State, Brazil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?short-communication+bn00912012012>

**Abstract:** This study aimed to survey the benthic macroinvertebrate fauna of a first order stream located in an agricultural area, and to assess the environmental factors involved in the spatial distribution of this community. Invertebrates were gathered in November 2007 at three sampling sites distributed along the Itiz Stream, located in Marialva municipality, Paraná State. At each site, we measured the physical and chemical variables of the water, and then took four samples, using Surber sampler. In order to evaluate the differences in density, richness, diversity and evenness, we employed an ANOVA and a DCA to summarize biotic data. The invertebrates were categorized into functional groups and the BMWP score was applied to calculate the biological integrity of the environment. The faunal composition was represented by 103 taxa distributed across five phyla, of which the highest occurrence was of arthropods, especially insects. Higher density values were observed for Chironomidae, Ephemeroptera, Coleoptera and Trichoptera. The richness, diversity and density, as well as the density of gathering-collectors, were higher in the intermediate course of the stream. The distribution pattern of the taxa was mainly influenced by lentic or lotic characteristics of the sampled sites and microhabitats, as evidenced by the DCA. The BMWP indices indicated that the three sampling sites presented scores of excellent and good water quality. In the Itiz Stream, the presence of preserved marginal vegetation and the distance from urban centers that generate pollution, combined with peculiarities of each sampling site, influenced the structure of the benthic community.

**Keywords:** composition, biomonitoring, functional groups, aquatic insects.

BAGATINI, Y.M., DELARIVA, R.L. & HIGUTI J. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um riacho da região noroeste do Paraná, Brasil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?short-communication+bn00912012012>

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi inventariar a fauna de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de primeira ordem, situado em uma área agrícola, e avaliar os fatores ambientais intervenientes na distribuição espacial dessa comunidade. Os invertebrados foram coletados em novembro de 2007 em três pontos de amostragem distribuídos ao longo do riacho Itiz, localizado no município de Marialva, Paraná. Em cada ponto, foram medidas as variáveis físicas e químicas da água e em seguida, quatro amostras foram retiradas usando o amostrador Surber. Para avaliar diferenças entre a densidade, a riqueza, a diversidade e a equitabilidade, utilizou-se a ANOVA e uma DCA para sumarizar os dados bióticos. Os invertebrados foram categorizados em grupos funcionais e o índice BMWP foi aplicado para calcular a integridade biológica desse ambiente. A composição faunística foi representada por 103 táxons distribuídos em cinco filos, dos quais a maior ocorrência foi de artrópodes, especialmente os insetos. Os maiores valores de densidades foram observados para Chironomidae, Ephemeroptera, Coleoptera e Trichoptera. A riqueza, diversidade e densidade foram maiores na região intermediária do riacho, assim como a maior densidade dos coletores. O padrão de distribuição dos táxons foi principalmente influenciado pelas características lênticas ou lótic dos pontos de coleta e dos microhabitats amostrados, como evidenciado pela DCA. Os resultados do índice BMWP indicaram que os três pontos de amostragem, apresentaram qualidade de água variando de excelente a boa. No riacho Itiz a presença de vegetação marginal preservada e a sua distância de centros urbanos geradores de poluição, aliada às peculiaridades de cada ponto de amostragem influenciaram na estruturação da comunidade bentônica e também contribuíram para a elevada qualidade da água em todos os pontos amostrados.

**Palavras-chave:** composição, biomonitoramento, grupos funcionais, insetos aquáticos.



## Introduction

The ecological integrity of rivers and streams has become a subject of key importance for the maintenance of these resources worldwide (Monteiro et al. 2008). Nevertheless, this requires knowledge about patterns of diversity and abundance of communities that comprise these ecosystems, given that many of them provide evidence of the conditions of environmental preservation of their location.

The benthic macroinvertebrate fauna, which involves numerous taxonomic groups, is an important link in the energy flow from the deep compartment to the aquatic environment. Additionally, these invertebrates are a modern tool frequently used for the monitoring of freshwater aquatic ecosystems (Baptista 2008); this fact is related to their traits and ecological requirements, especially since they are ubiquitous (Lenat et al. 1980), of sedentary nature, with a distribution that may be influenced by some physical or chemical disturbance (Abel 1989, Milesi et al. 2009), and by substrate characteristics (Buss et al. 2004), and they are found in leaves, branches, rocks and associated with aquatic plants (Würdig et al. 2007).

In streams, where in general the surrounding riparian vegetation is preserved and the geomorphological characteristics allow the formation of areas of backwater and riffles, several microhabitats are observed and these locations provide shelter and abundant food resource for a higher diversity of taxonomic groups. According to Vannote et al. (1980), the richness and taxonomic diversity are in general composed of organisms belonging to several functional groups, which are modified according to the gradient and morphological changes in the order of the streams. In the context of the River Continuum Concept (RCC), initially proposed by Vannote et al. (1980), the composition of functional feeding groups could change with the longitudinal gradient, the order of the stream (Heino et al. 2005) and also with species traits (Poff 1997). In this way, macroinvertebrate classification by functional category can provide a better understanding of the functioning of the food web and indirectly help to evaluate water quality.

In stream aquatic biomonitoring, the Biological Monitoring Working Party (BMWP) is an index widely used to detect mainly organic pollution, across a score system attributed to macroinvertebrates families considering their tolerance or sensibility to organic pollutants (Alba-Tecedor 1996). Some studies pointed out that, in comparison with other metrics, the BMWP indices, provide better results for benthic fauna (Guimarães et al. 2009, Silva et al. 2011).

The present study aimed to survey the benthic macroinvertebrate fauna of a first order stream in the north-west region of Paraná State, and evaluate the water quality through the BMWP indices. We predicted that the fauna would be composed especially of organisms whose spatial distribution is mainly influenced by the characteristics of the substrate, organic matter and of abiotic variables, and whose functional category is in accordance with the River Continuum Concept.

## Material and Methods

### 1. Study area

Samplings were undertaken in Itiz Stream, a small water course located in Marialva municipality, Paraná State, which belongs to the Ivaí River watershed (Figure 1). This environment is a first order stream, where we established three samplings sites in stretches of 50 m, with an approximate distance of 1.2 km between each station.

Upstream, named as site 1 (23° 31' 49.9" S and 51° 46' 26.9" W), is located in the upper stretch of the stream, with riffles, mean depth

of 0.20, 2.5 m wide and pools at up to 0.60 m. The riparian vegetation is tree-shrub type and promotes ca. 80% shading in the sampled environment. The substrate is mainly composed of gravel, sand and silt, as well as leaves and branches submerged in the bed. The water is used for irrigation in the surroundings near to the sampled stretch.

Intermediate, named as site 2 (23° 32' 11.2" S and 51° 46' 59" W), has an upstream waterfall of about 1.5 m height, followed by a pool of about 5 m wide and up to 1.20 m depth. There are riffle areas with rocky bottom, pebbles and granules, with a depth from 0.10 to 0.20 m, a width of 2 m and a few backwater areas. On the banks, the vegetation is tree-shrub type, 80% shading, with little aquatic vegetation. The substrate is composed of 80% pebbles and, in some backwaters, of mud.

Downstream, named as site 3 (23° 32' 02.6" S and 51° 47' 26.3" W), has riffle areas with pebbles and granules, depth from 0.10 to 0.20 m and 3 m wide. Most of the substrate presents a muddy bottom with submerged leaves and depth ranging from 0.30 to 0.50 m. Downstream of the 50 m stretch that we sampled, there was a waterfall of about 1.5 m in height. The vegetation on the banks is tree-shrub type with grasses, with ca. 70% shading, this being the stretch with the lowest proportion of riparian vegetation (10 m at each bank).

### 2. Field sampling

Benthic macroinvertebrates were gathered in November 2001 at three sampling sites (upstream, intermediate and downstream) in Itiz Stream. At each site, four samples were taken using a Surber sampler (0.09 m<sup>2</sup>), 250 mm mesh size, and stored in labeled polyethylene flasks. In the laboratory, samples were sorted using an overlapping sieve system (4 and 0.250 mm mesh size) and the retained material in the smallest mesh was fixed in 4% formaldehyde buffered with calcium carbonate, for posterior sorting under a stereoscopic microscope.

The values of water temperature and dissolved oxygen (YSI oximeter), pH (Digimed pHmeter) and electric conductivity (Digimed conductivimeter) were measured at the three sampling sites. Moreover, a description of the microhabitats was made at each sampling site (Table 1).

### 3. Laboratory analysis

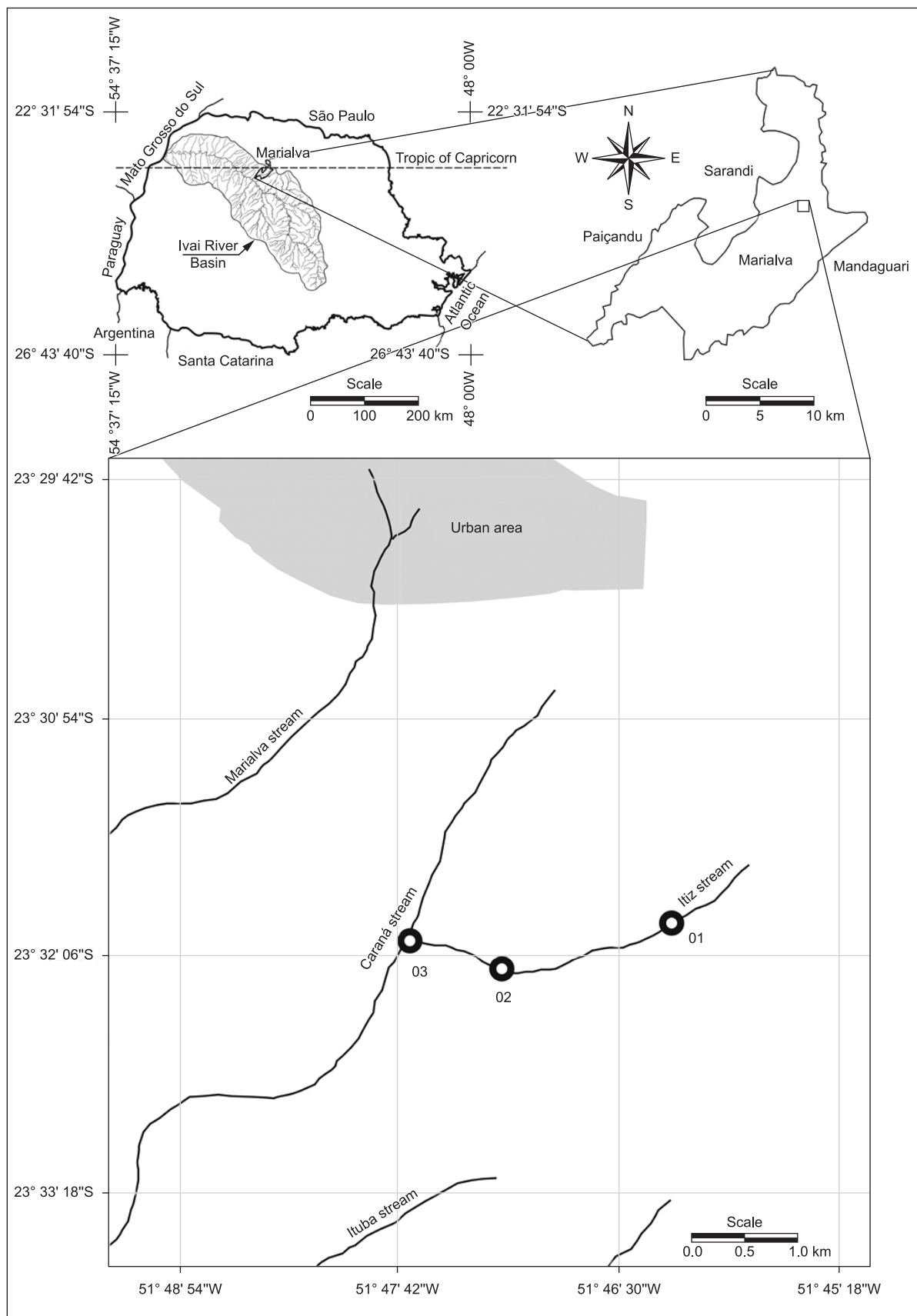
The benthic microorganisms were sorted, identified and counted under stereoscopic and optical microscopes. Identification of benthic invertebrates was based on Pérez (1987), McCafferty (1988), Peckarsky et al. (1990), Brinkhurst & Marchese (1991), Thorp & Covich (1991), Martens (1995), Trivinho-Strixino & Strixino (1995), Merritt & Cummins (1996), Rossetti & Martens (1996, 1998), and Pes et al. (2005).

### 4. Data analysis

The Shannon–Wiener diversity index, described by the equation  $H' = -\sum (n_i/N) \cdot \log_2 (n_i/N)$ , where  $n_i$  is the number of individuals in species  $i$ , and  $N$  is the total number of all individuals; and the evenness, obtained through the expression  $H'/H_{\max}$ , where  $H_{\max}$  is the diversity under maximum condition of uniformity (Magurran 1988), were calculated for the different sampling sites.

A parametric ANOVA was carried out to test possible differences in richness, density, diversity and evenness between sampling sites, using the software Statsoft version 7.1 (StatSoft Inc. 2005).

A Detrended Correspondence Analysis (DCA) was carried out to search for patterns in the distribution of benthic invertebrates in Itiz Stream. Ordination of sampling sites, based on the density of invertebrates, was performed to reduce the dimensionality of biotic



**Figure 1.** Location of sampling sites along Itiz Stream, Marialva municipality.

**Table 1.** Values of abiotic variables and the microhabitats of the sampling sites of Itiz Stream, in November 2007.

| Itiz stream  | Samples | D (cm) | T (°C) | DO (mg.L <sup>-1</sup> ) | EC (μS.cm <sup>-1</sup> ) | pH  | Substrate type |
|--------------|---------|--------|--------|--------------------------|---------------------------|-----|----------------|
| Upstream     | U1      | 5      | 22     | 7.7                      | 124.1                     | 7.2 | P              |
|              | U2      | 5      | 22     | 7.7                      | 124.1                     | 7.2 | P/L            |
|              | U3      | 10     | 22     | 7.7                      | 124.1                     | 7.2 | P              |
|              | U4*     | 5      | 22     | 7.7                      | 124.1                     | 7.2 | M/L            |
| Intermediate | I1      | 5      | 22     | 8.2                      | 138.4                     | 7.4 | P/L            |
|              | I2      | 5      | 22     | 8.2                      | 138.4                     | 7.5 | P              |
|              | I3      | 5      | 22     | 8.2                      | 138.4                     | 7.5 | P/L            |
|              | I4*     | 25     | 22     | 8.2                      | 138.4                     | 7.5 | M/L/R          |
| Downstream   | D1      | 5      | 23     | 7.9                      | 139.7                     | 7.3 | P/G/S          |
|              | D2      | 10     | 23     | 7.9                      | 139.7                     | 7.3 | P/S            |
|              | D3      | 5      | 23     | 7.9                      | 139.7                     | 7.3 | P/G/S/L        |
|              | D4*     | 20     | 23     | 7.9                      | 139.7                     | 7.3 | M/L            |

D: depth, T: water temperature, DO: dissolved oxygen, EC: electric conductivity and; \*backwater area. Substrate types: P: pebble; G: gravel; S: sandy; L: litter; M: mud; R: routs, U: upstream, I: intermediate, D: downstream.

data. These data were previously transformed into log [log (x+1)] to minimize outlier effects. The analysis was undertaken with the aid of PC-ORD version 4.01 (McCune & Mefford 1999).

The invertebrates were classified into functional feeding groups (FFG), gathering-collector, filtering-collector, predator, scraper and shredder, based on Brazilian and Neotropical literature (Fernández & Domínguez 2001, Cummins et al. 2005, Costa et al. 2006, Wantzen & Wagner 2006). For those taxa belonging to more than one functional group, the individuals were divided between each possible trophic category (Ligeiro et al. 2010a). Nematoda, Diptera and Ostracoda were not classified due to their many feeding habits. In an attempt to classify the water quality, according to the macroinvertebrate species present, we also employed the Biological Monitoring Working Party (BMWP) index, adapted by Loyola (2000), a method which considers the presence of families of invertebrates and assigns them scores, according to organisms' sensitivity to organic pollution.

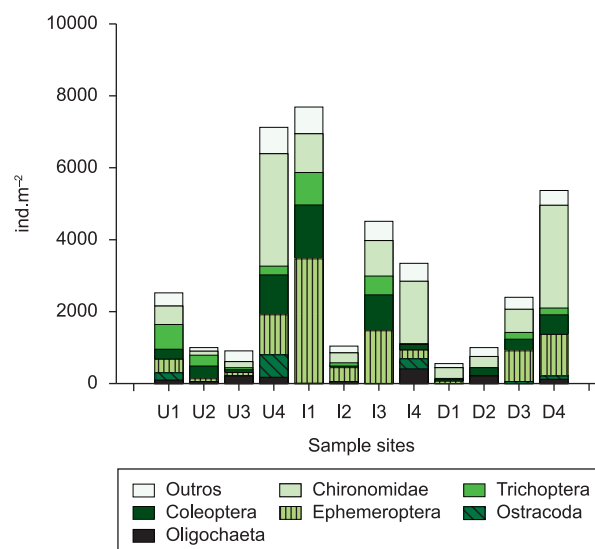
## Results

Values of water temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and pH varied somewhat between sampling sites. Nevertheless, higher concentrations of dissolved oxygen were recorded in the intermediate course. The microhabitats differed mainly in respect of litter presence. Besides that, in general, we verified greater depths in sections with low velocities of current, and therefore with the presence of fine particles of sediment (mud).

Faunal composition was represented by 103 taxa belonging to five phyla, most of which have been verified for arthropods, especially Chironomidae and Ephemeroptera, in all sampling sites (Table 2). Noteworthy was the presence of a probable new genus and species of Ostracoda, from the Cyprididae family (Cyprididae n.gen n.sp.), (Higuti, J. personal communication; voucher specimens were deposited in the Laboratory of Ostracoda from the State University of Maringá), which was recorded in the upstream and intermediate course (Table 2).

Higher density values were observed for insects (33,067 ind.m<sup>-2</sup>), among them, mainly Chironomidae (12,100 ind.m<sup>-2</sup>), Ephemeroptera (9,300 ind.m<sup>-2</sup>), Coleoptera (5,667 ind.m<sup>-2</sup>) and Trichoptera (3,222 ind.m<sup>-2</sup>) (Figure 2).

The highest values of richness, density and diversity were registered in the intermediate course of the Itiz Stream, except for evenness (Figure 3). Furthermore, some taxa, mainly *Thraulodes*, *Chimarra*, *Corynoneura* and Perlidae, were unique to this site

**Figure 2.** Density of benthic invertebrates in the different sampling sites of Itiz Stream, during the study period U: upstream, I: intermediate, D: downstream, 1,2,3,4: sample number.

(Table 2). However, the ANOVA results did not evidence significant differences between sampling sites for all analyzed attributes (Figure 3).

Axes 1 and 2 of the DCA presented eigenvalues of 0.64 and 0.21, respectively. Benthic invertebrates were ordinated according to their occurrence and density at the different sampling sites. It was therefore possible to distinguish a group (group I) ordinated by the locations with lentic characteristics (C4, I4 and F4), mainly formed by organisms (some Oligochaeta, Ostracoda, Chironomidae) more adapted to environments with a lower, but well-oxygenated, current. The groups II, III and IV were ordinated according to sampling sites in the upstream, intermediate and downstream sites, respectively (Figure 4).

Invertebrates were classified according to functional feeding groups, namely: filtering-collector, gathering-collector, shredder, scrapers and predator. Gathering-collectors were the most abundant in all sampling sites, with higher densities in the intermediate course (2.192 ind.m<sup>-2</sup>), followed by scrapers, filtering-collectors

**Table 2.** Occurrence of benthic invertebrates in Itiz Stream. Taxa abbreviations are in parentheses.

|                                        | Upstream | Intermediate | Downstream |
|----------------------------------------|----------|--------------|------------|
| Filo Platyhelminthes                   |          |              |            |
| Turbellaria (Tur)                      | +        | +            |            |
| Filo Nematoda (Nem)                    |          | +            | +          |
| Filo Mollusca                          |          |              |            |
| Gastropoda                             |          |              |            |
| Ancylidae (Anc)                        | +        | +            | +          |
| Physidae                               |          |              |            |
| <i>Stenophysa</i> (Ste)                |          |              |            |
| Planorbidae (Pla)                      | +        |              |            |
| Bivalvia                               |          |              |            |
| Pisidiidae                             |          |              |            |
| <i>Pisidium</i> (Pis)                  | +        | +            | +          |
| Filo Annelida                          |          |              |            |
| Oligochaeta                            |          |              |            |
| Alluroididae                           |          |              |            |
| <i>Brinkhurstia americanus</i> (Bam)   | +        | +            |            |
| Enchytraeidae (Enc)                    | +        |              |            |
| Naididae                               |          |              |            |
| <i>Pristina breviseta</i> (Pbr)        | +        | +            | +          |
| <i>Stephensoniana trivandana</i> (Str) | +        | +            |            |
| Tubificidae                            |          |              |            |
| <i>Aullodrilus piguetii</i> (Api)      |          | +            | +          |
| <i>Bothrioneurum americanum</i> (Boa)  |          |              | +          |
| <i>Branchiura sowerbyi</i> (Bso)       |          |              | +          |
| Filo Arthropoda                        |          |              |            |
| Prostigmata                            |          |              |            |
| <i>Hydrozetes</i> (Hyd)                | +        | +            | +          |
| <i>Limnesia</i> (Lim)                  | +        | +            | +          |
| <i>Piona</i> (Pio)                     |          |              | +          |
| Prostigmata sp.4 (Pr4)                 |          | +            |            |
| ninfa de Prostigmata                   | +        | +            | +          |
| Sub-filo Crustacea                     |          |              |            |
| Ostracoda                              |          |              |            |
| Cyprididae                             |          |              |            |
| <i>Cypridopsis vidua</i> (Cyp)         |          |              | +          |
| <i>Stenocypris major</i> (Sma)         |          | +            | +          |
| <i>Stenocypris</i> sp.2 (St2)          |          |              | +          |
| Cyprididae n.gen n.sp. (Cyn)           | +        | +            |            |
| Candonidae                             |          |              |            |
| <i>Candonopsis brasiliensis</i> (Cbr)  | +        | +            | +          |
| Darwinulidae                           |          |              |            |
| <i>Darwinula stevensoni</i> (Dst)      | +        |              |            |
| <i>Penthesilenula aotearoa</i> (Pao)   | +        | +            | +          |
| <i>Vestalenula pagliolii</i> (Vpa)     |          | +            | +          |
| Copepoda                               |          |              |            |
| Cyclopoida (Cyc)                       |          | +            |            |
| Amphipoda (Amp)                        |          | +            | +          |
| Classe Insecta                         |          |              |            |
| Ephemeroptera                          |          |              |            |
| Caenidae                               |          |              |            |
| <i>Caenis</i> (Cae)                    | +        | +            | +          |
| Leptohyphidae                          |          |              |            |
| <i>Tricorythodes</i> (Tric)            | +        | +            | +          |
| Leptophlebiidae                        |          |              |            |



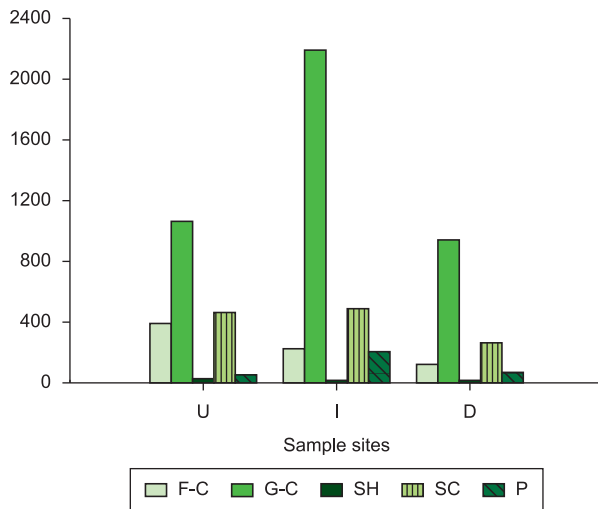
Table 2. Continued...

|                               | Upstream | Intermediate | Downstream |
|-------------------------------|----------|--------------|------------|
| <i>Thraulodes</i> (Thr)       |          | +            |            |
| Odonata                       |          |              |            |
| Anisoptera                    |          |              |            |
| Gomphidae                     |          |              |            |
| <i>Phyllocycla</i> (Phy)      |          | +            |            |
| <i>Progomphus</i> (Pro)       |          |              | +          |
| <i>Tibiogomphus</i> (Tib)     |          |              |            |
| Libellulidae                  |          |              | +          |
| <i>Perithemis</i> (Per)       |          | +            |            |
| Zygoptera                     |          |              |            |
| Calopterygidae                |          |              |            |
| <i>Hetaerina</i> (Het)        | +        |              | +          |
| Coenagrionidae                |          |              |            |
| <i>Argia</i> (Arg)            | +        |              |            |
| Megapodagrionidae             |          |              |            |
| <i>Heteragrion</i> (Heg)      |          | +            |            |
| Plecoptera                    |          |              |            |
| Perlidae (Per)                |          |              |            |
| Hemiptera                     |          |              |            |
| Veliidae                      |          |              |            |
| <i>Rhagovelia</i> (Rha)       | +        | +            | +          |
| Megaloptera                   |          |              |            |
| Corydalidae (Cor)             |          | +            | +          |
| Coleoptera                    |          |              |            |
| Dryopidae                     |          |              |            |
| <i>Helichus</i> (Hel)         | +        | +            | +          |
| Elmidae                       |          |              |            |
| <i>Macrelmis</i> (Mac)        | +        | +            | +          |
| Elmidae sp.2 (El2)            |          | +            | +          |
| Elmidae sp.3 (El3)            |          |              | +          |
| Gyrinidae (Gyr)               | +        |              | +          |
| Psephenidae                   |          |              |            |
| <i>Psephenus</i> (Pse)        | +        |              |            |
| Coleoptera sp.7 (Col)         |          |              | +          |
| Coleoptera adulto sp.1 (Cad1) |          | +            | +          |
| Coleoptera adulto sp.2 (Cad2) |          | +            |            |
| Coleoptera adulto sp.3 (Cad3) |          | +            |            |
| Coleoptera adulto sp.4 (Cad4) |          | +            |            |
| Trichoptera                   |          |              |            |
| Glossomatidae                 |          |              |            |
| <i>Protophila</i> (Prot)      | +        | +            | +          |
| Hydroptilidae                 |          |              |            |
| <i>Hydroptila</i> (Hyd)       | +        |              |            |
| <i>Neotrichia</i> (Neo)       | +        | +            |            |
| Hydropsychidae                |          |              |            |
| <i>Leptonema</i> (Lep)        | +        | +            | +          |
| Hydrobiosidae                 |          |              |            |
| <i>Atopsyche</i> (Ato)        | +        |              |            |
| Leptoceridae                  |          |              |            |
| <i>Nectopsyche</i> (Nec)      | +        | +            | +          |
| <i>Oecetis</i> (Oec)          | +        |              | +          |
| Odontoceridae (Odo)           |          | +            |            |
| Philopotamidae                |          |              |            |
| <i>Chimarra</i> (Chi)         |          | +            |            |

Table 2. Continued...

|                                            | Upstream | Intermediate | Downstream |
|--------------------------------------------|----------|--------------|------------|
| Polycentropodidae                          |          |              |            |
| <i>Cyrnellus</i> (Cym)                     | +        |              |            |
| <i>Polycentropus</i> (Pol)                 |          | +            | +          |
| Lepidoptera                                |          |              |            |
| Pyalidae (Pyr)                             |          | +            | +          |
| Diptera                                    |          |              |            |
| Ceratopogonidae                            |          |              |            |
| <i>Alluaudomyia</i> (Allu)                 | +        |              |            |
| <i>Probezzia</i> sp.1 (Pro1)               |          | +            | +          |
| <i>Probezzia</i> sp.2 (Pro2)               | +        | +            |            |
| pupa de Ceratopogonidae                    | +        | +            | +          |
| Chironomidae                               |          |              |            |
| Tanypodinae                                |          |              |            |
| <i>Ablabesmyia</i> (Karelia) (AblaK)       | +        | +            | +          |
| <i>Ablabesmyia</i> (Abla)                  | +        | +            | +          |
| <i>Coelotanytus</i> (Coe)                  | +        |              |            |
| <i>Djalmabatista</i> (Dja)                 |          |              | +          |
| <i>Fittkauimyia</i> (Fit)                  | +        |              |            |
| <i>Labrundinea</i> (Lab)                   | +        | +            | +          |
| <i>Macropelopia</i> (Mac)                  | +        |              |            |
| Chironominae                               |          |              |            |
| <i>Cryptochironomus</i> (Cry)              | +        |              |            |
| <i>Endotribelos</i> sp.1 (End)             |          | +            |            |
| <i>Polypedilum</i> (Poly)                  | +        | +            | +          |
| <i>Stempellina</i> (Stem)                  | +        | +            |            |
| <i>Stenochironomus</i> (Sch)               | +        |              |            |
| <i>Rheotanytarsus</i> (Rhe)                | +        | +            | +          |
| <i>Rheotanytarsus</i> sp.2 (Rhe2)          |          |              | +          |
| <i>Tanytarsus</i> (Tany)                   | +        | +            | +          |
| <i>Zavreliella</i> (Zav)                   | +        | +            | +          |
| Orthoclaadiinae (Orth)                     |          |              |            |
| <i>Corynoneura</i>                         |          | +            |            |
| <i>Cricotopus</i>                          |          |              | +          |
| <i>Lopescladius</i>                        | +        | +            | +          |
| <i>Nanocladius</i>                         |          | +            | +          |
| <i>Thienemaniella</i> sp.3                 | +        | +            | +          |
| Orthoclaadiinae sp.6 (Orth6)               | +        | +            | +          |
| Orthoclaadiinae sp.7 (Orth7)               |          | +            |            |
| Orthoclaadiinae (juv)                      |          | +            |            |
| pupa de Chironomidae                       | +        | +            | +          |
| Empididae                                  |          |              |            |
| <i>Hemerodromia</i> (Heme)                 | +        | +            | +          |
| pupa de <i>Hemerodromia</i>                | +        | +            | +          |
| Psychodidae                                |          |              |            |
| <i>Maruina</i> (Mar)                       |          | +            |            |
| Simuliidae (Simu)                          | +        | +            | +          |
| pupa de Simuliidae                         |          |              | +          |
| Tabanidae                                  |          |              |            |
| <i>Chrysops</i> (Chry)                     | +        |              |            |
| Tabanidae sp.2 (Taba)                      |          |              |            |
| Tipulidae                                  |          |              |            |
| <i>Hexatoma</i> ( <i>Eriocera</i> ) (Hexa) |          | +            |            |
| Tipulidae sp.2 (Tipu)                      |          | +            |            |





**Figure 5.** Density (ind.m<sup>-2</sup>) of functional groups in the different sampling sites of Itiz Stream. (F-C = filtering-collector; G-C = gathering-collector; SH = shredder; SC = scraper; P = predator, U: upstream, I: intermediate, D: downstream).

habitat and its quality, nor the richness of the assemblages. This fact explains the non-significant variations for the attributes of the benthic macroinvertebrates community between the different sampling sites. When analyzing environmental variations in the microhabitats, the main aspect creating differences was the presence of litter in the pools of greater depths, with these pools also favoring a higher accumulation of fine particles of sediment. According to Hagen et al. (2006) the morphological aspects of the stream can be modified by the organic matter inputs and also the associated fauna.

The number of taxa registered in this study reflects the pattern verified for preserved tropical streams. Thus, the taxonomic richness is high in comparison to environments of the same size subjected to more pronounced human actions. A study conducted by Mormul et al. (2009) in an impacted river, the Ivaí River watershed, the same as the present study, found only 14 taxa, whereas Milesi et al. (2009) registered 47 taxa in seven streams in Rio Grande do Sul State, with different degrees of impact. In the present study, we recorded the occurrence of a probable new genus and species of Ostracoda, Cyprididae family, whose representatives are common and abundant in vegetation and topsoil (Visser & Veldhuijzen van Zanten 2010). Moreover, we emphasized the presence of taxa typical of small lotic environments, which reinforces the importance of this type of approach, mainly in regions where there is a scarcity of studies on benthic communities, confirming patterns described in the literature.

Among the most abundant taxa in this survey, aquatic insects were prominent, constituting one of the most important groups of invertebrates that comprise the benthic fauna, especially for its high abundance and diversity (Higuti et al. 1993). Chironomidae is prominent among benthic insects, given its high abundance, biomass and diversity in several continental environments (Higuti et al. 1993, Coffman & Ferrington Junior. 1996, Callisto et al. 2002, Moretto et al. 2003, Higuti 2004, Takahashi et al. 2008). Furthermore, the larvae of this family are very important for the maintenance of nutrient cycling and trophic webs in aquatic ecosystems (Armitage et al. 1994). The high abundance of Chironomidae, in Itiz Stream was mainly due to the taxa adapted to lotic environments, such as most of *Lopescladius*, *Thienemaniella*, as well as *Rheotanytarsus*. The latter are common on the surface of rocks, since they attach their tubular nest in order to filter food particles (Henriques-Oliveira et al. 1999).

Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) and Coleoptera are characteristic of flowing water, and rocky and sandy bottoms with accumulation of litter. These invertebrates, especially the EPT, are known by their high sensitivity to human action and their presence along the Itiz stream therefore denotes its good preservation. A study undertaken by Ligeiro et al. (2010b) evidenced that about 90% of the fauna associated with the litter in streams is made up of these taxa, corroborating the results obtained in our study.

The processes of structuration and functioning of aquatic ecosystems are direct or indirectly influenced by macroinvertebrates, since they are part of the diet of other invertebrates and several vertebrates. In addition, they are an important component in the detritus chain. The higher accumulation of litter, as recorded in the intermediate course, provides an increase of microhabitats, especially for shredders (Gonçalves Junior et al. 2007).

Although the ANOVA results showed no significant difference for richness, density and diversity, we consider that the highest values of these attributes were the result of the flow, and therefore higher oxygenation, of the water in this site. This might have influenced the presence of the genera of Ephemeroptera (*Thraulodes*), Trichoptera (*Chimarra*), Chironomidae (*Corynoneura*) and Plecoptera (Perlidae). So the characteristics of the sampling sites are important factors for the fauna composition, mainly which related to the habitat integrity, as also found by Milesi et al. (2009).

Moreover, the differences between the areas of riffles and pools were well-illustrated by the DCA, which distinguished taxa that were better adapted to more lentic conditions than those taxa from environments with running water, thus evidencing the importance of microhabitats for richness and diversity in small streams. The larger shading area provided by marginal vegetation associated with geomorphological characteristics of the stream contributed to the increase in richness and diversity of benthic macroinvertebrates in these environments.

The fine particulate organic matter (FPOM) is the main food resource used by the gathering-collector (Hoffmann 2005). The high abundance in all sampling sites, mainly in the upstream and intermediate course, was probably related to the higher food availability provided by the substrate, which comprised litter and fine sediments, especially in pool areas. The abundance of other groups was less pronounced in the other regions, as well as differing little between the sampled stretches, probably due to the stream size (first order).

Classifying macroinvertebrates into functional groups has been very useful to understanding the patterns of organisms' distribution in streams. While many of these invertebrates may present a higher plasticity, according to food availability in the environment (Bagatini et al. 2010), in general one realizes that the occurrence patterns of functional groups is in accordance with the assumptions set by the river continuum concept (RCC) (Vannote et al. 1980).

The macroinvertebrate community, in general, is one of the components of lotic systems that best reflect the degree of biotic integrity. Environmental impact may result in reduced biodiversity and changes in functional structure of this community (Kleine & Trivinho-Strixino 2005). The complex interactions between benthic fauna and the environment make these organisms useful tools in the evaluation of water quality and the development of biological indices (Nijboer et al. 2005, Roche et al. 2010). The use of these metrics for monitoring streams is in wide use today, and has been adapted to suit regional and local differences, especially when comparing preserved and impacted environments.

High values of richness and diversity, coupled to BMWP indices, evidenced that Itiz Stream can be considered an environment of excellent quality from its upstream to downstream stretches.



These attributes of benthic community are probably related to the physical, chemical and structural characteristics of the stream here studied. The fact that this environment is a first order stream, with riparian vegetation along almost its entire course, and away from the surroundings of urban centers, contributes to its environmental quality. Monteiro et al. (2008) also observed an improvement in water quality in sampling sites of Meia Ponte River basin, Goiás State, which were more distant from populated areas. In addition, the Itiz Stream presents microhabitats with riffles and that are well-oxygenated, favoring the permanence of more sensitive taxa, such as Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, which increase the BMWP scores (Biasi et al. 2008). A similar relationship is found in some studies undertaken in tropical streams (Junqueira et al. 2000, Buss & Vitorino 2010).

Biological monitoring of aquatic ecosystems, mainly the smaller ones that suffer most intensely from the human actions associated with urban and agricultural expansion, facilitates the management that is of fundamental importance to preserving these ecosystems and the faunal integrity. In Itiz Stream, the presence of preserved riparian vegetation that increases the input of allochthonous organic matter available for the fauna, and the distance from pollution-generating urban centers, probably contributed to its high water quality in all sampled sites of the stream. Accordingly, the faunistic survey and the increased knowledge of the structure of benthic communities contribute to filling the gap in studies of this nature in the region. Furthermore, we note the need for further research about remaining areas of preserved environment, to determine local and seasonal patterns that might characterize, or even interfere with, the biological integrity of these environments.

## Acknowledgements

The authors would like to thank the Centro Universitário de Maringá (CESUMAR) for financial and logistic support; to everybody who helped in field activities; and Jaime Luiz Lopes Pereira for preparing the map.

## References

- ABEL, P.D. 1989. Pollution biology. In *Biological monitoring of inland fisheries* (E. Horwood, E. Chichester & J.S. Albaster, eds.). Applied Science Publications, London, 266p.
- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In *Simpósio Del Agua em Andalucía - SIAGA*. Almería, v.2, p.203-213.
- ARMITAGE, P., CRANSTON, P.S. & PINDER, L.C.V. 1994. *Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges*. Chapman and Hall, London.
- BAGATINI, Y.M., BENEDITO, E. & HIGUTI, J. 2010. Effect of the environmental factors on the caloric content of benthic and phytophilous invertebrates in neotropical reservoirs in the Paraná State, Int. Rev. Hydrobiol. 95:246-259.
- BAPTISTA, D.F. 2008. Uso de Macroinvertebrados em Procedimentos de Biomonitoramento em Ecossistemas Aquáticos. *Oecol. Bras.* 12(3):425-441.
- BIASI, C., MILESI, S.V., RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. 2008. Ocorrência e distribuição de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) em riachos de Erechim/RS. *Perspectiva*. 32(117):171-180.
- BRINKHURST, R.O. & MARCHESE, M.R. 1991. Guía para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de sud y Centroamérica. *Asociación Ciencias Naturales del Litoral, Santo Tomé*, 207p.
- BUSS, D.F., BAPTISTA, D.F., NESSIMIAN, J.L. & EGLER, M. 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia*. 518(1-3):179-188. <http://dx.doi.org/10.1023/B:HYDR.0000025067.66126.1c>
- BUSS, D.F. & VITORINO, A.S. 2010. Rapid bioassessment protocols using benthic macroinvertebrates in Brazil: evaluation of taxonomic sufficiency. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 29(2):562-571. <http://dx.doi.org/10.1899/09-095.1>
- CALLISTO, M., MORENO, P., GONÇALVES JÚNIOR, J.F., LEAL, J.J.F. & ESTEVES, F.A. 2002. Diversity and biomass of Chironomidae (Diptera) larvae in an impacted coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Braz. J. Biol.* 62(1):77-84. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842002000100010>
- COFFMAN, W.P. & FERRINGTON JÚNIOR, L.C. 1996. Chironomidae. In *An introduction to the aquatic insects of North America* (R.W. Merritt, & K.W. Cummins, eds.). Hunt Publishing, Kendall, p.635-754.
- COSTA, C., IDE, S. & SIMONKA, C.E. 2006. Insetos imaturos. *Metamorfose e identificação*. Editora Holos, Ribeirão Preto.
- CUMMINS, K.W., MERRITT, R.W. & ANDRADE, P.C.N. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna E.* 40:69-89. <http://dx.doi.org/10.1080/01650520400025720>
- FERNÁNDEZ, H.R. & DOMÍNGUEZ, E. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.
- GONÇALVES JUNIOR, J.F., GRAÇA, M.A.S. & CALLISTO, M. 2007. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrients and a low density of shredders. *Freshwater Biol.* 52:1440-1451. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01769.x>
- GUIMARÃES, R.M., FACURE, K.G., PAVANIN, L.A. & JACOBUCCI, G.B. 2009. Water quality characterization of urban streams using benthic macroinvertebrate community metrics. *Acta Limnol. Bras.* 21(2):217-226.
- HAGEN, E.M., WEBSTER, J.R. & BENFIELD, E.F. 2006. Are leaf breakdown rates a useful measure of stream integrity along an agricultural land use gradient? *J. N. Am. Benthol. Soc.* 25(2):330-343. [http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593\(2006\)25\[330:ALBRAU\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593(2006)25[330:ALBRAU]2.0.CO;2)
- HEINO, J., PARVIAINEN, J., PAAVOLA, R., JEHLE, M., LOUHI, P. & MUOTKA, T. 2005. Characterizing macroinvertebrate assemblage structure in relation to stream size and tributary position. *Hydrobiologia*. 539:121-130. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-004-3914-3>
- HENRIQUES-OLIVEIRA, A.L., SANSEVERIANO, A.M. & NESSIMIAN, J.L. 1999. Larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) de substrato rochoso em dois rios em diferentes estados de conservação na Mata Atlântica, R. J. *Acta Limnol. Bras.* 11(2):17-28.
- HIGUTI, J. 2004. Composition, abundance and habitats of benthic chironomid larvae. In *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation* (S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & N.S. Hahn, eds.). Backhuys Publishers, Leiden, p.209-221.
- HIGUTI, J., TAKEDA, A.M. & PAGGI, A.C. 1993. Distribuição espacial das larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) do rio Baía (MS-Brasil). *UNIMAR*, 15(suplemento): 65-81.
- HOFFMANN, A. 2005. Dynamics of fine particulate organic matter (FPOM) and macroinvertebrates in natural and artificial leaf packs. *Hydrobiologia*. 549:167-178. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-005-5174-2>
- JUNQUEIRA, M.V., AMARANTE, M.C., DIAS, C.F.S. & FRANÇA, E.S. 2000. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brazil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnol. Bras.* 12(1):73-87.
- KLEINE, P. & TRIVINHO-STRIXINO, S. 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. *Acta Limnol. Bras.* 17(1):81-90.
- LENAT, D.R., SMOCK, L.A. & PENROSE, D.L. 1980. Use of benthic macroinvertebrates as indicators of environmental quality. In *Biological monitoring for environmental effects* (D.L. Worf, ed.). D.C. Heath, Lexington, p.97-112.
- LIGEIRO, R., MELO, A.S. & CALLISTO, M. 2010a. Spatial scale and the diversity of macroinvertebrates in a neotropical catchment. *Fresh Biol.* 55:424-435. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02291.x>

- LIGEIRO, R., MORETTI, M.S., GONÇALVES JUNIOR, J.F. & CALLISTO, M. 2010b. What is more important for invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: exposure time or leaf species? *Hydrobiologia*. 654(1):125-136. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-010-0375-8>
- LOYOLA, R.G.N. 2000. Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade. In *Simpósio de ecossistemas brasileiros: Conservação*. ACIESP, v.1: Conservação e Duna, n.109, p.46-52.
- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, London.
- MARTENS, K. 1995. Recente non-marine Ostracoda. In *Workshop On Neotropical Aquatic Invertebrates*. USP, São Paulo, 18p.
- McCAFFERTY, W.P. 1988. *Aquatic Entomology: the Fisherman's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and their Relatives*. Jones & Bartlett Publishers, Sudbury.
- McCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. MJM Software, Gleneden Beach.
- MELO, A.S., NIYOGLI, D.K., MATTHAEI, C.D. & TOWNSEND, C.R. 2003. Resistance, resilience, and patchiness of invertebrate assemblages in native tussock and pasture streams in New Zealand after a hydrological disturbance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60(6):731-739. <http://dx.doi.org/10.1139/f03-061>
- MERRIT, R.W. & CUMMINS, K.W. 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque.
- MILESI, S.V., BIASI, C., RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. 2009. Distribution of benthic macroinvertebrates in subtropical streams (Rio Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnol. Bras.* 21(4):419-429.
- MONTEIRO, T.R., OLIVEIRA, L.G. & GODOY, B.S. 2008. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à bacia do rio Meia Ponte-GO. *Oecol. Bras.* 12(3):553-563.
- MORETTO, Y., HIGUTI, J. & TAKEDA, A.L. 2003. Spatial variation of the benthic community in the Corumbá reservoir, Goiás, Brazil. *Acta Sci.* 25(1):23-30.
- MORMUL, R.P., PRESSINATTE JUNIOR, S., VIEIRA, L.A., MONKOLSKI, A. & POVH, E.B. 2009. Caracterização das condições ambientais de um rio neotropical a partir da densidade, composição e riqueza de taxa de invertebrados benthicos. *Acta Sci.* 31(4):379-386.
- NIJBOER, R.C., VERDONSCHOT, P.F.M. & VAN DER WERF, D.C. 2005. The use of indicator taxa as representatives of communities in bioassessment. *Freshwater Biol.* 50:1427-1440. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01405.x>
- PECKARSKY, B.L., FRAISSINET, P.R., PENTON, M.A. & CONKLIN JUNIOR, D.J. 1990. *Freshwater macroinvertebrates of northeastern North America*. Cornell University Press, USA.
- PÉREZ, G.R. 1987. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Editorial Presencia Ltda, Colombia.
- PES, A.M.O., HAMADA, N. & NESSIMIAN, J.L. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 49(2):181-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262005000200002>
- POFF, N.L. 1997. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *J. N. Am. Benthol. Soc.* (16): 391-409.
- ROCHE, K.F., QUEIROZ, E.P., RIGHI, K.O.C. & SOUZA, G.M. 2010. Use of the BMWP and ASPT indexes for monitoring environmental quality in a neotropical stream. *Acta Limnol. Bras.* 22(1):105-108. <http://dx.doi.org/10.4322/actalb.02201010>
- ROSSETTI, G. & MARTENS, K. 1996. Redescription and morphological variability of *Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson, 1870) (Crustacea, Ostracoda). *Bull. Kon. Belg. Inst. Nat. Biol.* 66:73-92.
- ROSSETTI, G. & MARTENS, K. 1998. Taxonomic revision of the recent and Holocene representatives of the family Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda), with a description of three new genera. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg. Biol.* 68:55-110.
- STATSOFT INC. 2005. *Statistica (data analysis software system)*. version 7.1 [www.statsoftinc.com](http://www.statsoftinc.com)
- SILVA, F.H., FAVERO, S., SABINO, J. & GARNÉS, S.J.A. 2011. Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 33(3):289-299.
- TAKAHASHI, M.A., HIGUTI, J., BAGATINI, Y.M., ZVIEJKOVSKI, I.P. & VELHO, L.F.M. 2008. Composition and biomass of larval chironomid (Insecta, Diptera) as potential indicator of trophic conditions in southern Brazil reservoirs. *Acta Limnol. Bras.* 20(1):5-13.
- THORP, J.H. & COVICH, A.P. 1991. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic Press, Inc., San Diego.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37:130-137. <http://dx.doi.org/10.1139/f80-017>
- VISSER, H. & VELDHUIJZEN VAN ZANTEN, H.H. 2010. European Limnofauna. <http://nlbif.eti.uva.nl/bis/limno.php?menuentry=soorten&id=119> (último acesso em 08/02/2010).
- WANTZEN, K.M. & WAGNER, R. 2006. Detritus processing by invertebrate shredders: a neotropical-temperate comparison. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 25:216-232. [http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593\(2006\)25\[216:DPBI SA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593(2006)25[216:DPBI SA]2.0.CO;2)
- WÜRDIG, N.L., CENZANO, C.S.S. & MOTTA, D.M. 2007. Macroinvertebrate communities structure in different environments of the Taim Hydrological System in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Limnol. Bras.* 19(4):57-68.

Received 24/01/2011

Revised 12/08/2011

Accepted 09/02/2012

## Use of shelters and marking sites by *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) in lotic and semilotic environments

Lívia Bertolla Santos<sup>1,2</sup> & Nelio Roberto dos Reis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate Programme in Biological Sciences (Zoology), Londrina State University – UEL, Rod. Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, CP 6001, CEP 86051-980, Londrina, PR, Brazil

<sup>2</sup>Corresponding author: Lívia Bertolla Santos, e-mail: liviabertolla@yahoo.com.br

SANTOS, L.B. & REIS, N.R. Use of shelters and marking sites by *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) in lotic and semilotic environments. Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn02512012012>

**Abstract:** The Neotropical otter *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) (Carnivora: Mustelidae) is a semi-aquatic species spread throughout Central and South America, except Chile. It uses cavities on the river banks or spaces amidst dense vegetation as shelter and defecates in conspicuous places as a means of territorial marking. The study was conducted between April 2008 and March 2009, aiming to compare and correlate the frequency of shelter use and marking by the otters, considering vertical vegetation cover, height, distance, disturbance degree and type of structure/substrate factors, in a lotic environment (Sapé stream, São Paulo state, Brazil) and a semi-lotic environment (Canoas I hydroelectric reservoir, Paranapanema Valley, São Paulo and Paraná states, also in Brazil). The aim was to compare and correlate the frequency of shelter use and marking by the otters, considering factors like vertical vegetation cover, height, distance, degree of disturbance and type of structure/substrate in two areas. It was evidenced that the otter's shelters show visual protection differences in each environment. Around the reservoir, the otters make greater use of areas with higher degrees of disturbance and are selective about the type of shelter structure. Along the stream, the otters favor areas with greater vegetation cover to demarcate. Our results warrant emphasis that other abiotic, biotic or density dependent factors (population number and intra or interspecific competition, for example) may be responsible for the otters' different choice of sites used for shelters and markings in the two environments but they were not identified in this study. Moreover, the different number of samples obtained in each location may have harmed the statistical analyses. However, based on the results, we were able to conclude that the species is able to adapt to the altered environment of the reservoir, using shelters and depositing markings according to the imposed environmental conditions and, whenever possible, it takes advantage of the facilitated food capture offered by environment. Nevertheless, the otters still present some dependence on areas with preserved vegetation, where they find sites with better shelter and marking conditions.

**Keywords:** lotic environment, Neotropical otter, scent marking, semilotic environment, shelter sites.

SANTOS, L.B. & REIS, N.R. Uso de abrigos e locais de marcação por *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) em ambientes lótico e semilótico. Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn02512012012>

**Resumo:** A lontra neotropical *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) (Carnivora: Mustelidae) é uma espécie semiaquática distribuída em toda a América Central e do Sul, exceto no Chile. Utiliza cavidades na margem do rio ou espaços entre a vegetação densa como abrigos e defeca em locais conspícuos como função de marcação territorial. O estudo foi realizado entre Abril de 2008 a Março de 2009 e teve como objetivo comparar e correlacionar a frequência de utilização dos abrigos e sítios de marcações das lontras com fatores de obstrução foliar vertical, altura, distância, grau de distúrbio e tipo de estrutura/substrato em um ambiente lótico (riacho Sapé, estado de São Paulo, Brasil) e um semilótico (reservatório da hidrelétrica de Canoas I, Vale do Paranapanema, estados de São Paulo e Paraná, Brasil). Constatou-se nesse estudo que os abrigos das lontras apresentaram diferenças na proteção visual em cada ambiente; que, no reservatório, utilizam mais intensamente áreas com maior grau de distúrbio e são seletivas quanto ao tipo de estrutura dos abrigos; enquanto, no riacho, as lontras demarcam preferencialmente áreas com maior obstrução vegetal. Nossos resultados permitem-nos enfatizar que outros fatores abióticos, bióticos ou denso-dependentes (número populacional e competições intra e interespecífica, por exemplo) podem ser responsáveis pela diferença na escolha das lontras pelos locais usados como abrigos e para marcações entre os dois ambientes, porém, não foram identificados nesse estudo. Além disso, a diferença no número de amostras obtidas em cada ambiente pode ter prejudicado as análises estatísticas. Conclui-se que a espécie mostra plasticidade ao ambiente alterado do reservatório, utilizando abrigos e depositando marcações conforme as condições impostas, obtendo vantagens, sempre que possível, das facilidades em captura de alimento oferecidas por este ambiente. No entanto, as lontras ainda apresentam certa dependência por áreas de vegetação preservada, onde encontram melhores condições de abrigo e marcação.

**Palavras-chave:** ambiente lótico, lontra Neotropical, marcação odorífera, ambiente semilótico, abrigo.



## Introduction

The Neotropical otter *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) (Carnivora: Mustelidae) is a semi-aquatic species widely spread throughout Central and South America, from Mexico to Uruguay and Argentina, except for Chile (Eisenberg & Redford 1999). It can be found in almost the whole Brazilian territory, except in the drier areas of the northeast region (Fonseca et al. 1994).

Its habitat includes lakes, rivers, wetlands, marine shores associated with coastal lagoons (Rosas et al. 1991), ample riparian vegetation (Bertonatti & Parera 1994, Redford & Eisenberg 1992) and abundant potential den sites (Soldateli & Blacher 1996).

Otters are animals in the top of the food chain and for this they are sensitive to changes in their habitat. Moreover, they are dependent of a terrestrial environment adjacent with watercourse and can be damaged due to modification in the water's quality and in the margins caused mainly for human activities (dragging, draining, construction of dikes, commercial fishing, exclusion of riparian wood and chemical and organic pollution) (Rosas 2004).

The species is listed as endangered in the Appendix I of the Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) (Convention... 2008), it is included in the "data deficient" of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) (International... 2010) and it is also considered "near threatened" in Brazil according to Red Book of the Brazilian Endangered Fauna (Chiarello et al. 2008).

Its shelters or dens are used for resting between activity periods, sleeping, as haven in bad weather, to give birth and rear offspring. They are usually located in banks covered by larger vegetation, greater vertical vegetation cover (VVC), because these environments provide protection from rain, disturbance and other animals (Waldemarin & Colares 2000). Dens are usually located in higher banks, far from the water level, due to the lower flood risk (Pardini & Trajano 1999, Uchôa et al. 2004). Although the otter seems to avoid areas with large concentration of humans (Blacher 1992), Pardini & Trajano (1999) maintained in their work that the otters use areas where forest had been cut and or human disturbance was relatively intense with the same frequency that they use pristine areas; and that the effects of human activities on the sheltering behavior of otters may depend on the size of the disturbed area and existence of preserved areas of appropriate size nearby. The structures of the shelters differ among the species and the kind of aquatic habitat (Chanin 1985) and can be classified as cavity among stones, cavity under tree roots, limestone dissolution cavity, cavity in rocky wall, space among vegetation and excavated burrows (Pardini & Trajano 1999).

Marking sites are conspicuous points in the environment, such as rocks, trunks, roots and banks (Parera 1993, Rocha & Sekiama 2006), where faeces and anal secretion are continuously deposited as a means of territorial marking. The markings of other otter species as *Lontra provocax* (Thomas, 1908), *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) and *Lontra canadensis* (Schreber, 1777) are usually found in areas with less concentrated vegetation, because their visual and scent markings can be better perceived by other individuals (Madsen & Prang 2001, Medina-Vogel et al. 2003). However, individuals of the *L. longicaudis* species, studied by MacDonald & Mason (1987) and Spinola & Vaughan (1995), most often defecate in areas with greater vertical plant cover. The marking sites are commonly located in places with little or no disturbance (Gori et al. 2003), on high banks and far from the water level (Pardini & Trajano 1999, Uchôa et al. 2004).

Factors such as height and distance from the water level, type of structure or substrate, degree of marginal vegetation coverage and degree of disturbance can influence on how often the otters use the shelters and marking sites (Pardini & Trajano 1999). There

is, for now, little information available on the use of shelters and markings by *Lontra* sp. in changed environments by damming up watercourse. These data are limited to works of Pedroso et al. (2004) with *Lutra lutra* around storage dams of some hydroelectric powers in Portugal and others with *L. longicaudis*: Louzada-Silva et al. (2003) along Paranoá lake in Brasília, Federal District of Brazil; Kasper et al. (2004) in an area of implantation of a hydroelectric in Taquari Valley, southern Brazil; J. Quadros (2006 unpublished data) in a hydroelectric on Iguaçu river in Paraná state, southern Brazil. However, this information is needed to help understanding the ecology of the species and to make conservation strategies in changed environments. For this reason, the study aimed to compare and to correlate environmental factors, such as VVC, height and distance from water level, degree of disturbance and type of structure/substrate, with the frequency that otters use shelters and marking sites along the Sapé stream (São Paulo state, Brazil) and around Canoas I hydroelectric reservoir (Paranapanema river valley, São Paulo and Paraná states, Brazil).

## Material and Methods

### 1. Study area

These two studies areas were selected due to the easy accessibility, to the knowledge of otter's existence in the places and for their belonging to the same micro-basin hydrographic. The choice of the Canoas I hydroelectric reservoir derived of its relatively recent time of operation (1998) indicating that otters could be in course of adjustment to the changes of habitat yet. Sapé stream were sorted because it is a relatively preserved environment without large modifications by human activities.

The reservoir lake formed by the hydroelectric power plant Canoas I (50° 31' W and 22° 56' S) is located in the Paranapanema Valley (middle Paranapanema micro-basin) between the cities of Cândido Mota (São Paulo State) and Itambaracá (Paraná state). The power plant has been operating since 1998 and, by using the water flow of the Paranapanema river for energy generation, it has changed the natural water system from a lotic to a semilotic environment. The reservoir occupies an area of 30.85 km<sup>2</sup>, averaging 300 m wide, and it has been widely used for sport fishing. Its bed is sandy with rocky outcroppings and the banks are occupied by pastures, with predominance of grasses and herbaceous plants, such as *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf. There are also some native vegetation remnants of the seasonal semideciduous forest (Atlantic Forest domain) – *Inga* Wild, *Erythrina crista-galli* L., *Psidium guajava* L., *Ficus* L., *Cassia fistula* L. and *Croton urucurana* Baill – and degraded portions with signs of erosion (Duke Energy Brasil 2008). Tilapia (*Oreochromis niloticus*) farming activities were observed in three stretches of the study area. The climate of the region is subtropical, Cfb type, according to the Köppen-Geiger definition, with annual mean temperature of 21 °C and 1,464.9 mm of rainfall.

The Sapé stream (50° 34' 35" W and 22° 24' 53" S) is located approximately 47 km from the Canoas I hydroelectric power plant, in the Southeastern São Paulo state mesoregion, within the limits of the municipality of Paraguaçu Paulista (São Paulo state). The stream belongs to the middle Paranapanema river micro-basin, and covers a 39.7 km<sup>2</sup> area, with an average width of 3 m. At some points, native Cerrado type vegetation predominates, consisting mainly of *Calophyllum brasiliense* Cambess., *Talauma ovata* St. Hil., *Cedrela odorata* L. and *Geonoma schottiana* Mart. Other stretches are flooded, where the stream forms isolated wetlands and some marshes on the banks. The regional climate is the Cwa type, according to Köppen, with annual mean temperature and rainfall of



21 °C and 1100 mm, respectively (Casa de Agricultura de Paraguaçu Paulista – CAPP unpublished data).

## 2. Methodology

The present study was conducted between April 2008 and March 2009. Every two weeks, a 10 km portion was travelled by motor boat and on foot, over two days in each study area, looking for shelters and marking sites used by the otters. These sites were identified by characteristic evidences of the species, such as faeces and anal secretion deposits with characteristics shape, size and odor (Murie 1974). All sites used by the species were numbered, marked in GPS and identified with a marker ribbon.

In order to analyze the amount of vegetation cover, vertical plant cover measurements were taken on the four sides of each location (shelters and marking sites) used by otters. The methodology used was adapted from Freitas et al. (2002).

The measurements were taken 1 m away from the edge of the area used by the species (shelters or marking sites), so that the vegetation quantification shows the local characteristics without including the changes caused by otters, which often remove plants and prevent the development of new seedlings in their area of use (Spinola & Vaughan 1995, Waldemarin & Colares 2000). The VVC percentage was measured with a wooden frame (0.5 × 0.5 m), divided by nylon threads into 100 equal sized-squares. The frame was placed vertically and facing the otter's usage site, at three different heights, in sequence: from zero to 0.5 m (squatting researcher), from 0.5 to 1 m tall (standing researcher with the frame at chest height), and from 1 to 1.5 m (standing researcher with the frame at eye level). The distance between eye and frame was standardized during all measures using the distance of extended arms to avoid that the number of squares showing vegetation to vary (Freitas et al. 2002).

The number of squares covered by leaves and branches were registered at each height (the number of covered squares represents the VVC percentage of the site). With this method was possible to identify the percentage of the location used by otters that couldn't be seen at 1 m away. As the measurements were taken at three different heights on each of the four sides around the use sites, 12 VVC measurements (4 sides × 3 heights) were obtained at each shelter and marking site. For sites marked with scat on trunks partly in the water without any nearby vegetation, the VVC was considered to be zero. The mean values of these measurements were calculated to obtain a single value for each site, and for the statistical analyses, the percentages were transformed into proportion, ranging from zero to one.

The height of each site used by the otters was measured from the water level and the distance in relation to the water was calculated by forming a 90° angle from the central limit of the used area to the edge of the bank (Waldemarin 2004). The degree of disturbance was based on criteria related to human activity and adapted from the method used by Pardini & Trajano (1999): zero represented total absence of disruption (without habitation or trails near the river), 5 represented places without habitation but with trails receiving visitors about 2 days in the week near the river (0-20 m) and 10 indicated highly disruptive activity (inhabited near the river and constantly used by residents) less than 10 m from the area used. Different use sites included within the same 50 m radius were represented by equal degree of disturbance values.

Only the sites continuously used by the otters in this period were considered in the analysis and the measurements were all taken in March 2009 alone, to avoid inconsistencies in the analyses at each site caused by common changes occurring in the vegetation (natural growth, flood or cut by humans), water level, and human activities during the study period.

The shelter structure types were classified into three categories: cavity amidst branches, cavity between rocks and space amidst dense vegetation (Pardini & Trajano 1999). The substrates for marking sites were divided into seven types: grass, bared soil, rock on the bank, rock in the water, platform for fishermen, fallen trunk in the water and fallen trunk on the bank.

Every 15 days, these sites were inspected for recent signs, such as footprints, scat, anal secretion and claw marks on the banks that could indicate use by the species in this period. Faeces and secretion were removed and footprints and claw marks were erased at each inspection to prevent recounting in future inspections. At the end, the frequency of use was estimated (number of times in which recent signs were found divided by 24 – number of inspections per site) for each shelter and marking site in the two environments.

When the variances were not homogeneous, the VVC data were transformed into arcsine, and the height and distance data were log-transformed (log + 1) and the *t*-test was applied. If the variances remained heterogeneous after transformation, the Mann-Whitney test was used for comparisons instead of the *t*-test.

The Spearman correlation coefficient (*rs*) was calculated to test the relationship between the measured variables (VVC, height and distance from the water, degree of disturbance, and type of structure or substrate) with the frequency of shelter and marking site use in the stream and in the reservoir.

## Results

Considering the shelters, 11 sites in use were found around the reservoir, and four in the stream. The VVC values from these sites presented a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the two environments, with higher values around the reservoir (94.45%). There was no significant correlation between the VVC and the frequency of shelter use in the two study areas (Table 1). Regarding the marking sites, 19 were found in use around the reservoir, and nine along the stream. The mean vertical plant cover values were not significantly different ( $p > 0.05$ ) from marking sites around the reservoir (79.25%) and along the stream (75.14%). A positive and significant correlation was detected between the VVC at the marking sites and their frequency of use only for the stream ( $rs = 0.73$ ;  $p < 0.05$ ).

The distance and height of shelters and marking sites in relation to the water were not significantly different between the environments, and there was also not significant correlation between height and distance and frequency of use of the sites (shelter and marking sites) used by otters in the two study areas (Table 2).

Although apparently the average degree of disturbance is higher around the reservoir (6.09) than along the stream (3.25), the statistical analyses showed no differences between the environments. Nevertheless, the correlation between disturbance and frequency of shelter use was positive and remarkable only for the reservoir ( $rs = 0.84$ ;  $p < 0.05$ ). This shows that, in this environment, otters make greater use of burrows near disrupted areas (Table 1). The average degree of disturbance at marking sites around the reservoir (7.53) and along the stream (3.22) was not significantly different. As with the shelters, the correlation between disturbance and frequency of markings was positive and significant only for the reservoir ( $rs = 0.93$ ;  $p < 0.05$ ), indicating that the otters mark more disrupted areas more effectively (Table 2).

As for the structure types, all the shelters along the stream were spaces amidst vegetation, while around the reservoir, most (63.64%) were cavities between branches. The correlation of this variable with the frequency of shelter use was positive and significant only for the reservoir ( $rs = 0.819$ ;  $p < 0.05$ ), showing the otters' preference for a

**Table 1.** Mean values for vertical vegetation cover, height, distance and disturbance degree, and percentages of shelter structure types and their Spearman correlations (rs) with frequency of use along the stream and around the reservoir.

| Variables                     | Means/percentages |               | Frequency of use |           |
|-------------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------|
|                               |                   |               | Rs               |           |
|                               | Stream            | Reservoir     | Stream           | Reservoir |
| Vertical vegetation cover (%) | 69.19 ± 22.01*    | 94.45 ± 5.39* | 0.31             | 0.589     |
| Height (m)                    | 1.6 ± 0.79        | 2.62 ± 2.39   | 0.63             | 0.44      |
| Distance (m)                  | 2.97 ± 2.03       | 5.57 ± 4.23   | 0.63             | 0.3       |
| Disturbance degree            | 3.25 ± 4.72       | 6.09 ± 2.62   | -0.33            | 0.84*     |
| Structure type                |                   |               |                  |           |
| Cavity amidst branches        | 0%                | 63.64%        | 0                | 0.819*    |
| Cavity between rocks          | 0%                | 9.09%         |                  |           |
| Space amidst vegetation       | 100%              | 27.27%        |                  |           |

\* p &lt; 0.05.

**Table 2.** Mean values for vertical vegetation cover, height, distance and disturbance degree, and percentages of substrate types for marking sites and their Spearman correlations (rs) with frequency of use along the stream and around the reservoir.

| Variables                     | Means/percentages |               | Frequency of use |           |
|-------------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------|
|                               |                   |               | Rs               |           |
|                               | Stream            | Reservoir     | Stream           | Reservoir |
| Vertical vegetation cover (%) | 75.14 ± 11.93     | 79.25 ± 15.46 | 0.73*            | -0.23     |
| Height (m)                    | 0.33 ± 0.28       | 0.6 ± 0.58    | -0.01            | -0.01     |
| Distance (m)                  | 0.24 ± 0.5        | 0.42 ± 2.85   | -0.09            | -0.16     |
| Disturbance degree            | 3.22 ± 3.96       | 7.53 ± 2.32   | -0.27            | 0.93*     |
| Substrate types               |                   |               |                  |           |
| Grass                         | 11.11%            | 36.85%        | 0.079            | 0.2       |
| Bare soil                     | 44.45%            | 21.05%        |                  |           |
| Stone on the bank             | 11.11%            | 5.26%         |                  |           |
| Stone in the water            | 0%                | 5.26%         |                  |           |
| Platform                      | 0%                | 31.58%        |                  |           |
| Trunk on the bank             | 11.11%            | 0%            |                  |           |
| Trunk in the water            | 22.22%            | 0%            |                  |           |

\* p &lt; 0.05.

given type of den in this environment (Table 1). The substrate type of the marking sites along the stream was mainly bare soil (44.45%) and around the reservoir, grass (36.85%) and platform for fishermen (31.58%) (Table 2).

## Discussion

The higher VVC for shelters around the reservoir corroborates with Pedroso et al. (2004) who, working around storage dams of some hydroelectric powers in Portugal, found that the existence of refuge for otters depends on the total vegetation availability in the dams. But the fact the VVC for shelters is higher around the reservoir in our study does not mean that this environment has more preserved riparian wood overall, but rather that the favored shelter sites were in a few areas with more preserved vegetation or areas with more grass or herbaceous plant cover, such as *Hyparrhenia* sp., which is abundant in this environment and also provides visual obstruction for the shelters. The otters and their offspring are more vulnerable when resting inside the dens, so these places require greater visual protection (Waldemarin & Colares 2000), especially where there is intense human activity (Chanin 1985). This explains the higher VVC of the shelters around the reservoir, which has greater fishing activity than the stream.

Moreover, the greater need for shelter protection around the reservoir may be related to increased territoriality and intraspecific competition for opportunistic fish capture (fish farms) in a narrow area. It should also be considered that the greater VVC for shelters around the reservoir can be explained by the greater need for protection against climatic adversity (rain, wind and cold) in this more exposed location with little preserved vegetation. In such case, the state of conservation of the riparian forest assumes a greater importance in the immediate surroundings of the shelter than in the opposite margin of it (Kasper et al. 2008).

Otherwise, Miles (1985) states that in natural environments with less human activity, otters are not that demanding in the choice of shelters, and they may even use areas without any protection, which explains the lower vegetation cover of the stream shelters. Alike these results, Mayor-Victoria & Botero-Botero (2010) find greater inclination of the otters to take shelter on banks with lower vegetal coverage along a river in Colombia.

With regard VVC at marking sites, there was no significant difference in the percentage of visual protection between the reservoir and the stream. Nevertheless, the positive correlation between the plant cover of the marking sites and their frequency of use along the stream supports the conclusion that the species marks the territory more often in areas with more plant cover. Similar results were observed by Spinola & Vaughan (1995) in Costa Rica, where sites

used for faeces deposits had greater vegetation cover than those not used. In the study conducted by Quadros & Monteiro-Filho (2002) in the Brazilian Atlantic Forest, more scats were collected along the river with denser and better preserved riparian forest. This indicates a greater defense effort for the most suitable areas for reproduction, rest and rearing offspring.

This result can also be related with the higher population density because a less disturbed environment hosts more individuals and consequently, show more markings. Also, the greater use of marking sites with more VVC in the stream may be due to the decreased territoriality in this less disturbed environment, where food is more spread than in an equivalent stretch of the reservoir, so otters need to cover greater distances in order to find prey.

Pardini & Trajano (1999) in the Betari river (São Paulo State) and Uchôa et al. (2004) in Salto Morato (Paraná State) observed that otters often use shelters that are higher and farther from the watercourse when there is risk of flooding. In this way, the individuals ensure higher conservation for their shelters and longer lasting scent markings. Although the water level varies more throughout the year in a small river, like the Sapé stream, than in a dammed environment (McCartney et al. 2001), this study evidenced no significant differences in height and distance from the water, for both shelters and marking sites, between the reservoir and the stream. This demonstrates that water level differences did not influence the otters' choice for dens and marking sites in terms of height and distance.

With regard to the degree of disturbance, although there is intense human activity around the reservoir, usually related to fisheries and livestock, our findings indicated no significant difference in disruption intensity around the shelters and marking sites between the environments. This is probably because the sites used by otters around the reservoir are situated in areas with smaller disruption variations (from medium to intense), and the sites used along the stream, in areas with greater disruption variation (from null to intense). This high variability between the samples increased the variation coefficient and can be impacted the statistical analyses, making it difficult to detect the significant difference between the environments.

The positive correlation between the degree of disturbance and frequency of den and marking site usage around the reservoir indicates that the animals made greater use of disrupted areas, contrary to the findings by Gori et al. (2003). This is probably due to the ease of finding food, such as fish caught in gill nets in areas with fishermen. Thus, around the reservoir, otters would find it more favorable to establish and mark territory in areas with higher degrees of disturbance. Despite some reports from inhabitants about otters being killed by fishermen, the pressure from this type of hunting is low, so the benefits gained from the proximity to fishing activity outweigh the risk of death.

This demonstrates the animal's high flexibility and adaptability to altered environments, coinciding with the results of Pedrosa et al. (2004), in which have been evidenced that the reservoir has been used by otters through the year because it represented an important and permanent food source while the tributaries of the reservoir supplied shelter and supported their reproduction. On the other hand, we observed that the few human activities along the stream are usually not related to fishing and therefore do not provide greater benefits for the otters to settle in the surroundings.

As for the structure type of shelters around the reservoir, the higher percentage of dens amidst branches and the positive correlation with the frequency of use is associated with the presence of dry twigs and lianas on the banks, characteristic factors of riparian vegetation, which is more widespread in this environment due to less preserved vegetation coverage. For the stream, the fact that only burrows in spaces amidst vegetation were found can be explained by the higher

availability of this structure type in more preserved riparian forest environment. Therefore, the findings from both locations indicate that otters prefer shelters formed by natural cavities that are more readily available in the environment, as reported by Pardini & Trajano (1999) and Kasper et al. (2004).

Regarding the type of substrate for marking sites, the otters showed preference for bare soil along the stream and for grass around the reservoir. This may be due to a scarcity of conspicuous sites, such as stones on the banks, in both environments. According to Spinola & Vaughan (1995), these would be the substrates that the species would most use for depositing faeces and anal secretion. Furthermore, the high percentage of marking sites on platforms for fishermen type substrate around the reservoir can be explained by the advantage these sites in exposing visual and scent markings, as they are located high above the water.

Actually, scat collection and elimination of other otter markings by the researchers may have influenced the deposition of new markings and faeces. Nevertheless, Quadros & Monteiro-Filho (2002) considered that the influence of collecting faeces can be compared to the natural effects caused by rain or tidal washing, especially in tropical environments like this case.

It warrants emphasis that although the same extension (10 km) has been investigated in the two environments, the number of shelters and marking sites found was higher around the reservoir. There are two possible reasons for this. It may be because the otter population is larger in the reservoir than in the stream, or because the otters settle into shorter sections along the watercourse of the reservoir, where they find a greater food supply in fish farm tanks. In the stream, on the other hand, they need to travel farther to find and capture prey. Actually, the fact the number of measures collected in the shelters and marking sites around the reservoir was higher than along the stream may have influenced the results of this study more than the biotic and abiotic factors of the two environments.

According to the results, there is a greater need for visual protection of the otter shelters around the reservoir, where there are possibly more threats, territoriality and climatic adversities. In this environment they also use areas with a higher degree of disturbance, because of the opportunity to capture food from fishermen's nets, and they are more selective about their shelter structure types. Along the stream, the otters preferentially mark areas with greater VVC, probably because of the lower need to establish and evidence their territory. These observations may be related to other physical and biological differences between the environments, which were not identified in the present study. However, like the findings obtained by Kasper et al. (2008), it was apparent that the otters are somewhat adaptable to the environment they live in (natural or altered).

The optimum habitat conditions defined to the otters are: quality of vegetal coverage, availability of shelters and refuges (MacDonald & Mason 1982, Bas et al. 1984), low aquatic pollution and human disturbance (Lunnon & Reynolds 1991, Robitaille & Laurence 2002) and high availability of preys (Kruuk et al. 1993, Beja 1996). Considering these factors, the otters can tolerate the reservoir's conditions because, although the three first requisites shouldn't be as much adequate as in the natural environment, they can be favoured by the opportunistic food capture in this changed environment. Pedrosa et al. (2004) state in their work that the reservoirs provide food to otters through the year, on the contrary of the most watercourses associated to dams, that dry in the greater part of year, consisting in an irregular food source.

The fact that the otters use and tolerate the conditions of the reservoir doesn't mean that the implantation of this structure is benefic for the species, because the environment before the storage dam should be more positive, presenting greater habitat availability

(in lotic system terms) with conditions of refuge and reproduction (Pedroso et al. 2004). Moreover, the species is still somewhat dependent on areas with preserved vegetation, where they can take shelter and procreate (Kasper et al. 2008).

## Acknowledgements

The authors thank Capes for financial support, Fábio Fogaça, Gisele Doratti, Henrique Hortêncio, Isaac Passos Lima and Florisvaldo Bertolla for their helpful reviews on the manuscript, and especially Amadeu dos Santos and Almeriana B. Bertolla dos Santos for their invaluable assistance in the field.

## References

- BAS, N., JENKINS, D. & ROTERY, P. 1984. Ecology of otters in the Northern Scotland: The distribution of otter (*Lutra lutra*) faeces in relation to bankside vegetation on the river Dee in summer 1981. *J. Appl. Ecol.* 21:507-513. <http://dx.doi.org/10.2307/2403425>
- BEJA, P. 1996. An analysis of otter *Lutra lutra* predation on introduced American crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian streams. *J. Appl. Ecol.* 33:1156-1170. <http://dx.doi.org/10.2307/2404695>
- BERTONATTI, C. & PARERA, A. 1994. Lobito de río. Nuestro Libro Rojo, Fundación Vida Silvestre, Argentina. Ficha no.34. 2p.
- BLACHER, C. 1992. A lontra: aspectos de sua biologia, ecologia e conservação. Ibama; UFSC, Florianópolis.
- CHANIN, P. 1985. The natural history of otters. Croom Helm, Australia.
- CHIARELLO, A.G., AGUIAR, L.M.S., CERQUEIRA, R., MELO, F.R., RODRIGUES, F.H.G. & SILVA, V.M. 2008. Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil. In Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção (A.B.M. Machado, G.M. Drummond & A.P. Paglia, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, v.2, p.681-702.
- CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA – CITES. version 2008. <http://www.cites.org/eng/app/appendices.html> (último acesso em 11/16/2009).
- DUKE ENERGY BRASIL. Usinas. Canoas i. [http://www.duke-energy.com.br/usinas/uhe\\_canoas\\_i.asp](http://www.duke-energy.com.br/usinas/uhe_canoas_i.asp) (último acesso em 05/26/2009).
- EISEMBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics. The University of Chicago Press, Chicago.
- FONSECA, G.A.B., RYLANDS, A.B., COSTA, C.M.R., MACHADO, R.B. & LEITE, Y.L.R. 1994. Livro Vermelho dos Mamíferos Brasileiros Ameaçados de Extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- FREITAS, S.R., CERQUEIRA, R. & VIEIRA, M.V. 2002. A device and standard variables to describe micro-habitat structure of small mammals based on plant cover. *Braz. J. Biol.* 62(4):795-800. PMID:12659030.
- GORI, M., CARPANETO, G.M. & OTTINO, P. 2003. Spatial distribution and diet of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* in the Ibera Lake (northern Argentina). *Acta Theriol.* 48(4):495-504. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03192495>
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. version 2010.2. <http://www.iucnredlist.org> (último acesso em 08/01/2010).
- KASPER, C.B., FELDENS, M.J., SALVI, J. & GRILLO, H.C.Z. 2004. Estudo preliminar sobre a ecologia de *Lontra longicaudis* (Olfers) (Carnivora, Mustelidae) no Vale do Taquari, Sul do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21(1):65-72. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000100012>
- KASPER, C.B., BASTAZINI, V.A.G., SALVI, J. & GRILLO, H.C.Z. 2008. Trophic ecology and the use of shelters and latrines by the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) in the Taquari Valley, Southern Brazil. *Iheringia, Ser. Zool.* 98(4):469-474.
- KRUUK, H.D., CARSS, N., CONROY, J.W. & DURBIN, L. 1993. Otter (*Lutra lutra*) numbers and fish productivity in two rivers in north-east Scotland. *Sym. Zool. S.* 65:171-191.
- LOUZADA-SILVA, D., VIEIRA, T.M., CARVALHO, J.P., HERCOS, A.P. & SOUZA, B.M. 2003. Uso de espaço e de alimento por *Lontra longicaudis* no lago Paranoá, Brasília, DF. *Univ. Cienc. Saude.* 1(2):305-316.
- LUNNON, R.M. & REYNOLDS, J.D. 1991. Distribution of the otter *Lutra lutra* in Ireland, and its value as an indicator of habitat quality. In *Bioindicators and Environmental Management*. (D.W. Jeffrey & B. Madden, eds). Academic Press Limited, London, p.435-443.
- MCCARTNEY, M.P., SULLIVAN, C. & ACREMAN, M.C. 2001. Ecosystem impacts of large dams. IUCN/UNEP/WCD. (Background paper, no.2).
- MACDONALD, S.M. & MASON, C.F. 1982. The otter *Lutra lutra* in central Portugal. *Biol. Conserv.* 22:207-215. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207\(82\)90070-2](http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207(82)90070-2)
- MACDONALD, S.M. & MASON, C.F. 1987. Seasonal marking in an otter population. *Acta Theriol.* 32(27):449-462.
- MADSEN, A.B. & PRANG, A. 2001. Habitat factors and the presence or absence of otters *Lutra lutra* in Denmark. *Acta Theriol.* 46(2):171-179. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03192426>
- MAYOR-VICTORIA, R. & BOTERO-BOTERO, A. 2010. Uso del hábitat por la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) em la zona baja del río Roble, Alto Cauca, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.* 14(1):121-130.
- MEDINA-VOGEL, G., KAUFMAN, V.S., MONSALVE, R. & GOMEZ, V. 2003. The influence of riparian vegetation, woody debris, stream morphology and human activity on the use of rivers by southern river otters in *Lontra provocax* in Chile. *Oryx.* 37(4):422-430. <http://dx.doi.org/10.1017/S0030605303000784>
- MILES, H. 1985. The track of the wild otter. Elm Tree Books, London.
- MURIE, O. 1974. A field guide to animal tracks. Houghton Mifflin Company, Boston.
- PARDINI, R. & TRAJANO, E. 1999. Use of shelters by the neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in an Atlantic Forest stream, southeastern Brazil. *J. Mammal.* 80(2):600-610. <http://dx.doi.org/10.2307/1383304>
- PARERA, A. 1993. The Neotropical river otter *Lutra longicaudis* population in Ibera lagoon, Argentina. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin.* 8:13-16.
- PEDROSO, N., SANTOS-REIS, M. & VASCONCELOS, L. 2004. O Uso de Grandes Barragens pela Lontra no Alentejo. *Rev. Biol.* 22:211-224.
- QUADROS, J. & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. 2002. Sprainting sites of the Neotropical otter *Lontra longicaudis*, in an atlantic forest area of southern Brazil. *Mastozool. Neotrop.* 9(1):39-46.
- REDFORD, K.H. & EISENBERG, J.F. 1992. Mammals of the Neotropics: the Southern Cone, Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press, Chicago, v.2.
- ROBITAILLE, J.F. & LAURENCE, S. 2002. Otter, *Lutra lutra*, occurrence in Europe and in France in relation to landscape characteristics. *Anim. Conserv.* 4:337-344.
- ROCHA, V.J. & SEKIAMA, M.L. 2006. Mamíferos do Parque Estadual Mata dos Godoy. In *Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy* (J.M.D. Torezan, org.). Itedes, Londrina, p.138-151.
- ROSAS, F.C.W., COLARES, E.P., COLARES, I.G. & SILVA, V.M.F. 1991. Mamíferos aquáticos da Amazônia brasileira. In *Bases científicas para o estabelecimento de estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas* (A.L. Val, R. Figliuolo & E. Feldsberg, eds). v.1, p.405-411.
- ROSAS, F.C.W. 2004. Lontra, *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae). In *História natural, ecologia e conservação de algumas espécies de plantas e animais da Amazônia* (R. Cintra, org.). EDUA, INPA, FAPEAM, Manaus, p.261-264.
- SOLDATELI, M. & BLACHER, C. 1996. Considerações preliminares sobre o número e distribuição espaço/temporal de sinais de *Lutra longicaudis* (Olfers, 1818) (Carnivora: Mustelidae) nas lagoas da Conceição e do Peri, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Biotemas.* 9:38-64.



- SPINOLA, R.M. & VAUGHAN, C. 1995. Abundancia relativa y actividad de marcaje de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en Costa Rica. Vida Silvestre Neotropical. 4(1):38-45.
- UCHÔA, T., VIDOLIN, G.P., FERNANDES, T.M., VELASTIN, G.O. & MANGINI, P.R. 2004. Aspectos ecológicos e sanitários da lontra (*Lontra longicaudis* OLFERS, 1818) na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Cad. Biodivers. 4(2):19-28.
- WALDEMARIN, H.F. 2004. Ecologia da lontra neotropical (*Lontra longicaudis*), no trecho inferior da bacia do rio Mambucaba, Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- WALDEMARIN, H.F. & COLARES, E.P. 2000. Utilization of resting sites and dens by the Neotropical river otter (*Lutra longicaudis*) in the south of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. IUCN Otter Specialist Group Bulletin. 17(1):14-19.

Received 11/12/2011

Revised 04/03/2012

Accepted 31/03/2012

## Cetaceans registered on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil

Renata Lúcia Guedes Batista<sup>1,2,5</sup>, Alexandre Schiavetti<sup>2,3</sup>,

Urânia Amaral dos Santos<sup>2</sup> & Maria do Socorro Santos dos Reis<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Fundação Mamíferos Aquáticos, Hospital Veterinário, Faculdade Pio Décimo,  
Av. Tancredo Neves, Aracaju, SE, Brasil

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa em Mamíferos Aquáticos de Ilhéus, Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC,  
Rod. Ilhéus-Itabuna, Km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, BA, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC,  
Rod. Ilhéus-Itabuna, Km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, BA, Brasil

<sup>4</sup>Instituto Mamíferos Aquáticos, Rua dos Radioamadores, 73, CEP 41741-080, Salvador, BA, Brasil

<sup>5</sup>Corresponding author: Renata Lúcia Guedes Batista, e-mail: renattaguedes@hotmail.com

BATISTA, R.L.G., SCHIAVETTI A., SANTOS, U.A. & REIS, M.S.S. **Cetaceans registered on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn00312012012>

**Abstract:** Stranded cetaceans have scientific value and may confirm the occurrence of some species or indicate their geographical distribution in an area. The collection of biological material can also contribute to improve the knowledge of the species or populations inhabiting certain areas. This study aimed to record live or dead cetaceans found ashore along the coast of Ilhéus, Bahia State, northeastern Brazil. Data were collected through a campaign called “SOS strandings, whales, porpoises and dolphins.” Between 1997 and 1999 three hundred posters and five hundred folders were distributed to beach huts, shops, fishing associations and settlements, the city’s municipal government, the Brazilian Environmental Agency (IBAMA) and fire stations. During this campaign, which lasted until 2007 it was possible to record 38 cetaceans of ten species on the coast of Ilhéus: *Physeter macrocephalus*, *Megaptera novaeangliae*, *Globicephala macrorhynchus*, *Orcinus orca*, *Peponocephala electra*, *Stenella clymene*, *Feresa attenuata*, *Ziphius cavirostris*, *Steno bredanensis* and *Sotalia guianensis*. The greatest numbers of records were observed between 2000 and 2003, which was the period after the distribution of banners and posters. The majority of the carcasses were recovered near the city downtown area (<10 km) and there was not a relationship between the state of the carcasses and the distance from that area.

**Keywords:** occurrence, strandings, marine mammals, educational campaigns.

BATISTA, R.L.G., SCHIAVETTI A., SANTOS, U.A. & REIS, M.S.S. **Cetáceos registrados na costa de Ilhéus (Bahia), nordeste do Brasil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn00312012012>

**Resumo:** Cetáceos encalhados tem valor científico e podem confirmar a ocorrência de algumas espécies ou indicar a sua distribuição geográfica em uma área. A coleta de material biológico também pode contribuir para ampliar o conhecimento das espécies ou populações que ocorrem em uma determinada região. Este estudo teve como objetivo registrar cetáceos encalhados vivos ou mortos no litoral de Ilhéus, Bahia, nordeste do Brasil. Os dados foram coletados através de uma campanha chamada “SOS encalhes, baleias, botos e golfinhos.” Entre 1997 e 1999, trezentos cartazes e quinhentos folders foram distribuídos em cabanas de praia, estabelecimentos comerciais, associações de pescadores e colônias de pesca, prefeitura municipal da cidade, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o corpo de bombeiros. Com esta campanha, que durou até o ano 2007, foi possível registrar 38 cetáceos de dez espécies na costa de Ilhéus: *Physeter macrocephalus*, *Megaptera novaeangliae*, *Globicephala macrorhynchus*, *Orcinus orca*, *Peponocephala electra*, *Stenella clymene*, *Feresa attenuata*, *Ziphius cavirostris*, *Steno bredanensis* e *Sotalia guianensis*. O maior número de registros ocorreu entre os anos de 2000 e 2003, que foi o período após a distribuição de folders e cartazes. A maior ocorrência de encalhes foi em áreas próximas ao centro da cidade (<10 km) e não houve uma relação entre o estado das carcaças e a distância do centro da cidade.

**Palavras-chave:** ocorrência, encalhes, mamíferos marinhos, campanhas educativas.

## Introduction

The conservation of marine mammals requires knowledge of many aspects of their biology, including causes and rates of mortality. Cetacean mortalities are the result of natural events (e.g., strandings, disease, birth defects) and human activities, including intentional (e.g., hunting, captures for display in oceanaria) and unintentional events (e.g., incidental capture in fishing gear, collisions with boats, direct and indirect effects of pollution) (Kemper et al. 2005).

The existence of some marine mammal species is known only from strandings, such as the distribution of some species of beaked whales (Heyning 1989, Mead 1989) worldwide and *Pseudorca crassidens* in Brazil (Andrade et al. 2001). Another poorly known species in Brazil is the pygmy killer whale, *Feresa attenuata*. For this species information come from only two strandings, one in the southeastern (Zerbini & Santos 1997) and another on the northern coasts (Magalhães et al. 2007), and one sighting in the northeastern region (Rossi-Santos et al. 2006). Stranded animals can also provide biometric data, osteological material and parasite data, which can contribute to the improve knowledge of the species, can help to understand how anthropic activities affect local populations and can help to identify peaks and locations of mortality. All this information can be useful for conservation efforts (Norman et al. 2004). Other examples include the work by Pinedo (1982) who provided a description of the diet of *Pontoporia blainvillei* and *Tursiops truncatus* using the carcasses found at the beach in southern Brazil and by Meirelles & Barros (2007) who reported the ingestion of plastic and the presence of ulcers in the stomach of a rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) found stranded alive in northeastern Brazil.

In Brazil, a governmental organization (Centro Mamíferos Aquáticos - CMA) currently a branch of the Instituto Chico Mendes (ICMBio) established a Marine Mammal Stranding Network in Northeastern Brazil (REMANE) in 1999. This network was created by the Ordinance Nº 39, June 28, 2000 and included a document titled "Protocol of Conduct for Strandings of Marine Mammals" developed with the intent to assist and standardize the technical procedures relating to the handling, recovery or sampling of animals found alive and dead along the shore (Instituto... 2005).

To date, 21 species of cetaceans have been found ashore in Bahia. *Megaptera novaeangliae*, *Sotalia guianensis* and *Stenella clymene* are the most frequently recorded (Veloza 2007). *Grampus griseus* (Nogueira 2000) and *Mesoplodon layardii* (Nogueira & Nunes 2005) corresponded to the first occurrence of these species along the northeastern coast of Brazil and the discovery of a group of *Peponocephala electra* represented the first mass stranding registered in the South Atlantic (Lodi et al. 1990).

The aim of this study was to document the occurrence of cetaceans stranded on the coast of Ilhéus, northeastern Brazil, through educational campaigns, distribution of posters and of leaflets. Thus our intent was to contribute to improve the knowledge of the species found ashore and to show the importance of such campaigns to increase our efficiency in responding to strandings, particularly the ones involving living (which required veterinary aid) or dead animals in fresh conditions (which require collection of biological material before decomposition precluded further studies).

## Material and Methods

The city of Ilhéus is located on the southern coast of Bahia (between 39° 00' W and 39° 30' W, and 14° 20' S and 15° 00' S), northeastern Brazil. It has approximately 80 km of coastline (between the Sargi and Acuípe Rivers from north to south), and an average continental shelf width of 8 km (Reuss-Strenzel & Asuncion 2008). It has two estuaries, the main one being the Bay of Pontal (14° 48' S

and 39° 02' W) with 40 km<sup>2</sup>, formed by the junction of the Cachoeira, Fundação and Santana Rivers (Santos et al. 2010), which divide the city into two parts: the southern and northern area. The areas closer to the mouth of the estuary have no vegetation and make up the urban area. Mangroves are also found inside the estuary and river arms (Moraes 2010).

A total of 300 instructional posters and 500 folders with contact information in case of a stranding were distributed through a campaign called "SOS stranding: whales, estuarine dolphins and dolphins", which began in November 1997 and ended in 1999; data collection began with the start of the campaign and ended in 2007. When an animal was found, a visual analysis was carried out to search for wound marks (e.g. from fishing nets, harpoons, knives, etc.), scars and parasites. Species identification was made according to Jefferson et al. (1993), and biometric measurements were taken according to standard measures from Norris (1961).

In the event of live animal strandings, we provided first aid according to the protocol established by the Northeast Marine Mammal Stranding Network (REMANE) of CMA (Instituto... 2005). Whenever necessary, we applied doses of Dexamethasone (glucocorticoid) by intramuscular injection as an anti-shock therapy (to reduce stress during the stranding) according to the estimated weight of the animal. In the event of dead animal strandings, each carcass was classified with a code ranging from one to five according to its status; living animal was classified as CODE 1 and a mummified carcass as CODE 5 (Geraci & Lounsbury 1993) and were subsequently macerated and cleaned at the Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). All material collected was cataloged in the Alexandre Rodrigues Ferreira mammals collection (CMARF) at UESC and all records, whether the carcasses were collected or not, were reported to the Instituto Mamíferos Aquáticos (IMA) in accordance with the REMANE.

The monitored area was divided into four area categories (<10, 10-20, 20-30, >30 km) according to the distance from the center of town, both to the north and to the south. A correlation analysis was conducted to assess if there was a relationship between the distance from the town center to the area where the animal was stranded and the state of the carcasses at the time investigators arrived on the site.

## Results and Discussion

After the initial poster distribution period, the reporting of stranded/beached cetaceans increased, reaching a peak during the period between 2000 and 2003. Afterwards, the stranding records decreased until our monitoring work was completed in 2007 (Figure 1).

During the period from 1997 to 2007 a total of 38 cetaceans of 10 species were recorded along 67 km of Ilhéus's monitored coast. Of the 38 stranded animals, eight were found alive (Table 1). According to (Ministério... 2003) and IUCN (International... 2010), one species was listed as vulnerable (VU): *Physeter macrocephalus* (n = 3); five species presented a least concern status (LR/cd): *Peponocephala electra* (n = 1); *Globicephala macrorhynchus* (n = 1); *Megaptera novaeangliae* (n = 6); *Steno bredanensis* (n = 2) and *Ziphius cavirostris* (n = 3) and four species were categorized as Data Deficient (DD): *Orcinus orca* (n = 1); *Stenella clymene* (n = 1); *Feresa attenuata* (n = 1) and *Sotalia guianensis* (n = 17). For two individuals (*Balaenoptera*) identification was only possible to the genus level. These records are described below:

*Physeter macrocephalus* (Linnaeus 1758) – This species has a cosmopolitan distribution from the tropics to the Polar Regions (Rice 1989, Jefferson et al. 1993). In Ilhéus, individual CCPMIOS-004 was stranded on March 16<sup>th</sup>, 1998, had no tail flippers and presented

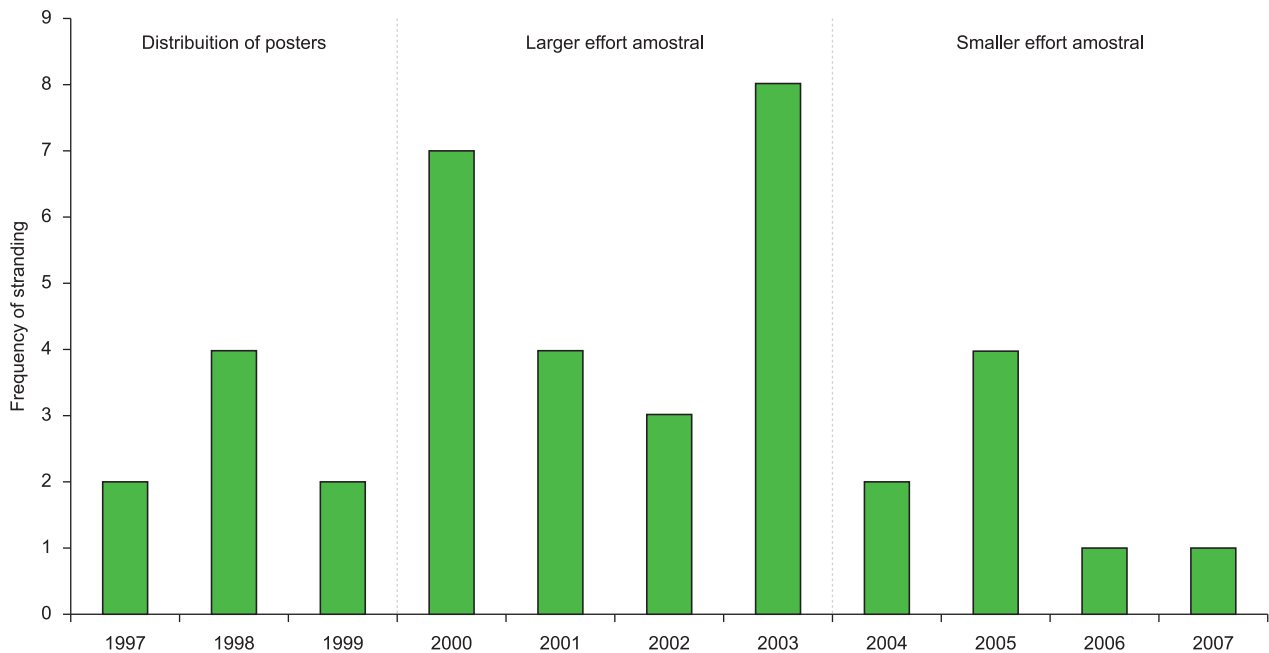
**Table 1.** Records of stranded cetaceans on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil.**Tabela 1.** Registro de encalhe de cetáceos na costa de Ilhéus (Bahia), nordeste do Brasil.

| Species                 | Date     | Nº encalhe (IMA) | Nº tombo (UESC) | State | TL (cm) | Local (Praia)                                   | Code |
|-------------------------|----------|------------------|-----------------|-------|---------|-------------------------------------------------|------|
| <i>Balaenoptera</i> sp. | 05/10/97 | CCPMIOS 01       |                 | Dead  | -       | Mamoan (Norte)                                  | 3    |
|                         | 12/08/05 | CCPMIOS 38       |                 | Dead  |         | Olivença (Sul)                                  | 5    |
| <i>Z. cavirostris</i>   | 25/11/97 | CCPMIOS 02       | ZUESC 01        | Dead  | 590     | Águas de Olivença (Sul)                         | 3    |
|                         | 29/01/00 | CCPMIOS 11       | ZUESC 09        | Dead  | -       | Mar e Sol 14.6691° S and 39.0616° W             | 5    |
|                         | 06/02/04 | CCPMIOS 32       | ZUESC 17        | Dead  | 500*    | Olivença (Sul) 15.5000° S and 39.1203° W        | 3    |
| <i>S. bredanensis</i>   | 26/02/98 | CCPMIOS 03       | ZUESC 02        | Dead  | -       | Águas de Olivença (Sul)                         | 3    |
|                         | 07/06/01 | CCPMIOS 18       | ZUESC 14        | Dead  | -       | Ponta do Ramo (Norte) 14.8303° S and 39.0218° W | 5    |
| <i>P. macrocephalus</i> | 16/03/98 | CCPMIOS 04       |                 | Dead  | 372*    | Jd Atlântico (Sul)                              | 2    |
|                         | 02/01/05 | CCPMIOS 35       |                 | Dead  | 736     | Ponta do Ramo (Norte) 14.6088° S and 39.0530° W | 2    |
|                         | 26/06/07 | CCPMIOS 44       |                 | Dead  | *1500   | Acuípe (Sul)                                    | 4    |
| <i>S. guianensis</i>    | 25/06/98 | CCPMIOS 05       | ZUESC 03        | Dead  | 209     | Baia do Pontal (Centro)                         | 2    |
|                         | 11/12/98 | CCPMIOS 06       | ZUESC 04        | Dead  | 186     | AABB (Sul)                                      | 3    |
|                         | 27/03/99 | CCPMIOS 07       | ZUESC 05        | Dead  | 186     | São Domingos (Norte)                            | 4    |
|                         | 29/01/00 | CCPMIOS 09       | ZUESC 07        | Dead  | -       | São Miguel (Norte)                              | 5    |
|                         | 00/02/00 | CCPMIOS 10       | ZUESC 08        | Dead  | -       | Olivença (Sul)                                  | 5    |
|                         | 22/10/00 | CCPMIOS 14       | ZUESC 11        | Dead  | 181     | Praia do Sul                                    | 2    |
|                         | 28/10/00 | CCPMIOS 15       | ZUESC 12        | Dead  | 194     | Jd Atlântico (Sul)                              | 2    |
|                         | 18/11/00 | CCPMIOS 16       | ZUESC 13        | Dead  | 196*    | Mar e sol (Norte) 14.6691° S and 39.0616° W     | 5    |
|                         | 22/02/01 | CCPMIOS 17       |                 | Dead  | 160*    | Praia do Pontal (Sul)                           | 5    |
|                         | 09/12/01 | CCPMIOS 20       |                 | Alive | 147     | Litoranea (Norte) 14.7421° S and 39.0597° W     | 1    |
|                         | 02/01/02 | CCPMIOS 21       |                 | Dead  | 158     | Marciano (Norte)                                | 2    |
|                         | 02/01/02 | CCPMIOS 22       |                 | Dead  | -       | Marciano (Norte)                                | 2    |
|                         | 18/02/03 | CCPMIOS 24       |                 | Dead  | 162     | Praia do Sul                                    | 2    |
|                         | 28/02/03 | CCPMIOS 26       |                 | Alive | 120     | Rio Cachoeira 14° 47' S and 039° 06' W          | 1    |
|                         | 28/02/03 | CCPMIOS 27       |                 | Alive | 150     | Rio Cachoeira 14° 47' S and 039° 06' W          | 1    |
|                         | 21/04/05 | CCPMIOS 36       |                 | Dead  | 207     | Rio Santana                                     | 2    |
|                         | 11/03/06 | CCPMIOS 43       |                 | Dead  | 165     | Baia do Pontal (Centro)                         | 4    |
| <i>M. novaeangliae</i>  | 07/07/99 | CCPMIOS 08       |                 | Dead  | 444     | Águas de Olivença (Sul)                         | 2    |
|                         | 14/09/01 | CCPMIOS 19       |                 | Dead  | -       | Cururupe (Sul)                                  | 2    |
|                         | 04/09/03 | CCPMIOS 30       |                 | Dead  | -       | Soares Lopes (Centro)                           | 4    |
|                         | 21/09/03 | CCPMIOS 31       |                 | Alive | 389     | Olivença (Sul)                                  | 1    |
|                         | 25/08/04 | CCPMIOS 34       |                 | Alive | 443     | Litoranea (Norte) 14.7421° S and 39.0597° W     | 1    |
|                         | 16/10/05 | CCPMIOS 40       |                 | Dead  | 347     | Olivença (Sul)                                  | 2    |
| <i>G. macrorhynchus</i> | 17/10/00 | CCPMIOS 13       | ZUESC 10        | Dead  | 250     | Ponta do Ramo (Norte) 14.6088° S and 39.0530° W | 2    |
| <i>S. clymene</i>       | 19/11/02 | CCPMIOS 23       | ZUESC 15        | Alive | 179     | Litoranea (Norte) 14.7421° S and 39.0597° W     | 1    |
| <i>F. attenuata</i>     | 27/02/03 | CCPMIOS 25       | ZUESC 16        | Dead  | 124*    | Olivença (Sul)                                  | 5    |
| <i>P. electra</i>       | 14/03/03 | CCPMIOS 28       |                 | Dead  | 172     | Litoranea (Norte)                               | 2    |
| <i>O. orca</i>          | 17/07/03 | CCPMIOS 29       |                 | Alive | -       | Espigão (Centro) 14.7848 S and 39.0253 W        | 1    |

\*Estimated length of the animal due to the advanced state of decomposition, **Nº encalhe (IMA)** – Record of stranding from the Instituto Mamíferos Aquáticos (IMA). CCPMIOS (Coleção Científica Projeto MAMA Ilhéus), **Nº tombo (UESC)** – Record number of osteological material deposited in the Alexandre Rodrigues Ferreira mammal collection, at Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). ZUESC (Zoologia Universidade Estadual de Santa Cruz), **STATE** – state of the animal in the time of the stranding, **TL** – Total length, **CODE** – Decomposition state of the carcass according to the classification of Geraci & Lounsbury (1993).

\*Comprimento estimado do animal em avançado estado de decomposição, **Nº encalhe (IMA)** – Registro de encalhe do Instituto Mamíferos Aquáticos (IMA), CCPMIOS (Coleção Científica Projeto MAMA Ilhéus), **Nº tombo (UESC)** – Número de registro do material osteológico depositado na coleção de mamíferos Alexandre Rodrigues Ferreira da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). ZUESC (Zoologia Universidade Estadual de Santa Cruz), **Estado** – Estado do animal no momento do encalhe, **TL** – Comprimento total, **CODE** – Estado de decomposição da carcaça de acordo com a classificação Geracy & Lounsbury (1993).





**Figure 1.** Temporal distribution of the records of stranded cetaceans on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil, during and after the campaign “SOS stranding: whales, estuarine dolphins and dolphins”.

**Figura 1.** Distribuição temporal dos registros de encalhe de cetáceos na costa de Ilhéus, nordeste, Brasil, durante e depois da campanha “SOS encalhe baleias, botos e golfinhos”.

several shark bites (non-identified) along its body. The carcass was taken to the dump (no biological material was collected). The individual CCPMIOS-35, found on the Ponta do Ramo beach on January 2<sup>nd</sup>, 2005, presented rounded bite marks of the shark *Isistius* spp. (Jones 1971) that were already healed and another set of unhealed bite marks from a non-identified species of shark. The carcass was buried on site (no biological material was collected). Individual CCPMIOS-44 was found on Acuípe beach on June 26<sup>th</sup>, 2007 (with the head separated from the body) and was also buried on the beach without collection of biological material. In Brazil, strandings of this species occur from the region of Pará (north) to Rio Grande do Sul (south), with a higher incidence in the northeast coast (Ramos et al. 2001).

*Megaptera novaeangliae* (Borowski 1781) – This is a cosmopolitan species that occurs in all oceans of both hemispheres and migrates between winter breeding grounds and summer feeding destinations. It is more likely to occur in coastal waters on the continental shelf (Jefferson et al. 1993). Five individuals stranded in Ilhéus were calves, measuring 347 cm (CCPMIOS-40), 389 cm (CCPMIOS-31), 443 cm (CCPMIOS-34) and 444 cm (CCPMIOS-08). One individual (CCPMIOS-19) was not measured because the fluke was lacking. This whale was considered a neonate as it presented vestiges of the umbilical cord. The individuals CCPMIOS-31 and CCPMIOS-34 presented unidentified ectoparasites on the body. Individual CCPMIOS-19, stranded on September 14<sup>th</sup>, 2001 on the beach of Cururupe, was killed by a local fisherman with heavy knife stabs. These individuals were arrested, taken to trial and served time assisting Instituto Mamíferos Aquáticos. All the carcasses of humpback whales were buried on the beach.

Sightings and strandings of humpback whales are common along the northeastern coast of Brazil (Lodi 1994, Simões et al. 2005, Danilewicz et al. 2008) because this region corresponds to the main breeding ground for the western South Atlantic humpback whale population. The calves stranded had lengths between 347 and 444 cm. According to Clapham et al. (1999), humpback whale calves are 396

to 457 cm in length at birth. The cause of stranding of newly born calves (alive and dead) is still not known. These records confirm the area as a calving ground for the species and the observed increase in the number of stranded whales can be a consequence of the recovery observed for this population. According to Morete (2007), from 1998 to 2003, there was poor evidence of the abundance of calves in Abrolhos, Brazil northeast. However in 2004 there was an increase on sightings of calves.

*Globicephala macrorhynchus* (Gray 1846) – This species is founded in every ocean in deep waters of temperate or tropical regions throughout the world (Jefferson et al. 1993). The individual CCPMIOS-10 was found in Ilhéus at Ponta do Ramo on October 17<sup>th</sup>, 2000, presented round injuries resulting from *Isistius* spp. (Jones 1971) bites that were already healed. We found two types of parasites; both in the eyes and the blowhole. Haney et al. (2004) identified them as two new records of parasites for the species: *Isocyamus delphinii* and *Syncyamus ilheusensis*, the last of which was recorded as a new species for the family Cyamidae.

*Orcinus orca* (Linnaeus 1758) – This is considered to be a cosmopolitan species that occurs in all seas and oceans from the North to the South Pole, but is more common in temperate oceanic and sub-polar waters (Jefferson et al. 1993). On July 17<sup>th</sup>, 2003 a female stranded alive on the beach of Espigão (CCPMIOS-29) in Ilhéus. The animal stranded on a rocky beach and due to tidal conditions had to be returned to the water, avoiding the risk of being injured on the rocks, but it was found stranded again the following day. Once more the animal was returned to the water by local inhabitants and was not seen again. This is the first documented occurrence of a live stranding of a killer whale along the northeastern coast of Brazil. The species is poorly known on the Brazilian coast where strandings and opportunistic sightings are the main sources of information (Santos & Ferreira Netto 2005).

*Peponocephala electra* (Gray 1846) – This species is distributed between 40° N and 35° S, usually in temperate and tropical oceanic waters (Jefferson et al. 1993). In Ilhéus, the individual CCPMIOS-28

was stranded on March 14<sup>th</sup>, 2003 on the northern coast. The individual presented *Isistius* spp. (Jones 1971) bite marks that were already healed; the carcass was buried on the beach (no biological material was collected). Mass strandings of this species have been documented in Brazil; the first was in the northeastern region of the state of Bahia (Lodi et al. 1990). Subsequent records of this species along the Brazilian coast have been made on the island of Fernando de Noronha (Hetzl & Lodi 1993) and in the northeastern states of Alagoas (Fragoso et al. 1994), Ceará (Alves Junior et al. 1996), Sergipe (Serra et al. 2000) and Rio Grande do Norte (Medeiros 2003), and the southeastern state of Espírito Santo (Gasparini & Sazima 1996).

*Stenella clymene* (Gray 1850) – This species is usually found in the tropical and sub-tropical Atlantic ocean such as the Caribbean and the Gulf of Mexico (Jefferson et al. 1993). A live stranding was recorded on the northern beach of Ilhéus on November 19<sup>th</sup>, 2002. Upon our arrival, the animal had already been transferred to the estuary of Almada's river by the local population. It was then decided to transfer the animal for rehabilitation, but the animal died on site. The cause death is unknown. Injuries observed on the body were caused by collisions with rocks upon stranding. As yet unidentified parasites were recovered in the blowhole. They were collected and stored along with the skeleton in the lab UESC (ZUESC-18).

*Feresa attenuata* (Gray 1874) – This species has been documented in sub-tropical and tropical waters (Donahue & Perryman 2002). In Ilhéus, the individual (CCPMIOS-025), measuring nearly 1.20 m, was found dead on Olivenças' beach on February 27<sup>th</sup>, 2003. After cleaning the skeleton, it was possible to confirm the species using the methods of Jefferson et al. (1993). This individual was young as judged by its small size, hollow teeth and unfused the bone of the skull. Its skeleton is in UESC (ZUESC-16). This is the first record of stranding of this species on Bahia's coast and the third record in Brazil.

Information about *Feresa attenuata* along the coast of the Brazil is still very limited. There were only two strandings and one sighting. A 2.3 m long female was found ashore in Mongaguá beach, southeastern Brazil. Its stomach contained beaks of *Loligo plei*, a relatively coastal species, suggesting that the animal had foraged close to the shore before stranding (Zerbini & Santos 1997). The second stranding was recorded in Maranhão, northeastern Brazil (Magalhães et al. 2007). Finally, a group of six individuals was seen 7.5 nautical miles from shore in off Praia do Forte on the north-eastern Brazilian coast (Rossi-Santos et al. 2006).

*Ziphius cavirostris* (Cuvier 1823) – This species is known as the most cosmopolitan of the beaked whales and is found in deep waters across all oceans (Heyning 1989, Jefferson et al. 1993). Individual CCPMIOS-02, was found ashore near Olivença on November 25<sup>th</sup>, 1997, was missing the left eye and presented a deep round wound in the dorsal fin. This wound could have been caused by a firearm because the edge of the hole was circular in shape with regular edges 20 mm in diameter, which is different from a harpoon hole that has 4 to 6 mm in diameter. Its carcass was taken and listed at UESC (ZUESC-01). The skeleton of another individual (CCPMIOS-11) was found on the beach Mar e Sol on March 18<sup>th</sup> and placed at the UESC collection (ZUESC-11). A third individual (CCPMIOS-32) was found on the beach of Olivença on February 6<sup>th</sup>, 2004 was also placed at UESC (ZUESC-17) but was subsequently donated to Instituto Baleia Jubarte.

According to Heyning (1989), *Ziphius cavirostris* is the most common beaked whale and is often found ashore throughout its range. The records of this species described above, among beaked whales, the most common recorded stranding; this indicates that it is probably

not as rare as originally thought. Also these numbers could reflect a distribution of this species closer to the shore of the Brazilian coast.

*Steno bredanensis* (Lesson 1828) – This species occurs in temperate and tropical oceans (Jefferson et al. 1993). In Ilhéus, the skeletons of the two specimens were found on the beach. The first (CCPMIOS-03) was found Águas de Olivença on January 26<sup>th</sup>, 1998 and the second (CCPMIOS-18) on the northern coast on June 7<sup>th</sup>, 2001. Both were identified by their skull and teeth and deposited in UESC (ZUESC-02 and ZUESC-14).

*Sotalia guianensis* (van Benédén 1864) – This is a coastal species that ranges from Honduras to Florianópolis in Brazil (Borobia et al. 1991, Silva & Best 1994). From 1998 to 2006, 17 strandings from the south beach to the north coast of Ilhéus were reported. Of the total number of stranded animals, 69% presented evidence of human interaction, 33.33% were found without one of their eyes and one individual (CCPMIOS-07) was found without its genitals. Individual CCPMIOS-09 was found with its cranium broken and some knife marks on its bones. On January 2<sup>nd</sup>, 2002, according to locals, two animals stranded together (CCPMIOS-21 and 22). For one, only the head was found because, according to the locals, the fishermen had already removed the rest of the body. The two carcasses were buried together on the beach, with the help of local inhabitants. The following day, we found only the heads, and the body of the second individual had been taken. In Ilhéus, the local fishermen admitted that they accidentally captured *Sotalia guianensis*. They appreciate its meat and described how they traditionally cook it.

Individual CCPMIOS-43 was seen floating dead toward the mouth of the estuary of Pontal's bay on June 25<sup>th</sup>, 1998, with a rock tied with a rope around the dolphin's fluke, stranded after on the beach of Av. 2 de Julho. According to the population, this is commonly done by the fishermen to sink and prevent the recovery of the carcasses of individuals incidentally killed in nets.

Among the 17 *Sotalia* recorded, three individuals were found alive. One (CCPMIOS-21) presented a flying fish (unidentified) jammed in its mouth. After removal of the fish, the animal was returned to the sea. The other two dolphins were found confined in natural pool of the Cachoeira River. They remained trapped in pool for nine days, apparently unable to work their way back to sea. These were rescued from the Cachoeira River and taken to the Pontal's bay (CCPMIOS-26 and 27) (further information see Batista et al. 2005).

The present study is consistent with stranding patterns of *S. guianensis* along the coast of Brazil as the species is represented by nearly 45% of the records near Ilhéus. This is the same proportion observed on the entire northeast coast of Brazil since the creation of REMANE in 2000 and is considered a high incidence (Rossi-Santos & Reis 2008).

Despite studies conducted in the region such as interaction with fishing activities (Reis 2002) and studies of behavioral ecology (Batista 2001, Santos 2001, 2007, Batista et al. 2005, Assis 2008, Izidoro 2009), which show site fidelity of *S. guianensis* to coastal areas, studies about population parameters are not known. These are important in to assess its status given potential conservation issues. The high percentage of interactions with human activities is likely a consequence of the species preference for estuaries, which are regions targeted by fishermen. However, it is not known if bycatch is a significant source of mortality for the local dolphin population. According to Alarcon et al. (2009), the use of dolphin meat was reported by 7.69% of the fishermen interviewed, not only for consumption but also as baits for shark fisheries. The catch is accidental in trawl and in beach seine net (calão), with the difference that individuals in the trawl are found already dead and the seine net are released alive. In other parts of the range, interactions with fisheries represent an important source of mortality for *S. guianensis*.

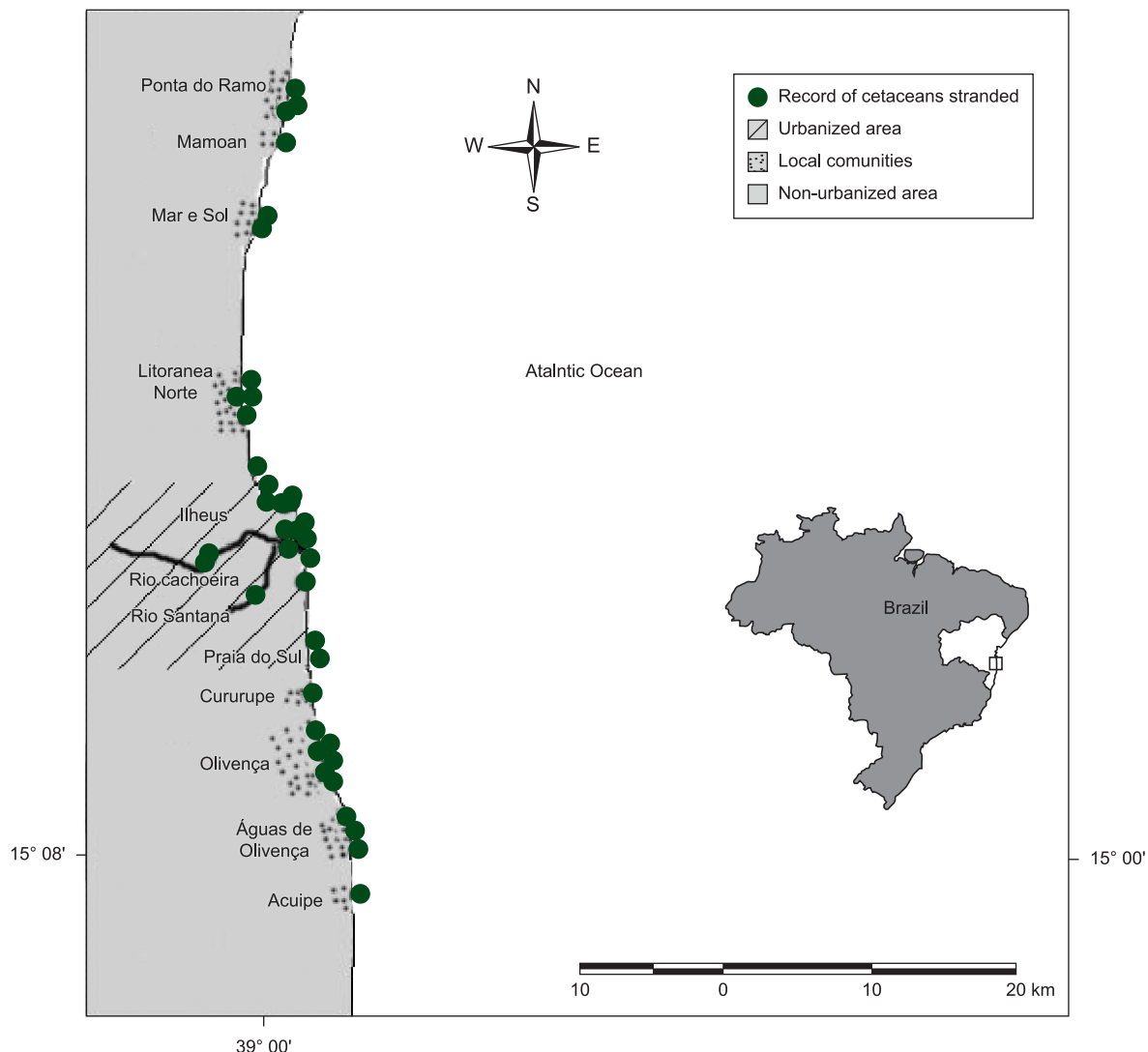
On the coast of Espírito Santo, it was observed that 62% of dolphins found ashore had some indication of interaction with fishing (Barbosa & Barros 2006). In the state of São Paulo, this is the second most frequently captured species among 15 confirmed cetaceans that interact with the local fisheries (Souza et al. 2006). An earlier review of strandings and fishery interaction of small cetaceans along the coast of Brazil (Siciliano 1994) indicated that *S. guianensis*, together with the *Pontoporia blainvillei*, were the most frequently captured in fishing operations. This probably indicates that fishing pressure occurs on the species throughout all the range in Brazil and suggests that an assessment of its conservation status is required.

The spatial distribution of all stranding events near Ilhéus wasn't homogeneous (Figure 2). The highest number of records was seen within 10 km from the downtown area (Figure 3), probably because they are areas with more housing, thus increasing the number of reports for the institutions and the easy access of local researchers. The frequency of strandings was lower in distances further away from the center of Ilhéus, possibly as a consequence of the lower observation effort in these regions.

In this region, cetacean carcasses were found in all five stages of decomposition (Codes 1 to 5, Figure 3) as defined by Geraci & Lounsbury (1993). Our expectation was to find animals in more fresh conditions in the proximities of the center of the city, because of the shortest distance and time needed for the research team to arrive at the stranding site. However, there was no relationship between the decomposition code and the distance from the center ( $p < 0.05$ ), probably because some animals remain adrift after the death came in an advanced state of decomposition to the beach.

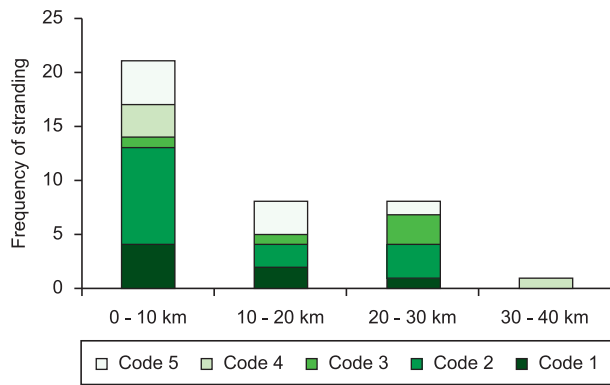
The present article reports on the first record of a live stranded *O. orca* and of a stranding of *F. attenuata* along the coast of Bahia further confirming the occurrence of these species along the northeast coast of Brazil. In addition, it is noteworthy that the majority of the species found ashore have a preference for deep pelagic waters. This may be a consequence of the relatively narrow continental shelf observed in the region (~7.5 km), which may suggest that oceanic species occur closer to the coast and have a greater chance of washing ashore.

This study also demonstrates the importance of educational campaigns because it facilitates the recovery of stranded dead animals,



**Figure 2.** Spatial distribution of the records of stranded cetaceans on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern of Brazil.

**Figura 2.** Distribuição espacial dos registros de encalhe de cetáceos na costa de Ilhéus, nordeste, Brasil.



**Figure 3.** Frequency of the records of stranded cetaceans on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern of Brazil according to the distance from the center of the city and proportion of state of decomposition in which carcasses were found.

**Figura 3.** Frequência dos registros de encalhe de cetáceos na costa de Ilhéus, nordeste, Brazil, de acordo com a distância do centro da cidade e estado de decomposição em que as carcaças foram encontradas.

help streamline the care of live animals. Reports were received immediately, but a much greater proportion was observed between three and seven years after the onset of our campaigns. The decrease in stranding records after 2003 likely indicate that campaigns must be conducted on a regular basis to keep the population engaged in reporting efforts. That should include presentation of previous results to demonstrate the value of the campaigns and the importance of the participation of the community.

Our results also demonstrate that the local inhabitants can assist with the collection of important biological information if made aware (e.g. through the distribution of instructional poster and folders) about cetaceans. This has been reported for other regions; for example in Oregon and Washington (USA) 79% of the strandings recorded was obtained through volunteer work. In addition, these campaigns can also be important to stimulate interest in these animals within the general public (Norman et al. 2004) and to bring information to the population (e.g. fishing villages) in regards to cetacean conservation issues.

The distribution of posters is useful and relatively inexpensive. It must be done in the areas where there are residents to make recovery of stranded animals more efficient. This allows us to quickly obtain information about the circumstances in which the stranding occurred. Obviously this kind of campaigns would not be as efficient in more isolated areas with little or no urbanization since the observation effort would be minimal. In such areas, it is necessary to increase monitoring efforts by scientists (e.g. by surveying the beach on a regular basis) to improve collection of important biological material.

## Acknowledgements

This article is dedicated to Professor Binael Soares Santos<sup>†</sup> for his active participation on preservation issues over the years. We are grateful to Professors Julio Baumgarten, Jorge Argolo and Luiz Alberto Matos for their collaboration, to all the trainees of the MAMA's project of Instituto Mamíferos Aquáticos, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) and the researchers Salvatore Siciliano, Paulo Cesar Simões Lopes and Alexandre Zerbini for helping in the confirmation of some species.

## References

ALVES JUNIOR, T.T., ÁVILA, F.J.C., OLIVEIRA, J.A., FURTADO NETO, M.A.A. & MONTEIRO NETO, C. 1996. Registros de cetáceos para o litoral do estado do Ceará, Brasil. *Arq. Cienc.* Mar 30(1-2):79-92.

- ASSIS, C.V. 2008. Comportamento, padrões de pesca e caracterização dos grupos de boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Benéden, 1864) (CETACEA: DELPHINIDAE) no Porto Comercial de Ilhéus, Bahia. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-Bahia.
- ALARCON, D.T., DÂMASO, R.C.S.C. & SCHIAVETTI, A. 2009. Abordagem etnoecológica da pesca e captura de espécies não-alvo em Itacaré, Bahia (Brasil). *B. Inst. Pesca, São Paulo* 35(4):675-686.
- ANDRADE, A.L.V., PINEDO, M.C. & BARRETO A.S. 2001. Gastrointestinal Parasites and Prey Items from a Mass Stranding of False Killer Whales, *Pseudorca Crassidens*, in Rio Grande Do Sul, Southern. *Rev. Brasil. Biol.* 61(1): 55-61.
- BARBOSA, L.A. & BARROS, N.B. 2006. Aspectos da distribuição, biologia e captura accidental do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no litoral do Espírito Santos, Brazil. In Workshop on Research and Conservation of the genus *Sotalia* (S. Siciliano, M. Borobia, N.B Barros, F. Marques, F. Trujillo, P.A.C Flores). FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 47p.
- BATISTA, R.L.G. 2001. Estudo dos padrões comportamentais do boto cinza *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no litoral de Ilhéus-BA. Monografia de Bacharelado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- BATISTA, R.L.G., BASTOS, B.L., MAIA-NOGUEIRA, R. & REIS, M.S.S. 2005. Rescue and Release of Two Estuarine Dolphins, *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853), Found Confined in a Natural Pool of the Cachoeira River, Ilhéus, Southern Bahia, Brazil. *Aquat. Mamm.* 31(4):434-437. <http://dx.doi.org/10.1578/AM.31.4.2005.434>
- BOROBIA, M., SICILIANO, S., LODI, L. & HOEK, W. 1991. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Can. J. Zoo.* 69:1025-1039. <http://dx.doi.org/10.1139/z91-148>
- CLAPHAM, P.J., WETMORE, S.E., SMITH, T.D. & MEAD, J.G. 1999. Length at birth and at independence in humpback whales. *J. Cetacean Res. Manage.* 1:141-146.
- DANILEWICZ, D., TAVARES, M., MORENO, I.B., OTT, P.H. & TRIGO, C.C. 2008. Evidence of feeding by the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in mid-latitude waters of the western South Atlantic. *JMBA2 - Biodiversity Records*. <http://www.mba.ac.uk/jmba/pdf/6348.pdf>
- DONAHUE, M.A. & PERRYMAN, W.L. 2002. Pygmy Killer Whale – *Feresa attenuata*. In Encyclopedia of marine mammals (W.F. Perrin, B. Würsig & J.G.M. Thewissen). Academic Press, San Diego, p.1009-1010.
- FRAGOSO, A.B.I., DORNELES, P.R., LIMA, R.P., CASTRO, D.F. & BRITO JUNIOR, J.L. 1994. Registros do golfinho clymene, *Stenella clymene*, e do golfinho cabeça-de-melão, *Peponocephala electra*, para o litoral de Alagoas, Brasil. In 6ª Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul. Florianópolis, p.133-134.
- GASPARINI, J.L. & SAZIMA, I.A. 1996. A stranded melonheaded whale, *Peponocephala electra*, in southeastern Brazil, with comments on wounds from the cookiecutter shark, *Isistius brasiliensis*. *Mar. Mamm. Sci.* 12: 308-312. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.1996.tb00582.x>
- GERACI, J.R. & LOUNSBURY, V.J. 1993. Marine Mammals Ashore. A Field Guide for Strandings. Texas A&M. Sea Grant University, Texas.
- HANEY, T.A., ALMEIDA, A.O. & REIS, M.S.S. 2004. A New of Cyamid (Crustacea: Amphipoda) from a stranded Cetacean in Southern Bahia, Brazil. *B. Mar Sci.* 75(3):409-421.
- HETZEL, B. & LODI, L. 1993. Baleias, botos e golfinhos: Guia de identificação para o Brasil. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- HEYNING, J.E. 1989. Cuvier's beaked whale *Ziphius cavirostris* G Cuvier, 1823. In Handbook of Marine Mammals (S. H. Shridgway & R. Harrison). Academic Press, London, v.11, n.4. p.289-308.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. 2005. Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos. Rede de Encalhes de Mamíferos Aquáticos do Nordeste. IBAMA, Recife, 298 p. <http://www.ibama.gov.br/cma> (ultimo acesso em: 14/09/2007).
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. 2010. The IUCN Red List of Threatened Animals. <http://www.iucnredlist.org>
- IZIDORO, F.B. 2009. Identificação e Descrição das atividades de jogo em boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no Porto de Ilhéus BA. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.



- JEFFERSON, T.A., LEATHERWOOD, S. & WEBBER, M.A. 1993. FAO Identification Guide: Marine Mammals of the World. UNEP/FAO, Roma, 320p.
- JONES, E.C. 1971. *Isistius brasiliensis*, a squaloid shark, the probable cause of crater wounds on fishes and cetaceans. Fish. Bull. US 69:791-798
- KEMPER, C.M., FLAHERTY, A., GIBBS, S.E., HILL, M., LONG, M. & BYARD, R.W. 2005. Cetacean captures, strandings and mortalities in South Australia 1881-2000, with special reference to human interactions. Aust. Mammal. 27:37-47.
- LODI, L. 1994. Ocorrências de baleias-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Arquipélago de Fernando de Noronha, incluindo um resumo de registros de capturas no nordeste do Brasil. Biotemas 7:116-123.
- LODI, L., SICILIANO, S. & CAPISTRANO, L. 1990. Mass stranding of *Peponocephala electra* (Cetacea, Globicephalinae) on Piracangabeach, Bahia, Northeastern Brazil. Sci. Rep. Cetac. Res. Scientific Reports of Research 1:79-84.
- MAGALHÃES, F.A., GARRI, R.G., TOSI, C.H., SICILIANO, S., CHELLAPA, S. & SILVA, J.L. 2007. Primeiro registro confirmado de *Feresa attenuata* (Delphinidae) para o litoral norte do Brasil. Biota Neotrop. 7(2):313-318.
- MEAD, J.G. 1989. Beaked whales of the genus *Mesoplodon*. In Handbook of Marine Mammals (S.H. Ridgway & R. Harrison) Academic Press, London, chap. 14, n.4, p.349-430.
- MEDeiros, P.I.A.P. 2003. Registro de cetáceos encalhados no período de 1984 a 2003 no litoral do Rio Grande do Norte. BSc. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- MEIRELLES, A.C.O., & BARROS, H.M.D.R. 2007. Plastic debris ingested by a rough-toothed dolphin, *Steno bredanensis*, stranded alive in northeastern Brazil. Biotemas 20(1):127-131.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2003. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Lista de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. Seção 1101: 88-97.
- MORAES, B.C. 2010. Aplicação da fotoidentificação com botos-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), no litoral Ilheense, Bahia: Residência, padrões de associação estimativa populacional. Monografia de Graduação, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia.
- MORETE, M.E. 2007. Caracterização temporal da estrutura de grupos e do comportamento de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na área de reprodução da região do Arquipélago dos Abrolhos (Bahia Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NOGUEIRA, R.M. 2000. Primeiro registro de golfinho-de-risso (*Grampus griseus*) G. Cuvier, 1812 (Cetacea, Delphinidae), no litoral do Estado da Bahia, incluindo uma revisão da espécie em águas brasileiras. Bioikos 14(1):34-43p.
- NOGUEIRA, R.M. & NUNES, J.A.C.C. 2005. Record of the Layard's beaked whale, *Mesoplodon layardii* (Gray, 1856), Northeastern Brazil. LAJAM 4(2):137-139.
- NORMAN, S.A., BOWLBY, C.E., BRANCATO, M.S., CALAMBOKIDIS, J., DUFFIELD, D., GEARIN, P.J., GORNALL, T.A., GOSHO, M.E., HANSON, B., HODDER, J., JEFFRIES, S.J., LAGERQUIST, B., LAMBOURN, D.M., MATE, B., NORBERG, B., OSBORNE, R.W., RASH, J.A., RIEMER, S. & SCORDINO, J. 2004. Cetacean strandings in Oregon and Washington between 1930 and 2002. J. Cetacean Res. Manage. 6(1):87-99.
- NORRIS, K.S. 1961. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. J. Mammal. 42(4):471-476. <http://dx.doi.org/10.2307/1377364>
- PINEDO, M. C. 1982. Análise dos conteúdos estomacais de *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844) e *Tursiops truncatus* (Lahille, 1908) (Cetacea, Platanistidae e Delphinidae) na zona estuarina e costeira de Rio Grande, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade de Rio Grande, Rio Grande.
- RAMOS, R.M.A., SICILIANO, S., BOROBIA, M., ZERBINI, A.N., PIZZORNO, J.L.A., FRAGOSO, A.B.L., LAILSON-BRITO JUNIOR, J., AZEVEDO, A.F., SIMÕES-LOPES, P.C. & SANTOS, M.C.O. 2001. A note on strandings and age of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) on the Brazilian coast. Ecologia 3(3):321-327.
- REIS, M.S.S. 2002. O boto *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no litoral de Ilhéus-BA: Comportamento e interações com atividades pesqueiras. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- REUSS-STRENZEL, G.M. & ASSUNÇÃO, M.F. 2008. Etconhecimento ecológico dos caçadores submarinos de Ilhéus, Bahia, com subsídios à preservação do mero (*Epinephelus itajara* Lichtenstein, 1822). RGCI 8(2):203-219.
- RICE, D.W. 1989. Sperm whale *Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758. In Handbook of marine mammals. River dolphins and the larger toothed whales (S.H. Ridgway & R. Harrison) Academic Press, San Diego, v.4, p.177-233.
- ROSSI-SANTOS, M., BARACHO, C., SANTOS NETO, E. & MARCOVALDI, E. 2006. First sightings of the pygmy killer whale, *Feresa attenuata*, for the Brazilian coast. JMBA2 - Biodiversity Records. <http://www.mba.ac.uk/jmba/pdf/5583.pdf>
- ROSSI-SANTOS, M. & REIS, M.S.S. 2008. Relatório do II Workshop do Nordeste sobre pesquisa e conservação de *Sotalia guianensis*. Editora Editus, p.11-39.
- SANTOS, U.A. 2001. Movimentação do boto cinza *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), na baía do Pontal, Ilhéus, Bahia. Monografia de Bacharelado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- SANTOS, U.A. 2007. Uso do habitat e atividades do Boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), na Baía do Pontal, Ilhéus, Bahia. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- SANTOS, U.A. et al. 2010. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. Biota Neotrop. 10(2):1-7.
- SANTOS, M.C. O. & FERREIRA NETTO, D. 2005. Killer whale (*Orcinus orca*) predation on a franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in Brazilian waters. Latin Amer. J. Aquat. Mamm. 4(1):62-72. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00072>
- SERRA, S.D., HUBNER, A. & DÓREA-REIS, L.W.D. 2000. Registro de mamíferos marinhos no litoral do estado de Sergipe. In 9ª Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul. Buenos Aires, p.129.
- SICILIANO, S. 1994. Review of small cetaceans and fisheries interactions in coastal waters of Brazil. Rep. int. Whal. Commn (special issue 15):241-250.
- SIMÕES, D.G., MACEDO, R.H.F. & ENGEL, M.H. 2005. Turismo de Observação de Cetáceos como Ferramenta no Estudo do Comportamento de Baleias Jubarte (*Megaptera novae angliae*). Rev. Etol. 7(1) 3-14.
- SILVA, V.M.F. & BEST, R.C. 1994. Tucuxi *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853). In Handbook of Marine Mammals (S.H. Ridgway & R. Harrison). Academic Press, v.3, n.5, p.43-69.
- SOUZA, S.P., WINK, M. & SILES, S. 2006. Ocorrência de *Sotalia fluviatilis* no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. In Workshop on Research and Conservation of the genus *Sotalia*. (S. Siciliano, M. Borobia, N.B. Barros, F. Marques, F. Trujillo & P.A.C. Flores. FIOCRUZ, Rio de Janeiro, p.53.
- VELOZO, R.S. 2007. Encalhe de Mamíferos Aquáticos entre a Foz dos Rios Pardo (Ba) e São Francisco (Se). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual De Santa Cruz, Ilhéus.
- ZERBINI, A.N. & SANTOS, M.C.O. 1997. First record of the pygmy killer whale *Feresa attenuata* (Gay, 1874) for the Brazilian coast. Aquat. Mamm. 23(2):105-109.

Received 18/01/2010

Revised 03/10/2011

Accepted 04/10/2011

**Population structure, condition and diet of *Oligosarcus paranensis* (Menezes & Gery, 1983) (Osteichthyes: Characidae) at two reservoirs in South Brazil**

**Milza Celi Fedatto Abelha<sup>1,4</sup>, Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui<sup>1,2</sup> & Erivelto Goulart<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Grupo de Estudos em Ciências Ambientais e Educação - GEAMBE,

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, BR 163, Km 20.2,

Bairro Universitário, CEP 79980-000, Mundo Novo, MS, Brasil. [www.uems.br](http://www.uems.br)

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos –

GETECH, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE,

Rua da Faculdade, 645, Jardim Santa Maria, CEP 85903-000, Toledo, PR, Brasil. [www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais – PEA,

Núcleo de Pesquisas em Limnologia e Aquicultura – NUPÉLIA,

Universidade Estadual de Maringá – UEM, Av. Colombo, 5970, Bloco G90,

CEP 87020-900, Maringá, PR, Brasil. [www.uem.br](http://www.uem.br)

<sup>4</sup>Corresponding author: Milza Celi Fedatto Abelha, e-mail: [mcfabelha@gmail.com](mailto:mcfabelha@gmail.com)

ABELHA, M.C.F., KASHIWAQUI, E.A.L. & GOULART, E. **Population structure, condition and diet of *Oligosarcus paranensis* (Menezes & Gery, 1983) (Osteichthyes: Characidae) at two reservoirs in South Brazil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn02112012012>.

**Abstract:** This study investigated the population parameters, condition and diet of *Oligosarcus paranensis* at Fiú and Mourão Reservoirs, located in Paraná State, Brazil. The fishes were collected quarterly between 1996/1997 and 1998/1999 using gillnets. Food items were quantified by volumetric method. The specimens at Fiú showed comparatively smaller length and worse condition. Sex ratio was statistically equal to 1:1 at Mourão, whereas there was a significant predominance of males at Fiú. Sex ratio also varied among size classes. Allometric growth prevailed among the studied groups. The diet consisted mainly of fishes and was complemented with invertebrates and plant matter in both reservoirs. There was a change in the feeding pattern as the standard length increased. Fishes changed from invertivores to piscivores, except for males in Mourão, for which a reverse trend occurred.  
**Keywords:** fish, sex ratio, feeding, dog-tooth characid, impoundments.

ABELHA, M.C.F., KASHIWAQUI, E.A.L. & GOULART, E. **Estrutura populacional, condição e dieta de *Oligosarcus paranensis* (Menezes & Gery, 1983) (Osteichthyes: Characidae) em dois reservatórios do sul do Brasil.** *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn02112012012>.

**Resumo:** Este estudo investigou parâmetros populacionais, a condição e a dieta de *Oligosarcus paranensis* nos reservatórios de Fiú e Mourão, localizados no Estado do Paraná, Brasil. As coletas foram trimestrais, entre 1996/1997 e 1998/1999 utilizando-se redes de espera. Os itens alimentares foram quantificados pelo método volumétrico. Os espécimes de Fiú apresentaram, comparativamente, menor comprimento e pior condição. A proporção sexual foi estatisticamente igual a 1:1 em Mourão, enquanto que os machos prevaleceram de forma significativa em Fiú. A proporção sexual variou ainda entre as classes de comprimento, com os machos predominando nas classes inferiores e as fêmeas nas superiores em ambos os reservatórios. O crescimento alométrico prevaleceu entre os grupos estudados, com exceção dos machos em Fiú, os quais apresentaram crescimento isométrico. A dieta foi composta principalmente por peixes e complementada com invertebrados e vegetais em ambos os reservatórios. Houve mudança no padrão alimentar com o aumento do comprimento padrão. Os peixes passaram de invertívoros para piscívoros, excetuando-se os machos em Mourão, com os quais ocorreu tendência contrária.

**Palavras-chave:** peixe, razão sexual, alimentação, peixe-cachorro, barramentos.

## Introduction

The geographic distribution of the characid *Oligosarcus* is restricted to South America, with seventeen recognized species (Menezes & Ribeiro 2010). They inhabit the headwaters of Andean rivers in Bolivia and Argentina, north of Uruguay and Brazilian territory, where *Oligosarcus paranensis* is popularly known as 'peixe-cachorro' and is widely distributed in the Upper Paraná River floodplain (Menezes 1988).

Natural habitats with recorded *Oligosarcus* species include low order streams (Teixeira 1989, Castro & Casatti 1997, Vono et al. 1997, Deus & Petrere Junior 2003) and lagoons, including coastal lagoons (Hartz et al. 1996, Nunes & Hartz 2006, Garcia et al. 2007) and floodplain lagoons (Meschiatti 1995, Sosnovsky & Quirós 2009).

*Oligosarcus* has also been recorded in reservoirs (Castro 1996, Gealh & Hahn 1998, Araújo et al. 2005, Luz-Agostinho et al. 2006, Terra & Araújo 2011), and, in the specific case of *O. paranensis*, ichthyofaunal surveys have reported its occurrence in the Atibainha, Cachoeira, Taiaçupeba and Itupararanga Reservoirs in the State of São Paulo (Castro & Arcifa 1987, Smith & Petrere Junior 2008) and at Fiú, Mourão, Capivari and Rio dos Patos Reservoirs in the State of Paraná (Luiz et al. 2003). The abundance of this species varied among those ecosystems; however, at Fiú and Mourão, *O. paranensis* stood out during captures (the most and the second most abundant species, respectively). High population abundance is one of the indicators of fish species adaptability to damming, which promotes impacts, such as replacement of the lotic environment by a lentic one, obstruction of migratory activities, progressive loss of environmental heterogeneity and instability of the shoreline as a result of sudden oscillations in water level (Agostinho et al. 1999). Particularly in Brazil, hydroelectric reservoirs are frequent components of the landscape. Even though *O. paranensis* figures among the most successful species to colonize this type of environment (Smith & Petrere Junior 2008), its population attributes and trophic ecology are still scarcely known.

The quantification of population parameters such as sex ratio, length distribution, growth type and condition, as well as diet and feeding behavior evaluation, provide valuable information for the understanding of species ecology, as they reflect the prevailing environmental conditions. However, females and males can respond differently to environmental conditions, and variations in population parameters can also be found between the sexes within a single population (Vazzoler 1996, Pope & Kruse 2007). Wootton (1999) emphasized the variability of these parameters for the same species in different environments, and attributed this fact to the flexible nature of growth (length and weight) in fish and its correlation with the energy and nutrients provided by feeding activity. In the reservoirs here studied, significant differences were detected in abiotic parameters and between fish fauna structure (Luiz et al. 2003) indicating that distinct selective forces might be guiding fish species abundance. In spite of that, the reservoirs are similar in the fact of having *O. paranensis* among the dominant species. Such considerations gave rise to the following question: does *O. paranensis* show similar populations parameters, condition and diet in Fiú and Mourão Reservoirs?

Therefore, in order to contribute to the knowledge on the ecology of *O. paranensis* present in hydroelectric reservoirs, the objective of this study was to describe and compare its population parameters, condition and diet composition between the populations and among different length classes of both sexes at the Fiú and Mourão Reservoirs, Paraná State, Brazil.

## Material and Methods

### 1. Study area

The present study involved the Fiú (23° 44' 56,2" S and 50° 56' 27,1" W) and Mourão (24° 06' 25,2" S and 52° 19' 45,9" W) hydroelectric reservoirs, located in Paraná State, Brazil (Figure 1; Table 1), in areas where the economy is based on farming and cattle raising. This anthropogenic use of the environment has resulted, for both reservoirs, in a surrounding area consisting predominantly of pastures and banks occupied by structurally simplified riparian vegetation, dominated by grasses. The reservoirs also have in common the fact that they are old, small, resulting from the damming of low order streams (Júlio Junior et al. 2005; Table 1), oligotrophic, without oxygenation restrictions along the water column (Pagioro et al. 2005), and practically devoid of environmental structure given by aquatic macrophytes, which were seldom observed in both ecosystems.

### 2. Sampling

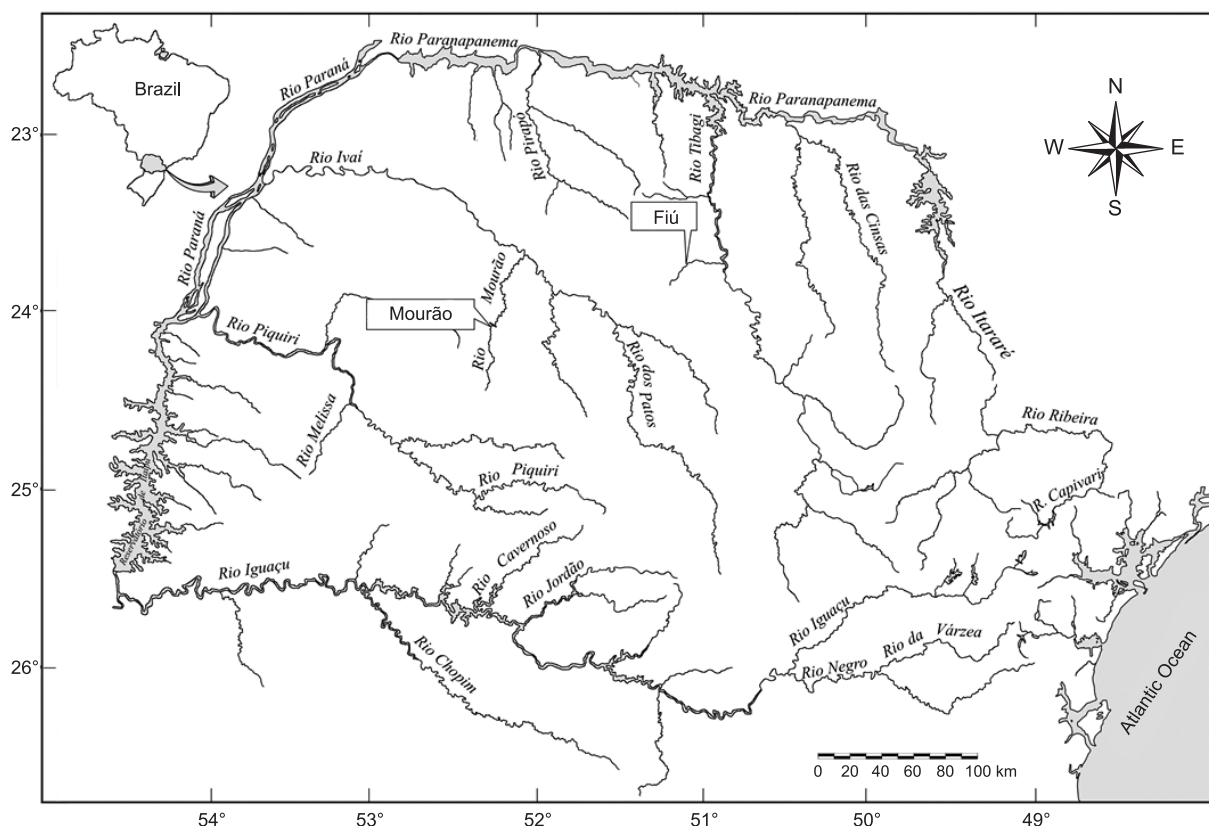
The collections were made at quarterly intervals in the period from May/1996 to February/1997 and May/1998 to August/1999 at Fiú; from May/1996 to February/1997 and May/1998 to February/1998 at Mourão. Specimens were collected using 14 gillnets: 11 of them simple nets (mesh sizes 2.4; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0; 7.0; 8.0; 10.0; 12.0; 14.0 and 16.0 cm, measured between opposite nodes) and three trammel nets (internal mesh sizes 6.0; 7.0 and 8.0 cm between opposite nodes). Fishing gears were set for 24 hours in the main body of the reservoirs, with harvests in the morning (8 hours), afternoon (16 hours) and evening (22 hours). Specimens were fixed in 10% formaldehyde and taken to the laboratories of the Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) at the Universidade Estadual de Maringá, Brazil, where they were identified and eviscerated. Each exemplar was measured for length (total and standard; cm), total weight (g), gonad weight (g), and stages of gonadal development. Voucher specimens were deposited in the Ichthyological Collection of Nupélia, Universidade Estadual de Maringá, found in: <http://peixe.nupelia.uem.br/>.

### 3. Data analysis

In the analysis of population structure, the female and male ratios were established by standard length class (1.0 cm intervals) and for total sampled specimens. Differences in the sex ratio were evaluated using the chi-square ( $\chi^2$ ) test. In tables and figures considering the standard length classes, the notation "(-)" indicates an interval closed to the left (parentheses) and open to the right (bracket).

The analysis of covariance (ANCOVA) (García-Berthou 2001, Pope & Kruse 2007) and the Separate Slope Model (SSM) were applied to test for possible differences (including the *pos hoc* Modified Tukey test for Unequal NHSD) in the condition between *O. paranensis* populations as well as among the standard length classes of females and males with numerical representation (20 or more specimens) in both reservoirs. The assumptions of the ANCOVA were tested and the Separate Slope Model was used in the cases in which the data did not meet the assumption of homogeneity of slopes (a test to assess differences in slopes of two or more lines, with the null hypothesis that the regression coefficients are equal; Pope & Kruse 2007). In ANCOVA the length was considered as covariate.

These statistical procedures were applied to the values resulting from the linearization of the weight-length relationship expression  $TW = aSL^b$ , through its natural logarithm:  $\ln TW = \ln a + b \ln SL$ , in which TW is the total weight in grams, SL is the standard length in



**Figure 1.** Location of Fiú and Mourão Reservoirs at Paraná State, Brazil.

**Figura 1.** Localização dos reservatórios Fiú e Mourão no estado do Paraná, Brasil.

**Table 1.** General characteristics of Fiú and Mourão Reservoirs, Parana State, Brazil (Abelha, 2001).

**Tabela 1.** Características gerais dos reservatórios Fiú e Mourão, estado do Paraná, Brasil (Abelha, 2001).

| Reservoir                                    | Fiú          | Mourão       |
|----------------------------------------------|--------------|--------------|
| River                                        | Apucarantina | Mourão       |
| Basin                                        | Tibagi       | Ivaí         |
| City                                         | Tamarana     | Campo Mourão |
| Dam's closure year                           | 1958         | 1964         |
| Area (km <sup>2</sup> )                      | 1.7          | 10.5         |
| Mean transparency in the sampling period (m) | 0.57         | 1.07         |

centimeters,  $a$  is the intercept, and  $b$  is the regression coefficient (Pope & Kruse 2007). The latter also provides information on the type of growth of the specimens. The growing is considered isometric if the fish retain the same shape as it grows and, in this case,  $b$  takes de value 3.0; on the other hand, a  $b$  value significantly different from 3.0 indicates allometric growth (Wootton 1999, Pope & Kruse 2007). The  $t$  test was applied on the  $b$  values obtained for both sexes in the studied populations, in order to evaluate the null hypothesis that  $b = 3.0$ . The linear regressions and statistical analyses were computed by the program Statistica™ (StatSoft 2005). The significance level used in all statistical tests was  $\alpha = 0.05$ .

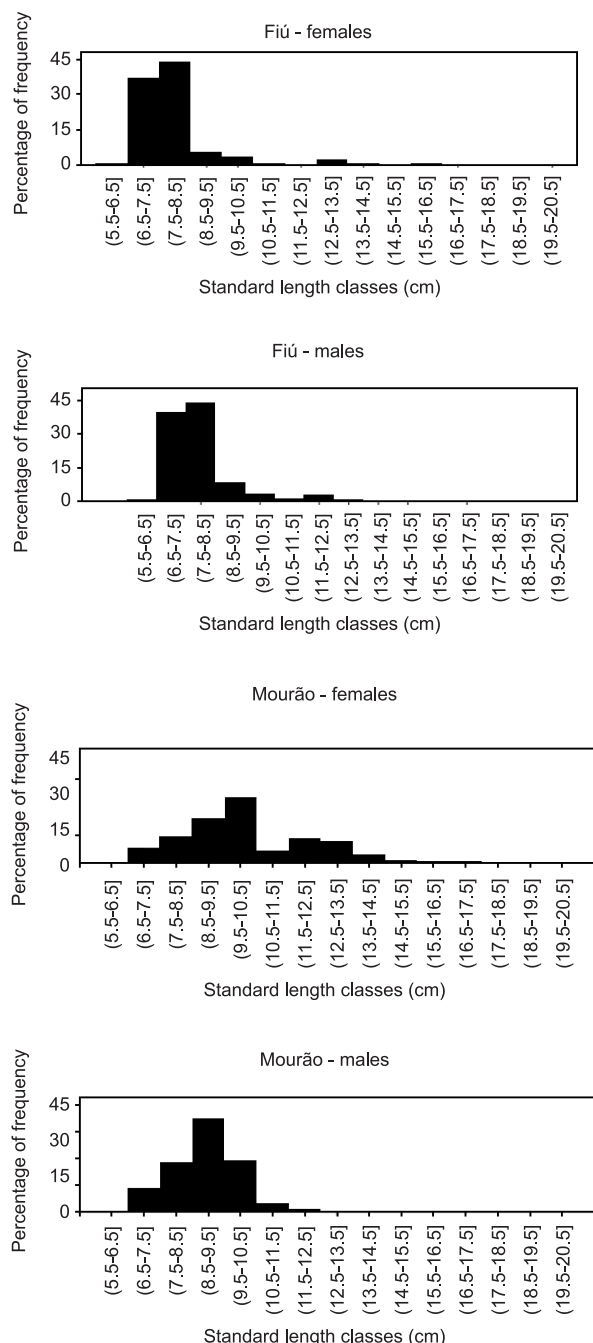
Stomachs contents were analyzed in accordance with the volumetric method (volume percentage of each item in relation to the total volume of stomach contents; Hyslop 1980) and the contribution of food items in the diet was expressed in percentage of volume (%V). The volume of each food item was determined using graduated test tubes and a counting chamber for small items (<1.0 mL) (Hellawell & Abel 1971) with the result converted into milliliters. Food items were identified down to the lowest possible taxonomic level. However, for comparative analyses between the reservoirs, the items were grouped into four broad food resources, named plant matter, invertebrates, fish, and others. The description of items belonging to each resource is shown on Table 5.

## Results

In the study, 1,639 specimens (642 females; 997 males) of *O. paranensis* were captured at Fiú, and 5,034 (2,452 females; 2,582 males) at Mourão. A total of 122 stomachs contents were analyzed for Fiú and 200 for Mourão. From all the captured specimens in each reservoir, less than 4% (Fiú = 3.0% and Mourão = 3.9%) showed immature gonads. Therefore, the described results comprise mainly the adult stratum of the studied populations.

The minimum and maximum standard length values for males and females were, respectively, 6.20-13.50 cm and 6.50-16.90 cm at Fiú and 6.40-15.30 cm and 6.70-19.70 cm at Mourão. The relative frequency distribution of specimens by standard length class (Figure 2) indicated that, for total population, fishes measuring





**Figure 2.** Numeric relative frequency of *Oligosarcus paranensis* females and males per 1.0 cm standard length size classes at Fiú and Mourão Reservoirs, Paraná State, Brazil.

**Figura 2.** Frequência numérica relativa de fêmeas e machos de *Oligosarcus paranensis* em classes de tamanho padrão de 1.0 cm nos reservatórios de Fiú e Mourão, estado do Paraná, Brasil.

between 6.50-8.50 cm and 8.50-10.50 cm were, respectively, caught more frequently at Fiú and Mourão. Males and females were greater in Mourão.

The results of the chi-square ( $\chi^2$ ) test applied on the differences in sex ratios are presented on Table 2. Considering the total specimens

captured at each reservoir, it was verified that in Mourão, the population was distributed equitably between the sexes, whereas in Fiú, males were significantly predominant (1.6:1.0). However, the analysis of sex ratio by standard length class showed the significant predominance of males in the shorter length classes and of females in the higher classes was common to both reservoirs. Statistically similar sex ratios occurred in only one length class in Fiú (12.50-13.50] and other in Mourão (9.50-10.50].

The results of the ln-transformed weight-length relationship of females and males are shown on Table 3. Figure 3 shows the adjusted lines to the empirical points of that relationship.

The values of  $b$  were significantly different than 3.0 for both sexes at Mourão (females:  $t_{(df=2453)} = 2.85$ ,  $p < 0.05$ ; males:  $t_{(df=2581)} = 3.11$ ,  $p < 0.05$ ) and for females at Fiú ( $t_{(df=641)} = 5.72$ ,  $p < 0.05$ ), which characterizes allometric growth. On the other hand,  $b$  was statistically equal to 3.0 ( $t_{(df=996)} = 0.03$ ,  $p > 0.05$ ) for males at Fiú, indicating isometric growth.

For the condition evaluation, the ANCOVA assumptions were met, except for the one regarding the slopes homogeneity, which was valid for part of the evaluated factors (Table 4). The ANCOVA and SSM showed significant differences in condition between the populations of two reservoirs and among the standard length classes for both sexes, with the single exception of the statistically similar condition for males with standard length between 9.50 and 10.50 cm (Table 4). In all cases with detected differences, the results of the *pos hoc* test (Modified Tukey test for Unequal NHSD) showed a significantly better condition ( $p < 0.01$ ) of the specimens at Mourão. It is worth mentioning that the standard length classes evaluated in this analysis included those that were most abundant in both reservoirs.

In spite of the taxa diversity of the invertebrates consumed, fishes were the most representative food resource (%V > 60) in the diet of *O. paranensis* at both sexes and reservoirs (Table 5). Small characids (part of them were *Astyanax* spp. and *Bryconamericus iheringi*) prevailed as prey for both sexes at Fiú, while at Mourão, cichlids were consumed predominantly by females and characids by males. There was also evidence of cannibalism at Fiú. Furthermore, it was detected predation on exotic species such as *Tilapia rendalli* and *Micropterus salmoides* at Mourão. Piscivory intensity varied between the sexes, being more expressive among the females at Fiú (%V fishes = 96.91) and less evident for the same sex at Mourão, where fruits/seeds and invertebrates (aquatic and terrestrial) reached 36.68% of total diet volume. Invertebrates were also representative in feeding supplementation for Mourão males (%V invertebrates = 18.42) and those at Fiú (%V invertebrates = 17.66). These results characterized the predominantly piscivorous feeding habit of the species for both reservoirs.

The diet analysis performed in the standard length classes (Figures 4-5) revealed that for Fiú there was a modification of the feeding habit from invertivorous to piscivorous with the increase in standard length for both sexes (for females, there were no stomachs for the 10.5-11.5 cm class and no captured specimens for the 11.5-12.5 cm). This trend was also observed among the females at Mourão. Conversely, among the males at the latter reservoir, invertebrates' intake intensified with the increase in specimen length. The smallest (5.5-6.5 cm) and the largest captured fishes (19.5-20.5 cm) showed empty stomachs, therefore, they were not included in the diet analysis.

## Discussion

In fish, a complex set of selective forces (from abiotic environment and biotic interactions) determines the amount of

**Table 2.** Distribution of females and males per standard length class and results of the chi-square ( $\chi^2$ ) test applied to the sex ratio of *Oligosarcus paranensis* at Fiú and Mourão Reservoirs, Paraná State, Brazil. n = number of specimens; % = frequency; \* = 5% level of significance.**Tabela 2.** Distribuição de fêmeas e machos por classe de comprimento padrão e resultado do teste de chi-quadrado ( $\chi^2$ ) aplicado sobre a razão sexual de *Oligosarcus paranensis* nos reservatórios de Fiú e Mourão, estado do Paraná, Brasil. n = número de indivíduos; % = frequência; \* = nível de significância de 5%.

| Length class(cm) | Reservoirs |        |     |        |          |        |        |       |        |          |
|------------------|------------|--------|-----|--------|----------|--------|--------|-------|--------|----------|
|                  | Fiú        |        |     |        |          | Mourão |        |       |        |          |
|                  | F          |        | M   |        | $\chi^2$ | F      |        | M     |        | $\chi^2$ |
|                  | n          | %      | n   | %      |          | n      | %      | n     | %      |          |
| (5.50 - 6.50]    | -          | 0.00   | 2   | 100.00 | 100.00*  | -      | 0.00   | 1     | 100.00 | 100.00*  |
| (6.50 - 7.50]    | 172        | 38.31  | 277 | 61.69  | 5.47*    | 111    | 35.81  | 199   | 64.19  | 8.06*    |
| (7.50 - 8.50]    | 364        | 39.91  | 548 | 60.09  | 4.07*    | 304    | 35.39  | 555   | 64.61  | 8.54*    |
| (8.50 - 9.50]    | 39         | 32.23  | 82  | 67.77  | 12.63*   | 382    | 29.12  | 930   | 70.88  | 17.45*   |
| (9.50 - 10.50]   | 28         | 38.89  | 44  | 61.11  | 4.94*    | 767    | 50.96  | 738   | 49.04  | 0.04     |
| (10.50 - 11.50]  | 7          | 50.00  | 7   | 50.00  | 0.00*    | 195    | 63.31  | 113   | 36.69  | 7.09*    |
| (11.50 - 12.50]  | -          | 0      | 27  | 100    | 100.00*  | 224    | 87.16  | 33    | 12.84  | 55.23*   |
| (12.50 - 13.50]  | 13         | 59.09  | 9   | 40.91  | 3.31     | 258    | 97.36  | 7     | 2.64   | 89.71*   |
| (13.50 - 14.50]  | 8          | 88.89  | 1   | 11.11  | 60.49*   | 111    | 97.37  | 3     | 2.63   | 89.76*   |
| (14.50 - 15.50]  | 2          | 100.00 | -   | 0.00   | 100.00*  | 36     | 92.31  | 3     | 7.69   | 71.60*   |
| (15.50 - 16.50]  | 7          | 100.00 | -   | 0.00   | 100.00*  | 23     | 100.00 | -     | 0.00   | 100.00*  |
| (16.50 - 17.50]  | 2          | 100.00 | -   | 0.00   | 100.00*  | 25     | 100.00 | -     | 0.00   | 100.00*  |
| (17.50 - 18.50]  | -          | -      | -   | -      | -        | 9      | 100.00 | -     | 0.00   | 100.00*  |
| (18.50 - 19.50]  | -          | -      | -   | -      | -        | 6      | 100.00 | -     | 0.00   | 100.00*  |
| (19.50 - 20.50]  | -          | -      | -   | -      | -        | 1      | 100.00 | -     | 0.00   | 100.00*  |
| <b>Total</b>     | 642        | 39.17  | 997 | 60.83  | 4.69*    | 2,452  | 48.73  | 2,582 | 51.27  | 0.07     |

**Table 3.** Parameters of the linear regressions resulting from the logarithmic transformation of the weight-length relationship of females and males of *Oligosarcus paranensis* at Fiú and Mourão Reservoirs, Paraná State, Brazil. n = number of specimens, a = intercept, b = regression coefficient, R<sup>2</sup> = coefficient of determination, SE = standard error of b, F = F statistic.**Tabela 3.** Parâmetros da regressão linear resultante da transformação logarítmica da relação peso-comprimento de fêmeas e machos de *Oligosarcus paranensis* nos reservatórios de Fiú e Mourão, estado do Paraná, Brasil. n = número de indivíduos, a = intercepto, b = coeficiente de regressão, R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação, SE = erro padrão de b, F = estatística F.

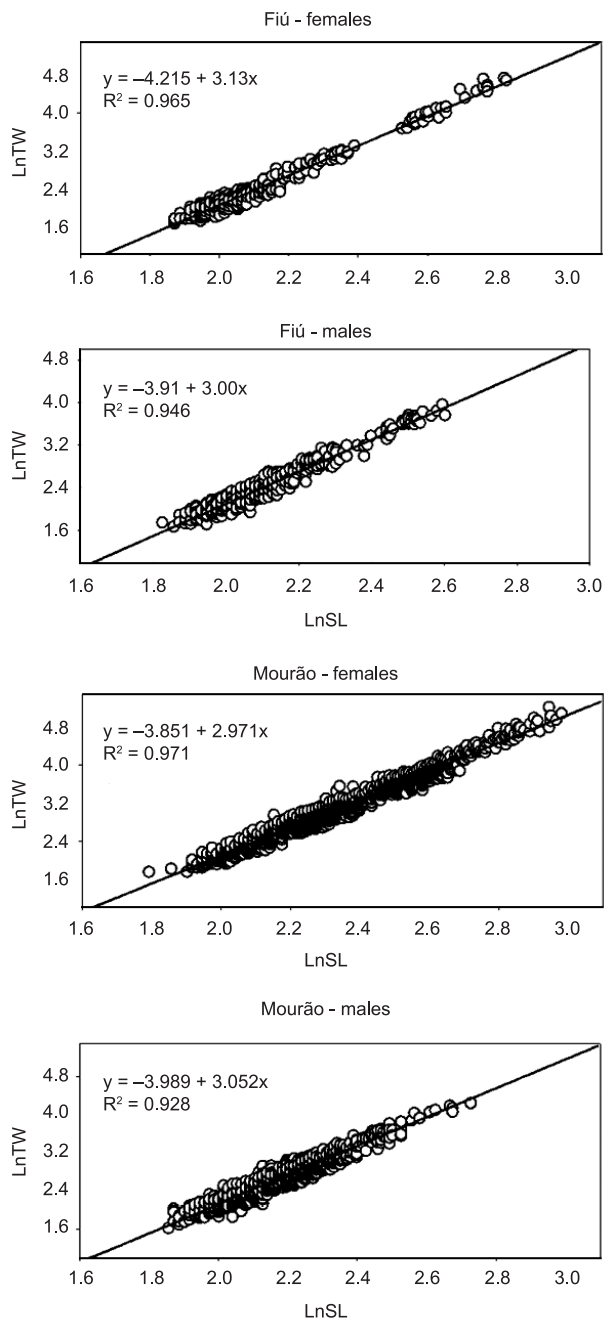
| Parameter      | Fiú     |       | Mourão  |       |
|----------------|---------|-------|---------|-------|
|                | Females | Males | Females | Males |
| n              | 642     | 997   | 2452    | 2582  |
| a              | -4.22   | -3.91 | -3.86   | -3.99 |
| b              | 3.13    | 3.00  | 2.97    | 3.05  |
| R <sup>2</sup> | 0.97    | 0.95  | 0.97    | 0.93  |
| SE             | 0.02    | 0.03  | 0.01    | 0.02  |
| F              | 17.71   | 17,31 | 84,12   | 33,36 |

energy to be directed towards growth (in weight and length) as opposed to important requirements such as maintenance and reproduction (King 1995). Among these forces, the increase in population density is a factor that reduces food availability and frequently leads to premature gonad maturation, resulting in a progressive reduction of specimen's growth which can reach the

extreme condition of stunting (Wootton 1999). The cannibalism observed at Fiú may also indicate increased population density of *O. paranensis*, since this behavior commonly acts as an abundance regulator (Nikolsky 1978, Folkvord 1997). Thus, the shorter length of *O. paranensis* at Fiú could be related to a comparatively higher density in that reservoir.

The classic sex ratio in fish is 1:1 (Wootton 1999), however, it can vary considerably among species and populations of the same species in different environments (Nikolsky 1978), as it was observed in the population of Fiú (prevalence of males; 1.6:1.0) and Mourão (1:1). These results also differed from those found by Nunes & Hartz (2006), who reported the predominance of females in the populations of the congeners *O. jenynsii* and *O. robustus* at Fortaleza lagoon, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Vazzoler (1996) commented that distinct environmental conditions (particularly food supply) would be reflected in distinct rates of mortality and/or growth for females and males, resulting in variations, both in the sex ratio among the different length classes and for the population as a whole. On the other hand, the greater length achieved by females, as well as the prevalence of that sex in the classes with greater length for both reservoirs, suggested that this could be a conservative trait of the species. This attribute has an adaptive character in fish, as greater body length can allow a larger number of eggs to be carried, or even to produce larger eggs, which would stand a better chance of larval survival (King 1995).

The different values for regression coefficient (b) for females and males of the same population was consistent with reports on the variation of this parameter for the same species as a function of age, sex, seasonality and/or environmental conditions (Bagenal &



**Figure 3.** Logarithmic transformation of the weight-length relationship of females and males of *Oligosarcus paranensis* at Fiú and Mourão Reservoirs, Paraná State, Brazil. LnSL = natural logarithm of standard length, LnTW = natural logarithm of total weight.

**Figura 3.** Transformação logarítmica da relação peso-comprimento de fêmeas e machos de *Oligosarcus paranensis* nos reservatórios de Fiú e Mourão, estado do Paraná Brasil. LnSL = logaritmo natural do tamanho padrão, LnTW = logaritmo natural do peso total.

Tesch 1978, Goulart 1994, Godinho 1997, Peck et al. 2005, Nunes & Hartz 2006). The proposed limit values usually vary between 2.5 and 4.0 according to Pope & Kruse (2007) or between 2.0 and 4.0 according to Bagenal & Tesch (1978). However, for the majority of fish populations  $b$  is close to 3.0 (Ney 1993), as it was observed for the presented data. With regard to the predominance

of allometry among the studied groups, it is not possible to infer whether this is a pattern for the species, as information regarding this parameter for other *O. paranensis* population is not available for comparison.

Concerning condition, it is a generic term employed in reference to the well-being, health, strength, nutritional or energy status of animals (Jakob et al. 1996, Schulte-Hostedde et al. 2005, Stevenson & Woods Junior 2006). No matter which is the concept established by the author, by measuring this parameter it is assumed that the heavier specimens of a given size are in better condition (Jakob et al. 1996, Schulte-Hostedde et al. 2005, Pope & Kruse 2007). Thus, it is expected that a fish in better condition will show higher rates of growth, reproductive potential and survival when subjected to environmental pressures compared to another specimen in worst condition (Jakob et al. 1996, Sutton et al. 2000, Pope & Kruse 2007), due to the positive energy budget that can be allocated to growth and reproduction (Wootton 1999). Although there is scarce information about food resources available in the studied reservoirs, fishes were pointed out by Winemiller (1989) as efficient environmental samplers. Thereby, the best condition found for Mourão population, particularly the fact that this condition was maintained among the most abundant length classes of both sexes, supports the hypothesis that food restriction is a relevant modulating factor of the *O. paranensis* population at Fiú.

The information available on the diet of *Oligosarcus* species, such as *O. hepsetus* (Deus & Petrere Junior 2003, Araújo et al. 2005, Botelho et al. 2007), *O. jenynsii* (Nunes & Hartz 2006), *O. longirostris* (Gealh & Hahn 1998, Loureiro-Crippa & Hahn 2006), *O. pintoi* (Meschiatti 1995, Castro & Casatti 1997), *O. planaltinae* (Luz-Agostinho et al. 2006) and *O. robustus* (Nunes & Hartz 2006) characterized the prevalence of piscivory, with the feeding spectrum including an expressive variety of aquatic and/or terrestrial invertebrates, especially insects and decapods. The composition of the diet of *O. paranensis* in both studied reservoirs was similar to the feeding pattern of the above mentioned congeners, with fishes featuring as the main consumed resource. However, the inclusion of fruits/seeds by the female population at Mourão was uncommon, which evidenced the trophic opportunism of these specimens, as it was a food resource classified as abundant by Abelha (2001) in this reservoir. The unusual representative presence of plant matter in the diet of carnivores is related to the limited ability of their digestive tract to efficiently process hard-to-digest materials, such as cellulose and lignin (Okeyo 1989, Gerking 1994). However, *O. paranensis* at Mourão consumed mainly seeds that were considerably fragmented and rich in starch, indicating the digestive viability of this carbohydrate and its consequent use as an energetic food resource. Seeds were also consumed seasonally in large amounts by the piscivorous pimelodid *Rhamdia quelen* in stream environments (Deus & Petrere Junior 2003), which reinforced the assumption of viability of this plant food as an alternative nutrient source, even for carnivores. It should be noted that possible explanations for this females behavior in Mourão demand investigations (i.e., experimental and stable isotope analyzes) that go beyond the scope of this work. It's worth to emphasize the consumption of the exotic species *T. rendalli* and *M. salmoides* in Mourão. This behavior highlighted the predatory activity of *O. paranensis* as a factor regulating the invaders population growth.

The relatively different proportion of the resources composing the diet of females and males (predominance of characins fish intake by females and males at Fiú and the intense predation of cichlids by females and small characids by males at Mourão) suggested resource partition by sex. The use of this tactic is advantageous to reduce or even to avoid competitive interactions, which tend to be accentuated

**Table 4.** Result of the Slope Homogeneity, ANCOVA and Separate Slope Model tests applied on the data resulting from the logarithmic transformation of the weight-length relationship of *Oligosarcus paranensis* at Fiú and Mourão Reservoirs, Paraná State, Brazil. The ANCOVA and Separate Slope Model tested differences in the condition between *O. paranensis* studied populations and among standard length classes of two sexes in both reservoirs.  $F$  = F statistic,  $p$  =  $p$  statistic ( $\alpha = 0.05$ ).

**Tabela 4.** Resultado da homogeneidade de retas, ANCOVA e do Modelo de Inclinação Separada aplicado sobre os dados resultantes da transformação logarítmica da relação peso-comprimento de *Oligosarcus paranensis* para os reservatórios de Fiú e Mourão, estado do Paraná, Brasil. A ANCOVA e o Modelo de Inclinação Separada testaram diferenças na condição entre as populações de *O. paranensis* e entre as classes de comprimento dos dois sexos em ambos os reservatórios.  $F$  = estatística F;  $p$  = probabilidade ( $\alpha = 0,05$ ).

| Factors/Statistic            | Homogeneity of slopes |       | ANCOVA |       | Separate Slope Model |        |
|------------------------------|-----------------------|-------|--------|-------|----------------------|--------|
|                              | $F$                   | $p$   | $F$    | $p$   | $F$                  | $p$    |
| Between populations          | 36.00                 | <0.01 | -      | -     | 43.63                | <0.001 |
| Female standard length class |                       |       |        |       |                      |        |
| (6.50-7.50]                  | 0.17                  | 0.68  | 4.60   | 0.03  | -                    | -      |
| (7.50-8.50]                  | 9.45                  | <0.01 | -      | -     | 8.95                 | <0.01  |
| (8.50-9.50]                  | 13.54                 | <0.01 | -      | -     | 13.98                | <0.01  |
| (9.50-10.50]                 | 0.01                  | 0.97  | 4.22   | 0.04  | -                    | -      |
| Male standard length class   |                       |       |        |       |                      |        |
| (6.50-7.50]                  | 4.76                  | 0.03  | -      | -     | 4.85                 | 0.03   |
| (7.50-8.50]                  | 1.49                  | 0.22  | 15.70  | <0.01 | -                    | -      |
| (8.50-9.50]                  | 7.46                  | <0.01 | -      | -     | 7.55                 | <0.01  |
| (9.50-10.50]                 | 2.11                  | 0.15  | 2.89   | 0.09  | -                    | -      |

**Table 5.** Composition of the diet of *Oligosarcus paranensis*, expressed in volume percentage (%V), at Fiú and Mourão Reservoirs, Paraná State, Brazil.

**Tabela 5.** Composição da dieta de *Oligosarcus paranensis*, expressa em porcentagem de volume (%V), para os reservatórios de Fiú e Mourão, estado do Paraná, Brasil.

| Food resource                      | Fiú (%V)     |              | Mourão (%V)   |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
|                                    | Females      | Males        | Females       | Males        |
| <b>Plant Matter</b>                |              |              |               |              |
| Fruits/seedsAngiospermae           | -            | 0.008        | 21.911        | 2.986        |
| Leaf/steam/root Angiospermae       | 0.134        | 0.626        | 0.719         | 0.010        |
| <b>Subtotal</b>                    | <b>0.134</b> | <b>0.633</b> | <b>22.630</b> | <b>2.995</b> |
| <b>Invertebrates</b>               |              |              |               |              |
| <b>Aquatic Insects</b>             |              |              |               |              |
| Diptera (larvae e pupae)           | 0.006        | 0.073        | 0.082         | 0.042        |
| Ceratopogonidae (larvae e pupae)   | 0.016        | 0.010        | 0.021         | 0.028        |
| Chaoboridae (larvae e pupae)       | 0.523        | 3.211        | 0.765         | 1.567        |
| Chironomidae (larvae e pupae)      | 0.073        | 0.441        | 0.204         | 0.319        |
| Simuliidae (larvae)                | -            | -            | 0.000         | 0.002        |
| Collembola                         | -            | 0.001        | 0.001         | 0.000        |
| Coleoptera (larvae)                | -            | 0.031        | 0.233         | 0.003        |
| Ephemeroptera (nymph)              | 0.568        | 1.104        | 1.047         | 1.830        |
| Hemiptera                          | 0.000        | 0.000        | 0.035         | 0.218        |
| Megaloptera (larvae)               | 0.151        | 1.314        | 0.000         | -            |
| Odonata (nymph)                    | 0.074        | 1.113        | 2.128         | 0.049        |
| Trichoptera (larvae)               | 0.028        | 1.221        | -             | -            |
| Coleoptera (larvae)                | 0.308        | 4.400        | -             | -            |
| <b>Other Aquatic Invertebrates</b> |              |              |               |              |
| Cladocera                          | 0.004        | 0.533        | 0.010         | 0.728        |
| Copepoda                           | 0.033        | 0.016        | 0.617         | 5.363        |
| Hydracarina                        | 0.229        | 1.094        | 0.001         | 0.000        |



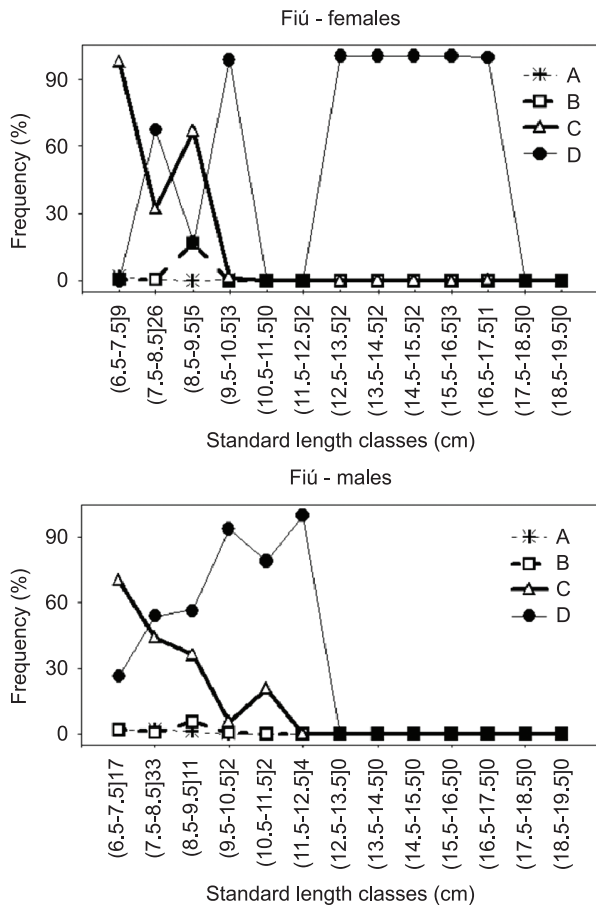
Tabela 5. Continued...

| Food resource                          | Fiú (% V)     |               | Mourão (% V)  |               |
|----------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                        | Females       | Males         | Females       | Males         |
| Nematoda                               | 0.000         | 0.002         | 0.012         | 0.000         |
| Oligochaeta                            | 0.000         | 0.618         | -             | -             |
| Ostracoda                              | 0.006         | 0.443         | 0.000         | 0.001         |
| Testacea                               | 0.001         | 0.000         | -             | -             |
| <b>Terrestrial Insects</b>             |               |               |               |               |
| Coleoptera                             | 0.000         | 0.000         | 2.884         | 1.289         |
| Diptera                                | 0.001         | 0.021         | 0.133         | 0.192         |
| Ephemeroptera                          | 0.519         | 0.000         | 0.074         | 0.749         |
| Hemiptera                              | 0.060         | 0.274         | 0.304         | 0.897         |
| Homoptera                              | 0.000         | 0.143         | 0.015         | 0.003         |
| Hymenoptera                            | 0.036         | 0.435         | 1.398         | 0.810         |
| Isoptera                               | 0.000         | 0.000         | 2.224         | 1.977         |
| Lepidoptera                            | 0.074         | 0.106         | 0.457         | 0.771         |
| Orthoptera                             | 0.062         | 0.000         | 1.549         | 1.176         |
| Thysanoptera                           | 0.000         | 0.002         | 0.000         | 0.000         |
| Trichoptera                            | 0.005         | 0.000         | 0.016         | 0.060         |
| Rests of insects                       | 0.136         | 1.055         | 0.203         | 0.323         |
| <b>Other Terrestrial Invertebrates</b> |               |               |               |               |
| Araneae                                | -             | -             | 0.356         | 0.019         |
| <b>Subtotal</b>                        | <b>2.913</b>  | <b>17.661</b> | <b>14.770</b> | <b>18.416</b> |
| <b>Fishes</b>                          |               |               |               |               |
| Characidae                             | 17.814        | 6.657         | 0.929         | 0.000         |
| Small characins                        | 35.107        | 19.019        | -             | -             |
| <i>Astyanax</i> spp.                   | 0.496         | 20.921        | -             | 77.613        |
| <i>Bryconamericus iheringi</i>         | 11.909        | 21.777        | -             | -             |
| <i>Oligosarcus paranensis</i>          | 28.086        | 0.856         | -             | -             |
| Cichlidae                              | -             | 1.902         | 28.622        | -             |
| <i>Crenicichla</i> sp.                 | -             | 1.902         | -             | -             |
| <i>Tilapia rendalli</i>                | -             | -             | 16.383        | -             |
| <i>Micropterus salmoides</i>           | -             | -             | 0.232         | 0.582         |
| <i>Synbranchus</i> sp.                 | -             | -             | 2.322         | -             |
| <i>Hoplias malabaricus</i>             | 0.000         | 0.209         | -             | -             |
| Fish scale                             | 1.551         | 0.198         | 0.431         | 0.020         |
| Rests of fish                          | 1.948         | 7.750         | 11.891        | 0.044         |
| <b>Subtotal</b>                        | <b>96.911</b> | <b>81.192</b> | <b>60.811</b> | <b>78.259</b> |
| <b>Other</b>                           |               |               |               |               |
| Detritus/sediment                      | 0.042         | 0.514         | 1.789         | 0.330         |
| Algae                                  |               |               |               |               |
| Bacillariophyceae                      | <0.001        | -             | <0.001        | -             |
| Chlorophyceae                          | <0.001        | -             | -             | -             |
| <b>Subtotal</b>                        | <b>0.042</b>  | <b>0.514</b>  | <b>1.789</b>  | <b>0.330</b>  |

due to the intraspecific similarity in ecological requirements of the specimens (Pianka 2000).

The diets among distinct length classes of piscivores are frequently influenced by ontogeny, which implies in differences

in energy requirements, morphological limitations (especially mouth gap) and in foraging ability (prey detection, pursuit and manipulation), resulting in a positive relationship between prey size and predator (Gerking 1994, Abelha et al. 2001). Therefore, a gradual

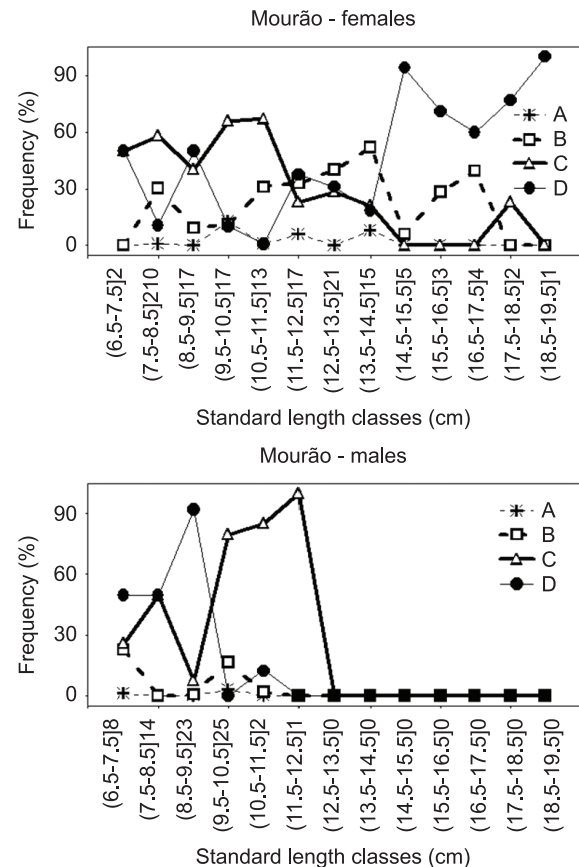


**Figure 4.** Frequency of food resources consumed among standard length classes (cm) of *Oligosarcus paranensis* at Fiú Reservoir, Paraná State, Brazil. Values located after class intervals indicate the number of stomachs analyzed per class. Legend: A = other; B = plant matter; C = invertebrates; D = fishes.

**Figura 4.** Frequência dos recursos alimentares consumidos entre as classes de comprimento padrão (cm) de *Oligosarcus paranensis* no reservatório de Fiú, estado do Paraná, Brasil. Valores localizados depois dos intervalos de classe indicam o número de estômagos analisados por classe. Legenda: A = outro; B = vegetais; C = invertebrados; D = peixes.

replacement of the invertivore diet by the piscivore one is expected with the increase in fish length, as was observed for both sexes of *O. paranensis* at Fiú, and for females at Mourão. This trend was also detected for populations of *O. hepsetus* in reservoir (Araújo et al. 2005) and stream (Botelho et al. 2007) environments, as well as for *O. longirostris* (Gealh & Hahn 1998) in reservoirs. Notwithstanding, these considerations contradicted the invertivory observed for the larger length classes of males at Mourão. However, the low stomach sampling of males with standard length equal to or greater than 10.5 cm does not allow any conclusion.

Considering what was presented here and that predation is a process with a strong impact on the structure and composition of fish communities in reservoirs (Agostinho et al. 1999, Smith & Petrere Junior 2008), it is reasonable to propose that: (i) although *O. paranensis* populations were abundant in both reservoirs, explored similar resources, the population low condition and prevalence of males in Fiú are factors that can threaten their reproductive success, resulting in the impairment of the detected abundance; (ii) the piscivorous feeding habit suggested a relevant ecological role for *O. paranensis* in maintaining the structure and diversity of the



**Figure 5.** Frequency of food resources consumed among standard length classes (cm) of *Oligosarcus paranensis* at Mourão Reservoir, Paraná State, Brazil. Values located after class intervals indicate the number of stomachs analyzed per class. Legend: A = other; B = plant matter; C = invertebrates; D = fishes.

**Figura 5.** Frequência dos recursos alimentares consumidos entre as classes de comprimento padrão (cm) de *Oligosarcus paranensis* no reservatório de Mourão, estado do Paraná, Brasil. Valores localizados depois dos intervalos de classe indicam o número de estômagos analisados por classe. Legenda: A = outro; B = vegetais; C = invertebrados; D = peixes.

ichthyofauna at Fiú and Mourão, so that changes in its abundance will probably result in some form of impact in the properties of the other fish populations that inhabit these reservoirs.

## Acknowledgments

The authors wish to thank PEA/Nupélia-UEM, COPEL and CAPES for the logistical and financial support, Jaime Pereira for developing the map, and Rodrigo Fernandes for statistical assistance.

## References

- ABELHA, M.C.F. 2001. Dieta e estrutura trófica da ictiofauna de pequenos reservatórios do estado do Paraná. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- ABELHA, M.C.F., AGOSTINHO, A.A. & GOULART, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. Acta Sci., Biol. Sci 23(2): 425-434.
- AGOSTINHO, A.A., MIRANDA, L.E., BINI, L.M., GOMES, L.C., THOMAZ, S.M. & SUZUKI, H.I. 1999. Patterns of colonization in Neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In Theoretical reservoir ecology and its applications (J.G. Tundisi & M. Straškraba, eds.). International Institute of Ecology, São Carlos, p.227-265.

- ARAÚJO, F.G., ANDRADE, C.C., SANTOS, R.N., SANTOS, A.F.G.N. & SANTOS, L.N. 2005. Spatial and seasonal changes in the diet of *Oligosarcus hepsetus* (Characiformes, Characidae) in a Brazilian Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. *Braz. J. Biol.* 65(1):1-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842005000100002>
- BAGENAL, T.B. & TESCH, F.W. 1978. Age and growth. In *Methods for assessment of fish production in fresh waters* (T.B. Bagenal, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.101-136.
- BOTELHO, M.L.L.A., GOMIERO, L.M. & BRAGA, F.M.S. 2007. Feeding of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Characiformes) in the Serra do Mar State Park – Santa Virginia Unit, São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol.* 67(4):741-748. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000400022>
- CASTRO, A.C.L. 1996. Aspectos ecológicos da comunidade ictiofaunística do reservatório de Barra Bonita, SP. *Rev. Bras. Biol.* 57(4):665-676.
- CASTRO, R.M.C. & ARCIFA, M.S. 1987. Comunidades de peixes de reservatórios no sul do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* 47(4):493-500.
- CASTRO, R.M.C. & CASATTI, L. 1997. The fish fauna from a small stream of the Upper Paraná River basin, Southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Fres.* 7(4):337-352.
- DEUS, C.P. & PETRERE JUNIOR, M. 2003. Seasonal diet shifts of seven fish species in an atlantic rainforest stream in Southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 63(4):579:588.
- FOLKVORD, A. 1997. Ontogeny of cannibalism in larval and juvenile fishes with special emphasis on Atlantic. In *Early life history and recruitment in fish populations* (C. Chambers & E. A. Trippel, eds.). Chapman & Hall, London, p.251-278. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-1439-1\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-1439-1_9)
- GARCIA, A.M., HOEINGHAUS, D.J. & WINEMILLER, K.O. 2007. Isotopic variation of fishes in freshwater and estuarine zones of a large subtropical coastal lagoon. *Estuar. Coast Shelf S.* 73:399-408. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2007.02.003>
- GARCÍA-BERTHOU, E. 2001. On the misuse of residuals in ecology: testing regression residuals vs. the analysis of covariance. *J. Anim. Ecol.* 70:708-711. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2656.2001.00524.x>
- GEALH, A.M. & HAHN, N.S. 1998. Alimentação de *Oligosarcus longirostris* Menezes & Gèri (Osteichthyes, Acestrorhynchinae) do reservatório de Salto Segredo, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 15(4):985-993.
- GERKING, S.D. 1994. *Feeding ecology of fish*. Academic Press, San Diego.
- GODINHO, A.L. 1997. Weight-length relationship and condition of the characiform *Triplocheus guentheri*. *Environ. Biol. Fish.* 50:319-330. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1007316028288>
- GOULART, E. 1994. Estrutura da população, idade, crescimento, reprodução e alimentação de *Auchenipterus nuchalis* (Spix, 1826) (Osteichthyes, Auchenipteridae) do reservatório de Itaipu-PR. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- HARTZ, S.M., MARTINS, A. & BARBIERI, G. 1996. Dinâmica da alimentação de *Oligosarcus jenynsii* (Gunter, 1864) na lagoa Caconde, Rio Grande do Sul, Brasil (Teleostei, Characidae). *Bol. Inst. Pesca* 23:21-29.
- HELLAWELL, J.M. & ABEL, R. 1971. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *J. Fish Biol.* 3:29-37. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1971.tb05903.x>
- HYSLOP, E.J. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17:411-429. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>
- JAKOB, E.M., MARSHALL, S.D. & UETZ, G.W. 1996. Estimating fitness: a comparison of body condition indices. *Oikos* 77:61-67. <http://dx.doi.org/10.2307/3545585>
- JÚLIO JUNIOR, H.F., THOMAZ, S.M., AGOSTINHO, A.A. & LATINI, J.D. 2005. Distribuição e caracterização dos reservatórios. In *Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais* (L. Rodrigues, S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes, eds.). Rima Editora, São Carlos, p.1-16.
- KING, M. 1995. *Fisheries biology, assessment and management*. Blackwell Science, Oxford.
- LOUREIRO-CRIPPA, V.E. & HAHN, N.S. 2006. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. *Neotrop. Ichthyol.* 4(3):357-362. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252006000300007>
- LUIZ, E.A., GOMES, L.C., AGOSTINHO, A.A. & BULLA, C.K. 2003. Influência de processos locais e regionais nas assembléias de peixes em reservatórios do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci., Biol. Sci.* 25(1):107-114.
- LUZ-AGOSTINHO, K.D.G., BINI, L.M., FUGI, R., AGOSTINHO, A.A. & JÚLIO JUNIOR, H.F. 2006. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá Reservoir, Paraná river basin, Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 4(1):61-68. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252006000100005>
- MENEZES, N.A. 1988. Implications of the distribution patterns of the species of *Oligosarcus* (Teleostei, Characidae) from central and Southern South America. In *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns* (P.E. Vanzolini & W. Ronald Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.295-304.
- MENEZES, N.A. & RIBEIRO, A.C. 2010. *Oligosarcus jacuiensis* (Characiformes: Characidae), a new species from the Uruguay and Jacuí River basins, southern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 8(3):649-653. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252010000300010>
- MESCHIATTI, A.J. 1995. Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu, SP. *Acta Limnol. Bras.* 7:115-137.
- NEY, J.J. 1993. Practical use of biological statistics. In *Inland fisheries management in North America* (C.C. Kohler & W.A. Hubert, eds.). American Fisheries Society, Bethesda, p.137-158.
- NIKOLSKY, G.V. 1978. *The ecology of fishes*. T. F. H. Publications, Neptune City.
- NUNES, D.M. & HARTZ, S.M. 2006. Feeding dynamics and ecomorphology of *Oligosarcus jenynsii* (Günther, 1864) and *Oligosarcus robustus* (Menezes, 1969) in the lagoa Fortaleza, Southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 66(1A):121-132. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000100016>
- OKEYO, D.O. 1989. Herbivory in freshwater fishes: a review. *Isr. J. Aquacult.* 41(3):79-97.
- PAGIORO, T.A., THOMAZ, S.M. & ROBERTO, M.C. 2005. Caracterização limnológica abiótica dos reservatórios. In *Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais* (L. Rodrigues, S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes, eds.). Rima Editora, São Carlos, p.17-37.
- PECK, M.A., CLEMMESSEN, C. & HERRMANN, J.P. 2005. Ontogenetic changes in the allometric scaling of the mass and length relationship in *Sprattus sprattus*. *J. Fish Biol.* 66:882-887. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00651.x>
- PIANKA, E.R. 2000. *Evolutionary ecology*. 6th ed. Benjamin/Cummings, San Francisco.
- POPE, K.L. & KRUSE, C.G. 2007. Condition. In *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data* (C.S. Guy & M.L. Brown, eds.). American Fisheries Society, Bethesda, p.423-514.
- SCHULTE-HOSTEDDE, A.I., ZINNER, B., MILLAR, J.S. & HICKLING, G. J. 2005. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology* 86(1):155-163. <http://dx.doi.org/10.1890/04-0232>
- SMITH, W.S. & PETRERE JUNIOR, M. 2008. Spatial and temporal patterns and their influence on fish community at Itaparanga Reservoir, Brasil. *Rev. Biol. Trop.* 56(4):2005-2020. PMID:19419097.
- SOSNOVSKY, A. & QUIRÓS, R. 2009. Effects of fish manipulation on the plankton community in small hypertrophic lakes from the Pampa Plain (Argentina). *Limnologia* 39:219-229. <http://dx.doi.org/10.1016/j.limno.2008.04.004>
- STATSOFT. 2005. *Statistica*. Version 7.0. StatSoft Inc., Tulsa.
- STEVENSON, R.D. & WOODS JUNIOR, W.A. 2006. Condition indices for conservation: new uses for envolving tools. *Integr. Comp. Biol.* 46(6):1169-1190. PMID:21672816. <http://dx.doi.org/10.1093/icb/icl052>

- SUTTON, S.G., BULT, T.P. & HAEDRICH, R.L. 2000. Relationships among fat weight, body weight, water weight and condition factors in wild atlantic salmon parr. T. Am. Fish. Soc. 129:527-538. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659\(2000\)129<0527:RAFWBW>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(2000)129<0527:RAFWBW>2.0.CO;2)
- TEIXEIRA, R.L. 1989. Aspectos da ecologia de alguns peixes do arroio Bom Jardim, Triunfo, RS. Rev. Bras. Biol. 49(1):183-192.
- TERRA, B.F. & ARAÚJO, F.G. 2011. A preliminary fish assemblage index for a transitional river-reservoir system in southeastern Brazil. Ecol. Indic. 11:874-881. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.11.006>
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM, Maringá.
- VONO, V., ALVES, C.B.M. & MAGALHÃES, A.L.B. 1997. A ictiofauna dos cursos d'água tributários do reservatório da futura UHE-Igarapava-Rio Grande. Acta Limnol. Bras. 9:33-43.
- WINEMILLER, K.O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. Environ. Biol. Fish. 26:177-199. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00004815>
- WOOTTON, R.J. 1999. Ecology of teleost fishes. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Received 10/08/2011

Revised 13/02/2012

Accepted 26/03/2012



## Multidisciplinary approach to identification of fishery production systems on the northern coast of Brazil

**Bianca Bentes<sup>1,4</sup>, Victoria Judith Isaac<sup>1</sup>, Roberto Vilhena do Espírito-Santo<sup>1</sup>, Thierry Frédou<sup>3</sup>,  
Morgana Carvalho de Almeida<sup>1</sup>, Keila Renata Moreira Mourão<sup>2</sup> & Flávia Lucena Frédou<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará – UFPA, Av. Perimetral, 2651, Guamá, CEP 66077-530, Belém, PA, Brazil

<sup>2</sup>Laboratório de Dinâmica, Avaliação e Manejo de Recursos Pesqueiros, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará – UFPA, Rua Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP 66075-110, Belém, PA, Brazil

<sup>3</sup>Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Rua D. Manuel de Medeiros, sn, Dois irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil

<sup>4</sup>Corresponding author: Bianca Bentes, e-mail: bianca@ufpa.br

BENTES, B., ISAAC, V.J., ESPÍRITO-SANTO, R.V., FRÉDOU, T., ALMEIDA, M.C., MOURÃO, K.R.M. & FRÉDOU, F.L. **Multidisciplinary approach to identification of fishery production systems on the northern coast of Brazil**. *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?article+bn00612012012>

**Abstract:** Artisanal fishing on the northern coast of Brazil is characterized by a set of different fishery modalities. Using a multidisciplinary approach, 20 fishery production systems were identified, with distinct characteristics regarding technology and purpose. The characteristics of each system were classified into five dimensions (ecological, economic, social, technological and political). Multidimensional scaling revealed that some of these 20 systems have greater similarities. Thus, a total of 10 groups were identified.

**Keywords:** *production systems, fisheries, northern Brazil, fishery attributes.*

BENTES, B., ISAAC, V.J., ESPÍRITO-SANTO, R.V., FRÉDOU, T., ALMEIDA, M.C., MOURÃO, K.R.M. & FRÉDOU, F.L. **Abordagem multidisciplinar para a identificação dos sistemas de produção pesqueira na costa Norte do Brasil**. *Biota Neotrop.* 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?article+bn00612012012>

**Resumo:** A pesca artesanal na costa Norte do Brasil é caracterizado por um conjunto de modalidades de pesca diferentes. Utilizando uma abordagem multidisciplinar, 20 sistemas de produção pesqueira foram identificados, com características distintas em relação à tecnologia e finalidade. As características de cada sistema foram classificados em cinco dimensões (ecológicas, econômicas, sociais, tecnológicos e políticos). A análise de escalonamento multidimensional revelou que alguns destes 20 sistemas têm semelhanças maiores. Assim, um total de 10 grupos distintos foram identificados.

**Palavras-chave:** *sistema de produção, pesca, nordeste do Brasil, atributos pesqueiros.*

## Introduction

Due to its huge amount of sediment and organic matter, the northern coast of Brazil sustains a high degree of biological production based fundamentally on demersal resources (Ministério do Meio Ambiente (Brasil 1997a). Thus, the exploitation of marine fishery resources is an important activity to the development of coastal populations. However, the disorderly growth of the fishing sector has led to a large number of conflicts regarding the use of such resources. Management measures have emerged in an attempt at establishing more sustainable solutions to this exploitation. Greater knowledge on fishery characteristics and their associations with society are necessary to the formulation of adequate regulatory measures and public policies regarding fishery modalities in the region.

In northern Brazil, as in other regions of the country, different fishery modalities and scales coexist – from subsistence fishing exercised for the sole objective of obtaining food for the fishermen's families to large-scale fishing involving vessels with sophisticated navigation and catch equipment capable of reaching distant oceanic areas (Brasil 1997b). Small-scale fishing lies between these two extremes and is characterized by its diversity in the use of catch methods, fishing power and finality (local, regional, national and international markets). Artisanal fishing modalities account for 90% of the fishery production of the northern coast of Brazil (Pará 2010).

For management purposes, commercial fisheries in Brazil are classically divided into two categories: industrial/semi-industrial and artisanal. Espírito-Santo (2002) and Braga (2002) subdivide the artisanal fleet of the region into two categories: small scale (vessels less than 12 m in length) and large scale (vessels larger than 12 m). Industrial fisheries are easily identifiable from the specificity and economic importance in the generation of income, which facilitates their regulation and monitoring on the part of the authorities. However, there are virtually no management actions with regard to small-scale artisanal fisheries, perhaps due to a lack of interest on the part of the government, since such systems do not generate tax revenues, but also due to difficulties regarding the definition, identification and monitoring of these fisheries, considering their diffuse, multi-species nature. However, despite the artisanal quality, it is not unlikely that the target species of these fisheries are undergoing intensive pressure, as reported for the acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*), gillbacker sea catfish (*Aspistor parkeri*), Spanish mackerel (*Scomberomorus brasiliensis*), king weakfish (*Macrodon ancylodon*) and some cartilaginous fish (*Carcharhinus porosus*, *C. acronotus* and *Dasyatis guttata*) (Frédou & Asano-Filho 2006). Considering the immeasurable labor involvement and the decline of many artisanal fisheries around the world (Pauly et al. 2002) as well as in the state of Pará (northern Brazil) (Bentes 2004), it seems evident that knowledge on the characteristics and dynamics of artisanal fisheries in this state is fundamental to the generation of information that could foster development measures for these activities as well as the protection of the species and ecosystems involved.

Multivariate comparison of the fishery production systems allows the detection of the need for differentiated management measures depending on the system in question. These approaches have gained much popularity using statistical comparative tools packages reducing monetary resources utilized in management process (Gavaris 2009, Hinz et al. 2009, Clarke et al. 2008).

The aim of the present study was to define, identify and characterize different fishery modalities along the coast of the state of Pará, Brazil, applying the concept of production systems, which allows typifying the fisheries that operate in the coastal and marine region of northern Brazil. This classification can contribute toward directing public policies regarding economic growth as well as

environmental conservation measures and guide the sampling design for future collections in studies on ecology, biology, yield and fishery efforts that can be developed in the region.

## Material and Methods

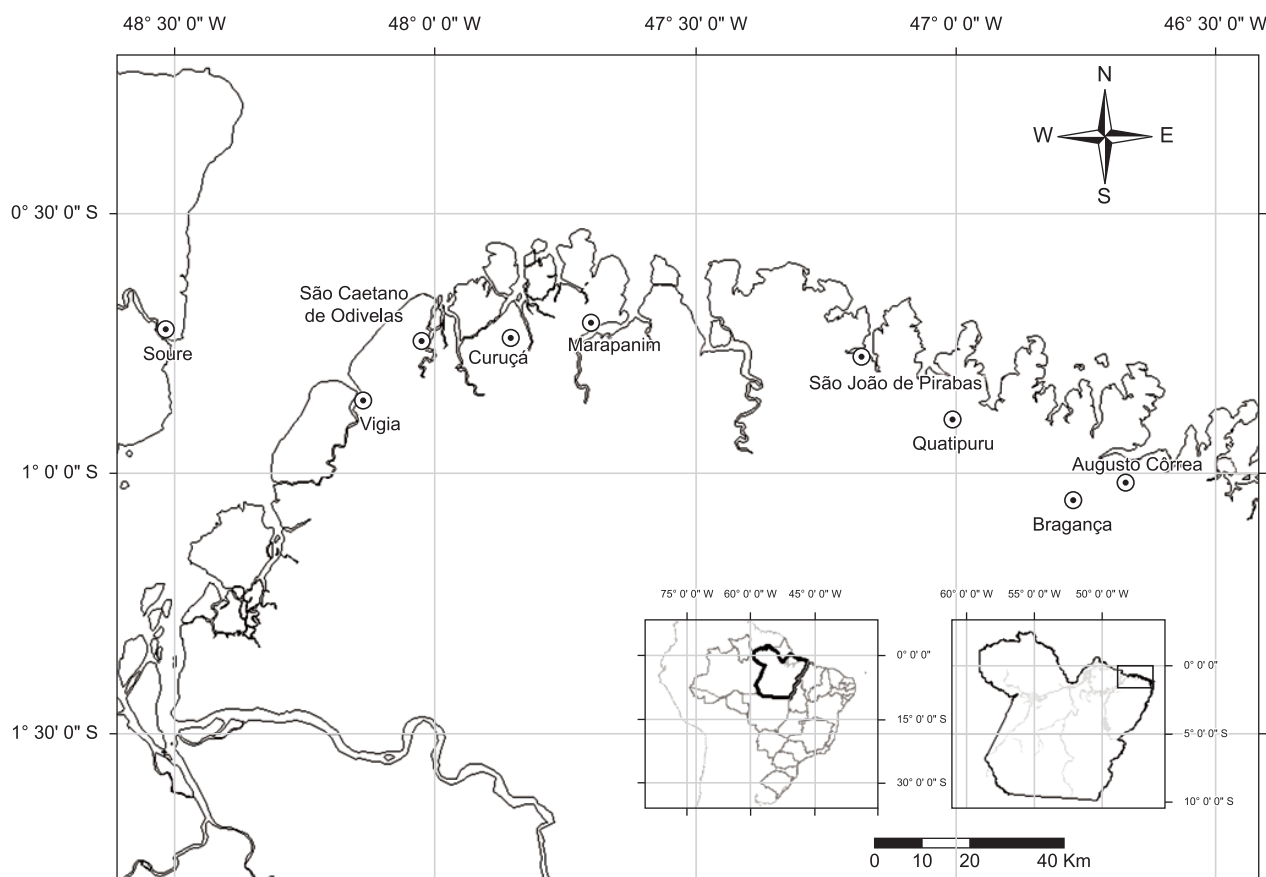
The northern coast of Brazil extends from Cabo Orange in the state of Amapá to São Marcos Bay in the state of Maranhão, covering a coastline distance of approximately 1300 km. The area under the influence of the mouth of the Amazon River is occupied by a huge delta-estuarine complex that results in the mixture of approximately 6300 km<sup>3</sup>/year of continental waters and  $9.3 \times 10^8$  t/year of sediment in oceanic waters Barthém (1985). The coastal region is very unstable and is submitted to the action of processes that produce constant erosion and the depositing of sediments, which contributes toward the dynamic development of floodplains and a large number of islands. Mangrove forests occur in protected areas, helping to accentuate the irregularities of the coastline and generating broad tidal plains, which characterize what are known locally as the "Pará/Maranhão re-entrances" (Barthem 1985). All these peculiarities represent an extremely complex environment, which is reflected in the diversified regional fishing characteristics (Ceará 1988, Isaac 2006).

The marine/estuarine fishing fleet of the state of Pará is the most numerous and important of the Amazonian coast and operates throughout the entire northern region of the country (Pará 2010), with diverse types of vessels, such as skiffs with either sails or oars, motorized skiffs, small wooden motor boats (8 to 12 m), medium-size wooden motor boats (12 to 20 m) and steel industrial vessels with lengths surpassing 18 m. For the purposes of data collection in the present study, fishing boats from nine municipalities in the state of Pará were considered between 2002 and 2005, involving the main landing sites and catch storage facilities in the state (Instituto... 2007): Vigia de Nazaré, Bragança, São Caetano de Odivelas, Marapanim, Curuçá, São João de Pirabas, Augusto Corrêa, Quatipuru and Soure (Figure 1).

For the delimitation of the fisheries, the concept of fishery production system was adopted, which is an extension of the concept of "métier" used by Mesnil & Shepherd (1990) to classify multi-species fisheries. The difference in the present study was the inclusion of socioeconomic variables along with technical and environmental characteristics in the definition of the fisheries, the aim of which was to integrate the social and natural sciences in the definition of homogeneous units rather than limiting the study to the technical conception of fisheries generally employed by fishery researchers (Blanc-Pamard et al. 1992). Based on the concept determined among different researchers of the Brazilian RECOs Project (Millennium Institutes/CNPq), fishery production systems (FPS) were defined as a combination of social, economic, technological and environmental dynamics that has relatively homogeneous characteristics in terms of the organization of the work.

In order to obtain this classification, information from fishers and fisheries' stakeholders (community leader, union representatives and government agents) interviews at the landing sites as well as knowledge and experience of the research team were also incorporated. Moreover, secondary data were obtained from the scientific literature, when available.

Then, a list of categorization criteria was defined: 1-Fleet; 2-Fishing practices and gear; 3-Live resource exploited; 4-Target environment where exploitation occurs; 5- Fishermen's place of residence; 6- Fishermen's working relations; 7-Fishermen's income; 8-Degree of isolation from the community or location in which the fishermen live (Isaac et al. 2009).



**Figure 1.** Main ports for landing of catches on the coast of the state of Pará (locations in bold type correspond to municipal administration centers).

Based on these criteria, the fishery production systems went through a more detailed assessment based on 57 attributes. These attributes were subdivided into five dimensions: social, economic, ecological, technological and political as multidisciplinary approach. The information was codified as ordinal variables, ranging from 1 to 3 (4, 5 or 6 as maximum) in a first time (Table 1). The attributes of each system were hence scaled using the formulae  $y = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}}$ .

A Ward cluster analysis with Euclidean distances was performed. In order to size down the number of systems, a similarity profile analysis (SIMPROF) was used to test groups significance. Analyses were carried out in the R software environment with The R Stats Package (Stats; R Development Core Team 2011) and Significant Cluster Analysis package (clustsig; Whitaker & Christman 2010).

## Results

### 1. Description of fishery production systems

A total of 10 different groups of fishery production systems were identified operating along the Amazonian coast (Table 2) with fleets stationed in the state of Pará, two of which were industrial (AICS – Artisanal industrial continental shelf and IC – industrial coast) using steel-hull vessels of greater trip autonomy and fishing power. Four group systems were classified as large-scale artisanal systems (AC – Artisanal coast; ALC – Longline gillbacker sea catfish; AICS – Artisanal and industrial continental shelf) and ALO – Artisanal lobsters), having more developed technological attributed, although

using wooden-hull vessels and fish conservation in ice compartments. More than half of the systems were classified as small-scale artisanal system, with catches performed with small vessels (at times without motors), conserving the catch in ice, when possible, and going on trips with a maximum of five days. The description of the main characteristics of each system is as follows:

- **GROUP 1) Artisanal mangrove and beach :** include Block net system (ABN), Shellfish (ASH), artisanal shrimps (ASR), sardine system (ASA) and net estuarine without engine boat (AEW). First fishing modality is banned by law. Fish are caught in tide channels and streams of the estuarine systems and this modality can be considered subsistence fishing. A small net with a fine mesh is secured to the bottom of the channel during low tide. At high tide, the net is stretched to the surface, where it is also tied. The net remains in the water for one tide cycle and is then searched. The nets may be deployed with the aid of a rowboat or occasionally with no vessel at all. Juveniles of species of commercial importance are caught, such as the acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) and goliath grouper (*Epinephelus itajara*), as well as small adult fish, such as *Cathorops* sp., *Mugil* sp. or *Sciades herzbergii*, which use the channels and mangrove ecosystem as refuge, nursery and feeding ground. The system is very simple and offers little economic yield. Trips correspond to a single day, occupying two or three fishermen (generally relatives or friends), who live near the channels where the catches occur. Shellfish system employs men and women who collect mollusks, such as *Mytella* spp., *Crassostrea* sp., *Neoteredo* sp. and

**Table 1.** Attributes used for the characterization of fishery production systems in the state of Pará considering five analysis dimensions (social, ecological, economic, technological and management).**Tabela 1.** Atributos utilizados para a caracterização dos sistemas de produção pesqueira do Estado do Pará, considerando a análise de 5 dimensões (social, ecológica, econômica, tecnológica e de manejo).

| Dimension     | Attribute                                                    | Description of classes                                                                                                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Social        | Professional indicators                                      | 1 (bad) to 6 (excellent)                                                                                                                                                              |
|               | Working relationships                                        | 1 - family/artisanal; 2 - boat owner; 3 - employee                                                                                                                                    |
|               | Schooling                                                    | 1 (lower) to 3 (higher)                                                                                                                                                               |
|               | Origin of fishermen                                          | 1 - locale; 2 - neighboring region; 3 - from the state, but far from locale; 4 - out of state; 5 - abroad                                                                             |
|               | Healthcare                                                   | 1 (bad) to 6 (excellent)                                                                                                                                                              |
|               | Social organization                                          | 1-non-existent; 2-exists, operates precariously; 3-exist, has little community adhesion; 4-exists, has good community adhesion; 5-high degree of community intervention, many members |
|               | Transportation and infrastructure                            | 1 - only by maritime/fluviat route; 2 - precarious land connections; 3 - good land connections                                                                                        |
|               | Housing location of fishermen                                | 1 - isolated locale; 2 - village; 3 - rural city; 4 - capital                                                                                                                         |
|               | Housing quality                                              | 1 (bad) to 5 (excellent)                                                                                                                                                              |
|               | n° of people exploiting the system                           | 1 - in decline; 2 - maintained stable over last 5 years; 3 - slight growth in last r years; 4 - accentuated growth in last 5 years                                                    |
| Ecological    | Degree of vulnerability                                      | 1 (low) to 4 (high)                                                                                                                                                                   |
|               | Primary productivity                                         | 1 (oligotrophic) to 3 (eutrophic)                                                                                                                                                     |
|               | Degree of degradation                                        | 1 (compromised), 2 (degraded) and 3 (conserved)                                                                                                                                       |
|               | Changes in degree of degradation                             | 1 (worsening) to 3 (recovering)                                                                                                                                                       |
|               | Variation in habitat extension                               | 1 (rapidly reducing) to 4 (increasing)                                                                                                                                                |
|               | Number of target species                                     | 1 - mono-specific; 2 - multi to 10; 3 - multi > 10                                                                                                                                    |
|               | Variation in composition of target species                   | 1 - changes in species; 2 - changes in proportions; 3 - no changes                                                                                                                    |
|               | Average duration of life cycle                               | 1 - short; 2 - medium; 3 - long                                                                                                                                                       |
|               | Range of migration                                           | 1 - inexistent; 2 local; 3 - regional; 4 - inter EEZ                                                                                                                                  |
|               | Variation in the extension of distribution of fishery system | 1 - increasing; 2 - stable; 3 - slowing reducing; 4 - rapidly reducing                                                                                                                |
|               | Vulnerability to reproduction                                | 1 (high) a 3 (none)                                                                                                                                                                   |
|               | Vulnerability in cultivation area                            | 1 (high) a 3 (none)                                                                                                                                                                   |
|               | Level of discards                                            | 1 (high) to 4 (null)                                                                                                                                                                  |
| Technological | Exploitation status                                          | 1 (over-exploited) to 4 (under-exploited)                                                                                                                                             |
|               | Changed in catch size                                        | 1 - strong change; 2 - gradual change; 3 - no change                                                                                                                                  |
|               | Gear selectivity                                             | 1 (low) to 3 (high)                                                                                                                                                                   |
|               | Autonomy (days of trip)                                      | 1 (0-1); 2 (2-5); 3 (6-15); 4 (16-30); 5 (>30)                                                                                                                                        |
|               | Product processing and conservation technology               | 1 - none; 2 - exists, slightly sophisticated; 3 - very sophisticated                                                                                                                  |
|               | Localization and navigation technology                       | 1 (none) to 4 (high)                                                                                                                                                                  |
|               | Evolution of fishing power                                   | 1 - decreasing ; 2 - constant; 3 - increasing                                                                                                                                         |
|               | Effect of gear                                               | 1 - non-destructive; 2 - a little destructive; 3 - very destructive                                                                                                                   |
|               | Propulsion                                                   | 1 - on foot; 2 - rows; 3 - sail; 4 - motor up to 20 hp; 5 - from 20 to 200 hp; 6 - over 200 hp                                                                                        |
|               | Communication system                                         | 1 - none; 2 - some range; 3 - long range                                                                                                                                              |
| Economic      | Evolution of fishing effort                                  | 1 - decreasing; 2 - constant; 3 - increasing                                                                                                                                          |
|               | Average catch price (R\$/kg)                                 | 1 (0-2); 2 (3-6); 3 (7-15); 4 (16-30); 5 (≥30) (1US\$ = 1.758)                                                                                                                        |
|               | Average production per year (kg)                             | 1 ( 0-100); 2 (101-1000); 3 (1001-10,000); 4 (10,001-100,000); 5 (>100,001)                                                                                                           |
|               | Aggregation of valor                                         | 1 (low) to 3 (high)                                                                                                                                                                   |
|               | Per capita income comparison                                 | 1 (lower) to 3 (higher)                                                                                                                                                               |
|               | Frequency of other activities                                | 1 - never; 2 - occasionally; 3 - regularly                                                                                                                                            |
|               | Importance of other activity                                 | 1 (low) to 3 (high)                                                                                                                                                                   |
|               | Cost of equipment                                            | 1 (high) to 4 (low)                                                                                                                                                                   |
|               | Price variation rate                                         | 1 (high) to 4 (low)                                                                                                                                                                   |
|               | Product destination                                          | 1 - local; 2 - regional; 3 - national; 4 - international                                                                                                                              |
|               | Subsidies to activity                                        | 1 (many) to 3 (none)                                                                                                                                                                  |
|               | Dependence on middlemen                                      | 1 (high) to 4 (none)                                                                                                                                                                  |



Table 1. Continued...

| Dimension  | Attribute                         | Description of classes                                                                               |
|------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Management | Limitation in access to resource  | 1 - free access; 2 - not very effective; 3 - very effective                                          |
|            | Existence of points of reference  | 1 - no; 2 - partially; 3 - completely                                                                |
|            | Traditional measures              | 1 - no; 2 - some; 3 - many                                                                           |
|            | Governmental measures             | 1 - no; 2 - some; 3 - many                                                                           |
|            | Human impact                      | 1 - no; 2 - partially diagnosed; 3 - diagnosed with mitigation action;<br>4 - complete mitigation    |
|            | Users represented                 | 1 - no; 2 - some; 3 - all                                                                            |
|            | Existence of conflicts            | 1 - yes, broken relations; 2 - yes, serious; 3 - yes, mild; 4 - none                                 |
|            | Statistics                        | 1 - do not exist; 2 - partially collected; 3 - completely;<br>4 - reliable statistics; 5 - available |
|            | Scientific research               | 1 - does not exist; 2 - exists, not utilized; 3 - utilized                                           |
|            | Existence of reserves             | 1 - no; 2 - established, not managed; 3 - established, managed                                       |
|            | Institutionalized procedures      | 1 - no; 2 - partially; 3 - satisfactorily                                                            |
|            | Supervision/Monitoring efficiency | 1 - does not exist; 2 - is not efficient; 3 - is efficient                                           |

*Lucina pectinata*, from the mud of the tide channels during low tide. Collection is performed manually, even though transport to the extraction site may be carried out in a skiff. The activity is carried out in a single period by teams of approximately four partners (generally neighbors or relatives). This activity is not constant. The periods of greater activity are at the end of the year and during vacation time in July, when the products are sold to tourists. The rest of the year, the production is destined for the consumption of the collectors' families, especially between fish harvests, or sold to middlemen. Economic yield is low – approximately R\$ 20 per expedition per collector. Artisanal beach include Include sardine catches (ASA) and shrimps catches (ASR). The first system is relatively new and occurs on rowboats, small sailboats or motorized skiffs with up to seven m in length and motors with little power. A transparent nylon net 300 m in length with a fine mesh is placed in the water column in regions near the beach or entrances to channels in order to capture *Cetengraulis edentulus* and *Anchovia clupeioides* of the family Eugraulidae. The catch is performed in a single day by teams of three or four partners or relatives. Average production is approximately 40 to 50 kg per trip. The catch is landed on the beach, washed, eviscerated, decapitated, salted and sun dried. It is later sold to middlemen, who pay approximately R\$ 10 per kg. The fishermen who participate in this production system have a low average income and live mainly in the community of Ajuruteua in the city of Bragança. The second system unites different forms of small-scale fishing and is characterized by catches carried out in estuaries and coastal waters in the between-tide region, aimed at catching marine shrimp from the family Penaeidae, especially *Litopenaeus schmitti*. Various types of fixed nets are used, such as *zangarias* (fixed gill net on stakes), which are gillnets placed buried in a circle around a sand bank and raised by the effect of the tide; *puçás de muruada* (fixed beach seine), which are conical gillnets placed in channels or deeper sites on the coastline; *puçás de arrasto* (beach seine), which are conical gillnets with a fixed opening, operated manually near the coastline; and gillnets with a fine mesh, cast manually in the proximities of the coastline or from a small vessel. Catches are carried out in locations near the fishermen's residences or on the beaches of the coast. The fishermen sometimes spend a number of days in

precarious shacks during fishing expeditions before returning to their communities. Shrimp are caught, together with a wide diversity of small fish used for the consumption of the fishermen's families. This modality is particularly important during the summer on beaches such as Marudá (Marapanim) or Ajuruteua (Bragança), where the shrimp is sold to restaurants for service to tourists. Otherwise, the production constitutes small quantities of shrimp, which are sold either salted or fresh to middlemen. The fishermen of this system have a low quality of life and insufficient per capita income as well as a low degree of schooling and little access to social services due to the isolation of their communities. Net estuarine without engine (AEW): This fishing modality is characterized by the use of very simple, small vessels moved by oars or sail power (no motor) that transport two or three fishermen. Fish are caught with small gillnets with mesh size ranging from 40 to 50 mm between opposing knots. The fishing grounds are near the communities in estuarine or coastal areas over muddy or muddy and sandy bottoms. Trips are short (from a few hours to 1 or 2 days) and occupy two or three fishermen. A wide variety of species are caught, especially the king weakfish, toroto grunt (*Geniatremus luteus*), mullet (*Mugil* sp.) and coco sea catfish (*Bagre bagre*). The fishermen live in fishing communities and participate in the activity with relatives or neighbors. Incomes are quite low, but little investment is needed to perform the activity.

- GROUP 2) Artisanal Estuary (AE): with four kinds of modalities of fisheries very similar - Net estuarine with engine – (AEE): this system uses motorized skiffs and small wooden both with little motor power that operate in coastal or estuarine regions over muddy and sandy bottoms, catching marine fish with gillnets with a mesh size ranging from 50 to 70 mm between opposing knots. Trips last one week, occupying three or four fishermen. Small fish are targeted, such as the king weakfish, *Macrodon ancylodon*, and sardines from the families Engraulidae and Clupeidae, caught either in the water column or on the bottom. The yield is approximately 500 kg per trip, which generates an income of up to R\$ 400 per fisherman. The fishermen in this system reside in either isolated communities or in the centers of the municipalities where the landings occur. Work relations are informal, with partners or family members. Longline estuary – (ALE) This fishing system targets estuary fish

**Table 2.** Main characteristics of marine/estuarine fishery production systems in the state of Pará  
**Table 2.** Principais características dos sistemas de produção pesqueira identificados nas pescarias marinho-estuarinas da frota do Estado do Pará.

| Group | Code | Name                              | Scale                 | Gear           | Fleet                                                               | Target                              | Main species                                                                         | Environment       | Work relationship | Revenue | Main landing places                      |
|-------|------|-----------------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|
| 8     | ISN  | Industrial snapper                | Industrial            | Trap           | Casco de aço, maiores de 12 m                                       | Red snapper                         | <i>Lutjanus purpureus</i>                                                            | Continental shelf | Empresarial       | Larger  | Vigia                                    |
| 10    | ISR  | Shrimp trawl                      | Industrial            | Twin Trawl net | Casco de aço maiores de 12 m                                        | Shrimp                              | <i>F. subtilis</i><br><i>F. brasiliensis</i>                                         | -                 | Empresarial       | Larger  | Icoaraci District                        |
| 10    | ICT  | Laulao catfish                    | Industrial            | -              | Casco de aço maiores de 12 m                                        | Laulao catfish                      | <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>                                                   | Coast             | Empresarial       | Larger  | Vigia, Icoaraci District                 |
| 9     | ALO  | Lobster                           | Large scale artisanal | Gill Net       | Casco de madeira entre 8 e 12 m                                     | Lobster                             | <i>Panulirus argus</i><br><i>Panulirus laeviscauda</i><br><i>Scyllarides delfosi</i> | Coast             | Shipowner         | Larger  | Augusto Corrêa                           |
| 4     | AGW  | Acoupa weakfish coastal gill net  | Large scale artisanal | Gill Net       | Casco de madeira entre 8 e 12 m                                     | Acoupa weakfish                     | <i>Cynoscion acoupa</i>                                                              | Coast             | Shipowner         | Larger  | Curuçá, Bragança, Vigia                  |
| 6     | ALC  | Longline gillbacker sea catfish   | Large scale artisanal | Longline       | Casco de madeira entre 8 e 12 m                                     | Gillbacker sea catfish e and sharks | <i>Aspistor parkeri</i>                                                              | Coast             | Shipowner         | Larger  | Curuçá, Bragança                         |
| 8     | ASN  | Artisanal snapper                 | Large scale artisanal | Line           | Casco de madeira entre 8 e 12 m                                     | Red snapper                         | <i>Lutjanus purpureus</i>                                                            | Continental shelf | Shipowner         | Larger  | Bragança                                 |
| 4     | AGM  | Spanish mackerel coastal gill net | Small scale artisanal | Gill Net       | Casco de madeira entre 8 e 12 m                                     | King weakfish and Spanish mackerel  | <i>Scomberomorus brasiliensis</i>                                                    | Coast             | Partnership       | Equal   | Bragança, São João de Pirabas, Vigia     |
| 6     | ALS  | Coastal Longline                  | Small scale artisanal | Longline       | Casco de madeira entre 8 e 12 m e canoas motorizadas menores de 8 m | Coco sea catfish                    | <i>Bagre bagre</i>                                                                   | Coast             | Partnership       | Equal   | Curuçá, Bragança, São João de Pirabas    |
| 5     | ALI  | Coastal line                      | Small scale artisanal | Line           | Casco de madeira entre 8 e 12 m e canoas motorizadas menores de 8 m | King mackerel and mutton snapper    | <i>Lutjanus sinagris</i><br><i>Scomberomorus cavala</i>                              | Coast             | Partnership       | Larger  | São João de Pirabas                      |
| 1     | AEW  | Net estuarine without engine boat | Small scale artisanal | Gill Net       | Canoas de até 7,9 m sem motor                                       | Fishes                              | Multispecies                                                                         | Estuary           | Partnership       | Smaller | Bragança, Curuçá, Marapanim              |
| 2     | AEE  | Net estuarine with engine boat    | Small scale artisanal | Gill Net       | Canoas de até 7,9 m com motor                                       | Fishes                              | Multispecies                                                                         | Estuary           | Partnership       | Equal   | Soure, Bragança, São Caetano de Odivelas |

Table 2. Continued...

| Group | Code | Name             | Scale                 | Gear     | Fleet                          | Target                 | Main species                                                                     | Environment | Work relationship | Revenue | Main landing places                                               |
|-------|------|------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|
| 2     | ARG  | Riverine species | Small scale artisanal | Gill Net | Barcos motorizados de 8 a 12 m | Fishes                 | Multispecies                                                                     | Estuary     | Partnership       | Smaller | Soare, Marapanim, Vigia                                           |
| 2     | ALE  | Longline estuary | Small scale artisanal | Longline | Canoas a remo e motorizadas    | Fishes                 | Multispecies                                                                     | Estuary     | Familiar          | Equal   | Bragança, Vigia, Soare                                            |
| 3     | ATR  | Barriers estuary | Small scale artisanal | Trap     | Canoas a remo e motorizadas    | Fishes                 | Multispecies                                                                     | Estuary     | Partnership       | Equal   | Bragança, Quatipuru, São João de Pirabas, São Caetano de Odivelas |
| 1     | ASA  | Sardine          | Small scale artisanal | Gill Net | Canoas a remo                  | Sardine                | <i>Anchovia</i> sp.<br><i>Cetengraulis</i> sp.                                   | Beach       | Familiar          | Smaller | Bragança                                                          |
| 1     | ASR  | Artisanal shrimp | Small scale artisanal | Gill Net | -                              | Shrimp                 | <i>Litopenaeus schmitti</i><br><i>Xiphopenaeus kroyeri</i><br><i>F. subtilis</i> | Beach       | Familiar          | Smaller | Bragança, Curuçá, Marapanim                                       |
| 1     | ABN  | Block net        | Small scale artisanal | Gill Net | Canoas a remo e motorizadas    | Fish                   | Multispecies                                                                     | Mangrove    | Familiar          | Smaller | Bragança, Marapanim, Curuçá                                       |
| 1     | ASH  | Shellfish        | Small scale artisanal | Manual   | Canoas a remo                  | Crustaceans e Mollusks | <i>Mytella</i> sp.<br><i>Neoteredo reyniei</i><br><i>Crassostrea rhizophorae</i> | Mangrove    | Familiar          | Smaller | Marapanim, São João de Pirabas                                    |
| 7     | ACR  | Crab             | Small scale artisanal | Manual   | -                              | Crab                   | <i>Ucides cordatus</i>                                                           | Mangrove    | Familiar          | Smaller | Soare, Vigia                                                      |

with bottom lines, using mainly small boats (8 to 12 m in length) with autonomy for less than one week and occupying three fishermen. The fleet operates in estuarine regions and sites near the coast. The most commonly used hooks are numbers 8 and 10, which catch a large variety of species, especially catfish from the family Ariidae, such as the coco sea catfish, crucifix sea catfish and gillbacker sea catfish, which are generally maintained intact on board and sold immediately after landing. The fishermen in this system generally live in fishing communities near the landing sites and are relatively isolated from large urban centers. Catches are performed with friends or family members under informal work relations, splitting the profits, which can be up to R\$ 400 per fisherman per trip. River gill net – (ARG) This system is dedicated to fishing freshwater species that occur in the waters of the Amazon estuary under the influence of the drainage of the Amazon River. Catches are carried out on small and medium-size vessels with an average crew of five fishermen. Trips last approximately eight days and yield an average of 1.5 t per trip. Gillnets are used, with three to five Km in length, five m in height and mesh size of 15 cm between opposing knots. The main species caught are freshwater fish, such as the laulao catfish, dolphinfish (*Brachyplatystoma rousseauxii*) and silver croaker (*Plagioscion squamosissimus*), but, depending on the season, some marine species are also caught, such as *Sciades herzbergii*. The fish are eviscerated and kept in ice in holds. Landings occur in large urban centers, especially in the city of Belém, but the fishermen may also live in smaller cities, such as Vigia or Marapanim. The production may be commercialized in the “See the Weight” market by middlemen or purchased by industries that perform processing and commercialization. The average yield per trip is R\$ 300 per fisherman.

- GROUP 3) Barrier estuary - ATR: This fishery system is generalized along the coast of Pará and has considerable socioeconomic importance to the supply of fish for the local market. Traps or wooden barriers are used to catch fish, operating under the effect of the tide and locally called “corrals”. The fish swims into the trap at high tide and is unable to find an exit. The traps are built in the between-tide region in areas of sufficient height in order to be either partially or completely uncovered at low tide for gathering the catch. To avoid competition, the fishermen consider the trap areas “private”. The transport of the fishermen to the trap to gather the catch may be done on foot or in small vessels with or without a motor. A trip generally corresponds to a single tide cycle. The species most commonly found in these traps are *Sciades herzbergii*, *Sciades proops*, *Bagre bagre* (family Ariidae), *Cynoscion* sp., *Mugil* sp. (mullet) and *Macrodon ancylodon* (family Sciaenidae). The products are sold to middlemen and for the local market. The fishermen live in the proximity of the catch sites. Work relations are established through partnerships or with family members and, individual income is quite low.
- GROUP 4) Artisanal Coast: This group of system include acoupa weakfish coastal gillnet (AGW) and Spanish mackerel coastal gillnet (AGM): The first modality is carried out using motorized skiffs and boats of various sizes up to about 20 m in length, with multifilament nylon nets with meshes ranging from 15 to 20 cm between opposing knots. Net size depends on the size of the vessel, but can reach more than three Km in length and 5 m in height. The nets are placed in the water column in contact with the muddy-sandy substrate in coastal regions and on the continental shelf at depths down to 30 m. Large specimens, such as the acoupa weakfish, *Cynoscion acoupa*

(Lacepède, 1801), and gillbacker sea catfish, *Aspistor parkeri* (Traill, 1832), are caught, along with other species with lesser frequency or lower economic importance, such as the crevalle jack - *Caranx* sp., crucifix sea catfish - *Sciades proops* (Valenciennes, 1840) and tarpon - *Megalops atlanticus* Valenciennes, 1847. Trips can last between 10 and 25 days, occupying four to 12 fishermen. The fish are eviscerated and conserved in the holds with ice. The yield per trip is proportional to the size of the boat and can reach R\$ 1000 per fishermen in extreme cases. The meat is commercialized by middlemen for the regional and national markets. Moreover, the swim bladder is sun dried and sold to emulsifier industries and has a high international value. The second fishing modality that uses small wooden boats with medium motor power, operating gillnets with mesh size ranging from 40 to 60 mm between opposing knots, a height of four m and more than 1000 m in length. The net is deployed in coastal environments in the pelagic zone, but can reach the bottom, depending on the depth of the fishing ground. Trips may last a week and occupy about four fishermen, who work in a partnership system. The Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis*, is the main target species, but catfish (*Bagre bagre*), mullets (*Mugil* sp.) and other species of lesser economic importance are also caught. Landings occur with more intensity in the municipalities of São João de Pirabas and Vigia. The catch is commercialized by middlemen for the national market. One trip yields a maximum of R\$ 400 per fisherman.

- GROUP 5) Coastal line (ALI): This system uses small boats with little motor power and holds with ice for the catch of species in the coastal region over muddy bottoms with a bottom longline containing 500 hooks. The most caught species is the coco sea catfish, *Bagre bagre* (Linnaeus, 1766), but species from the families Ariidae and Sciaenidae are also caught. Trips last an average of four days, with a crew of four fishermen. Production can be just over one ton per trip. The fishermen are from the state of Pará or states in northeastern Brazil and live in either the urban centers of the municipalities or fishing communities. Work relations are established between family members and friends. The boat owner splits the profit with the fishermen, who receive an average of R\$ 100 per trip.
- GROUP 6) Longline gillbacker sea catfish – ALC and Coastal longline - ALS: Fishery that uses small and medium-size wooden boats with motors of medium power that operate bottom longlines 2000 m in length with approximately 3000 hooks that are deployed in coastal environments over muddy substrates. Trips last about 15 days, occupying an average of eight fishermen. Mean production per trip is seven to eight tons. The gillbacker sea catfish, *Aspistor parkeri*, is the main target, but *Cynoscion acoupa*, *Cynoscion* sp. and *Caranx* sp. are also caught. The fish are eviscerated on board and conserved in ice in the holds. Besides the meat, the swim bladder of the gillbacker sea catfish has high economic value and is destined for the external market. The work relations have the fishermen subordinated to the boat owners, who divide the profits in parts. Coastal longline - ALS: This fishing modality employs motorized skiffs and small boats with little motor power, operating handlines with two hooks baited with shrimp or sardine. Trips last approximately six days, occupying four fishermen. The main target species are the king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, and yellowtail snapper, *Lutjanus analis*, which are alternated in their respective seasons. Catches are carried out in the water column in fishing grounds located in the coastal region. Other species of lesser



commercial value are also caught, such as *Megalops atlanticus*. The fish are eviscerated and kept in ice in holds. The fishermen work with partnership relations for the activity. One trip can yield up to one ton of catch, which generates about R\$ 500 per fisherman, but the boat owner receives a greater proportion of the profit. The catch is sold to middlemen and may be sent to other states in the country.

- GROUP 7) Crab - ACR: This production system consists of the manual collection of the mangrove crab *Ucides cordatus*, which inhabits dens in the mud of mangroves. In the rainy season, when the crabs are deeper in their dens, the catch is performed by arm or by introducing a hook into the den. In the dry season, a nylon bow attached to a stick may also be used, which is placed in the entrance to the den to catch individuals that come out during low tide. In some municipalities, such as Soure, São Caetano de Odivelas, Bragança and Vigia, this production system has considerable socioeconomic importance in terms of both the production volume and the enormous contingent of fishermen involved. Commercialization is performed either in natura in regional markets or processed for middlemen and supermarkets. The catches are performed by men, but women participate in the processing for the obtainment of the claw and meat, which has a high commercial value. Crab diggers are a marginalized social group due to their low income, low degree of schooling and under-recognition among the fishermen of other modalities. Their residences are near the collection sites, which they reach by skiff, on foot or by bicycle in small groups of neighbors or relatives.
- GROUP 8) Artisanal and Industrial Continental Shelf (AICS): This group include Industrial and artisanal snapper catches (ISN and ASN). The first is dedicated to catching snapper and includes several species of the family Lutjanidae, especially *Lutjanus purpureus* (Poey, 1866). Catches occur on industrial-scale vessels with powerful motors (average of 375 Hp) that have refrigerated chambers for freezing the catch. Trips last approximately ten days and occupy ten fishermen. The vessels operate mainly over consolidated bottoms on the continental shelf between depths of 90 and 110 m off the northernmost coast of Brazil. Approximately 10 traps are used per vessel. The trap is made of steel, with a 6 cm mesh, 30 cm mouth opening and a base 4 m in diameter and 1.6 m in height. Landings are generally performed in the city of Vigia. As a modality originating in northeastern Brazil, where resources have since become scarce, a large portion of the fishermen hail from this region and currently live in urban centers such as Vigia or Belém. The fishermen often have stable work relations, as many are employees of the fishing firms, and their income is also considered high in comparison to other production systems. The second snapper catches on an artisanal scale are carried out on medium-size and small wooden-hull vessels that use snapper lines, which are longlines with several hooks. There are two forms of operating these lines: i) deployment and retrieval from the boat, with the help of a ratchet system denominated "the bicycle"; and ii) deployment from a small kayak or skiff operated by a single fisherman. In the latter modality, the mother vessel transports a number of skiffs to the catch site, which are then launched with their respective fishermen. After the catches, the skiffs return to the mother vessel, which has holds where the catch is eviscerated and conserved in ice. Trips last more than 10 days, occupying approximately nine fishermen. The workers in this modality mainly reside in the city of Bragança, where most of the landings occur. Some workers are contracted by boat firms and have working papers;

others work in a partnership system, in which the boat owner is responsible for the commercialization of the products. Due to its importance in the international market, snapper catches, even those of an artisanal nature, result in good economic yields, but the fishermen in this modality have a lower income than those in the industrial fisheries.

- GROUP 9) Lobster – ALO: Lobster catches (*Panilurus argus*, *P. laeviscauda* and *Scyllarides delfosi*) are carried out by small and medium-size wooden boats with relatively powerful motors and autonomy for trips lasting more than one month, occupying about six fishermen. These vessels mainly operate long gillnets without much height, locally called *caçoeiras* (bottom driftnet), which are left to drift over the substrate. Steel or wooden traps are occasionally employed. The fishing areas are located on the continental shelf over consolidated bottoms. The lobsters are decapitated on board. The meat from the head and the tail are bathed in sodium metabisulfite and conserved in ice until landing. Landings mainly occur at ports in the cities of Augusto Corrêa and Bragança. This fishery was introduced in the state of Pará only in the 1990s, with the migration of part of the fleet that operated on the northeastern coast of Brazil. Thus, nearly all the lobster fishermen hail from states in the northeastern region who moved to take up residence in the cities in which the landings are currently performed. Ownership of the boats is concentrated in the hands of few individuals, who pay the fishermen based on the yield of the trip and the function of each worker. Lobster catches can result in up to one ton of tails per trip, which, after the split, result in an income of approximately R\$ 400 (US\$ 230) per fisherman.
- GROUP 10) Industrial coast (IC) with Laulao catfish catches - ICT: Catches of the laulao catfish, *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840), take place with the use of either wooden-hull or steel-hull vessels with powerful engines (average of 425 Hp), which operate bottom trawl nets with a 150 mm mesh in the sleeve, 60 mm mesh in the bag and 70 mm mesh in the funnel of the net, operated with paired vessels (one net is trawled by two boats). Catches occur on muddy bottoms in the mouth of the Amazon River and throughout the Amazon estuary. The distance from the coast depends on the season of the year and displacement of the stretch of brackish waters due to alteration in the runoff of the hydrographic basin. Trips last approximately one week and occupy an average of five to seven fishermen. The catch is conserved in ice in the holds of the boat, which can transport as many as 40 t. The fishermen have relatively good professional indicators. Most are employees of the fishing firm and they generally live in urban centers in the state. Mean income of the workers of this modality may be considered relatively good in comparison to other fishing modalities. Industrial shrimp - ISR: This system is dedicated to the capture of shrimp from the family Penaeidae, especially *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967), on the continental shelf between the states of Maranhão and Amapá in regions with muddy and sandy bottoms, with the best yields obtained in the extreme northern portion of the fishing ground. Catches take place on large steel-hull vessels of considerable power, which operate twin bottom trawl nets. These vessels have navigation equipment and refrigerated chambers for freezing the catch. Trips can last more than 45 days, occupying five or six fishermen. The shrimp are washed, decapitated and immersed in a sodium metabisulfite bath prior to freezing. The fishermen who work with this modality have good residences, generally located in the state capital, and have better socioeconomic indicators. Most are employed by the fishing firms that own the vessels and therefore have more

stable work relations that ensure social benefits. This is one of the most lucrative activities in the region. One fishing trip may generate up to 10,000 American dollars in profit. The fishermen received a fixed salary per trip plus a bonus, which depends on the yield.

## 2. Comparison between fishery production systems

The multidimensional scaling analysis clearly reveals the arrangement of the fisheries in a horizontal gradient based on scale: i) small-scale artisanal; ii) large-scale artisanal; and iii) industrial (Figure 2). The cluster analysis demonstrates that the percentage of dissimilarity was low in some cases among the 20 fishery production systems identified, revealing that, although they have different fishing typologies, the attributes used did not exhibit considerable distancing between some of the systems. Thus, 10 significantly different fishery typologies were identified (SIMPROF test  $p < 0.05$ ) (Figure 3). Among these groups, there are systems

with similarities to one another:

- Group 1) Artisanal sardine (ASA), artisanal shrimp (ASR) - nearly all the criteria are similar, except the target species and manual collection of mollusks. Fisheries are carried out with barrier nets and net estuarine without engine system, which are performed in similar environments and have very similar work relations, economic yields and degree of isolation of the fishermen's communities;
- Group 2) Small-scale artisanal catches carried out in estuaries (ALE, AEE and AEW) - although these systems employ different gear, such as nets and longlines, there are substantial similarities related to the diversity of the fish caught and work relations;
- Group 3) The artisanal trap (ATR);
- Group 4) The artisanal Spanish mackerel (AGM) and artisanal acoupa weakfish (AGW) - operate with gillnets in coastal waters with fishermen who inhabit communities near urban centers;
- Group 5) Coastal line (ALI);

- Group 6) Coastal longline (ALS) and longline gillbacker sea catfish (ALC) - operate with longlines in coastal waters but have different target species;
- Group 7) Crab (ACB);
- Group 8) Industrial snapper (ISN) and large-scale artisanal snapper (ASN) - target the same species and have similar yields, environments and locations of fishermen's residences;
- Group 9) Lobsters (ALO);
- Group 10) Industrial shrimp (ISR) and laulao catfish (ICT) - operate with similar gear (seine) and involve fishermen that inhabit urban centers and have greater economic yields;

Conversely, the artisanal trap (ATR), coastal line (ALI), crab (ACR – Group 7) and lobster (ALO) systems, remained individually separated due to their clear differences, especially with regard to target species and gear.

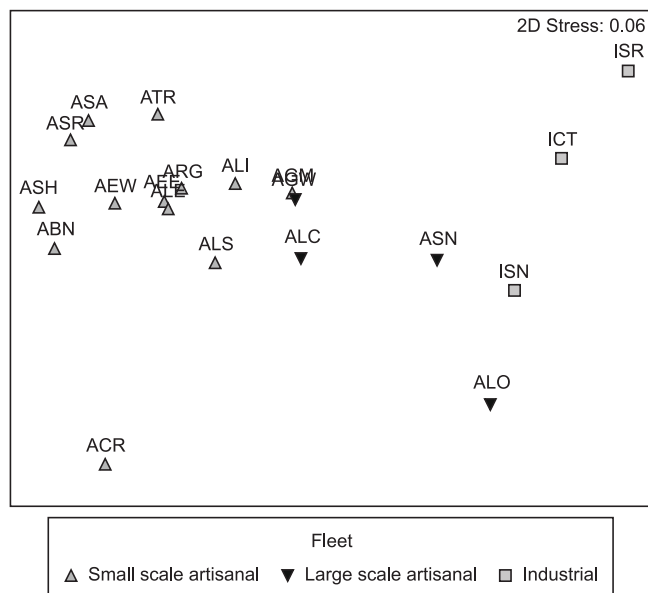
## Discussion

The different fishing modalities should be considered from a more holistic and hierarchical perspective (Sinclair et al. 2002, De La Mare 2005) in order to gain a substantial understanding of their dynamics. This understanding goes beyond the simple distinction between categories and includes different ways of considering long-term sustainability.

Due to its economic and social representativeness, fishing on the coast of the state of Pará is one of the most important traditional activities of the entire region. Its complexity is reflected in the development of diverse subunits, denominated fishery production systems. These systems have more or less homogeneous structures and particular technological, economic and social characteristics, which makes them the object of possible specific management measures. Fishery production systems have been implicitly proposed by Paiva (1997), who described landing volumes of fisheries in northern Brazil, dividing the modalities based on target species. However, the classification proposed here has a broader scope, particularly with regard to the subdivision of the fishery systems of an artisanal nature, as this resulted in a combination of various ecological, technological and socioeconomic attributes and consequent statistical validation.

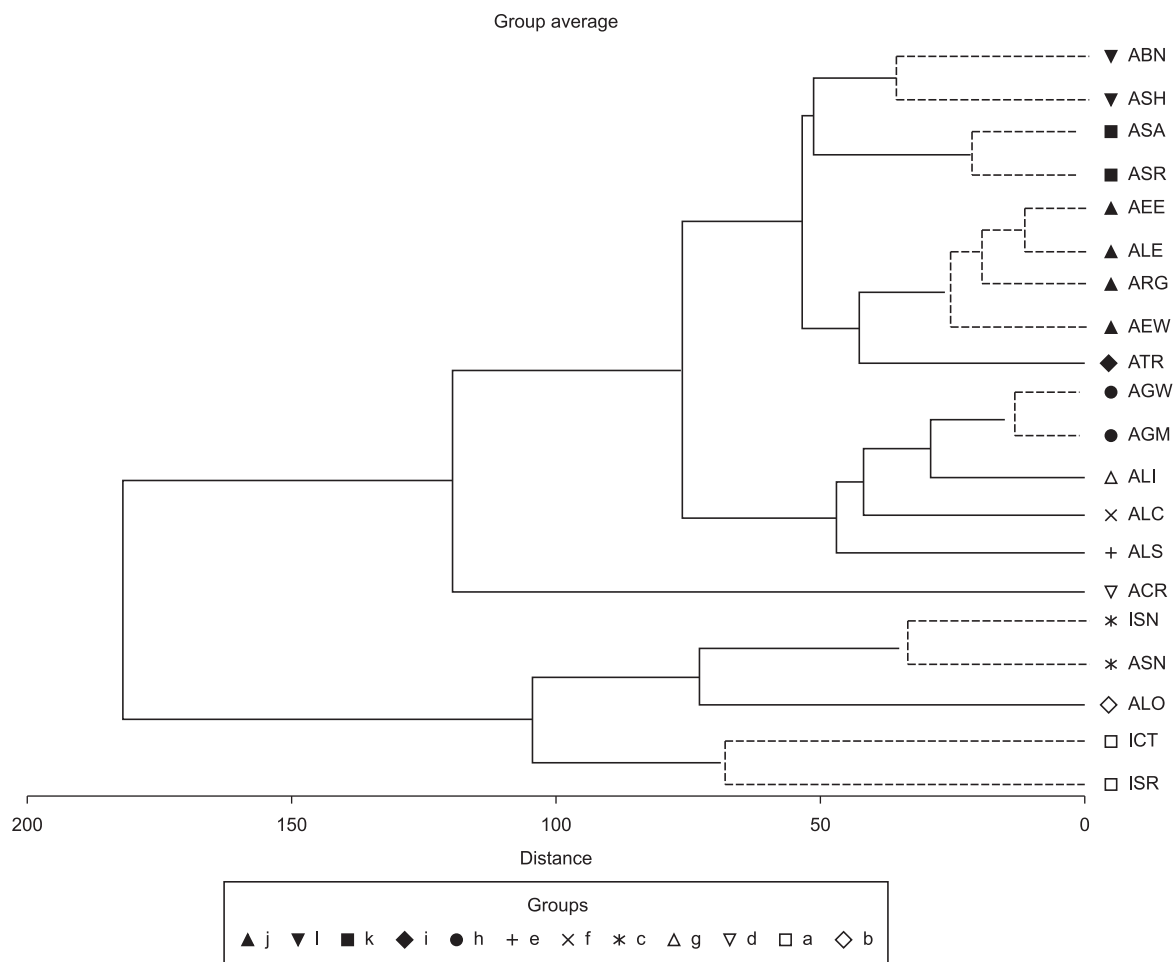
The proposed classification also allows determining the existence of an increasing scale gradient of the fisheries, which can be measured by the degree of technological development, fishing capacity and power, area of operation and production obtained on the trips. Nery (1995) stresses the existence of a series of small-scale fishery production systems in northern Brazil that work with relatively simple, traditional methods. Barthem & Fabr  (2004) typify four large fishing areas on the northern coast: 1- northern coast, off the state of Amapá; 2- Amazon Delta, mouth of the Amazon River; 3- Maraj  Bay, mouth of the Pará River; and 4-Salgado Paraense, in the northeastern region of the state of Pará. This indicates that the area of operation is correlated to boat size and hold capacity. Larger vessels travel to the northernmost point of Brazil, whereas smaller vessels remain between Maraj  Island and the coast of Salgado. The same type of gradient can be detected in the present study, as social and economic indicator values increase with the increase in the scale of the fishery system and its importance in the consumer market, which runs from exportation among industrial fisheries to the regional and national markets among artisanal fisheries of greater economic importance and the local market and subsistence fishing among small-scale artisanal fisheries.

The delimitation of 20 fishery systems is clear and easily distinguished when considering each system individually. However, when compared, some typologies resemble one another in their



**Figure 2.** Multidimensional scaling of similarity profile of fishery production systems in the state of Pará, featuring the 12 groups described

## Northern fishery production systems



**Figure 3.** Distribution and clustering of fishery production systems on the coast of Pará; dotted lines refer to systems in which no striking differences were detected in the similarity profile (SIMPROF) and dissimilarities were less than 9%; letters on the left of the dendrogram correspond to the 12 groups identified.

attributes, which makes the validation methods of the systems not detect these differences and leads to convergence to ten groups.

The complexity of the productive arrangement and situation of collapse of some fishery production systems in the state of Pará, such as industrial shrimp fishing (Isaac et al., 2009) and, more recently, both artisanal and industrial snapper (Souza 2002), denote the need for more adequate management in order to ensure the long-term sustainability of these catch modalities. Management measures should be concise and coherent to the peculiarities of the systems established here. Thus far, most management measures have focused on industrial fishery systems, even though there is an evident predominance of artisanal systems in northern Brazil (Isaac et al. 2009) and even considering the fact that the equipment of and incentives for industrial fleets are far from comparable to other industrial fleets in the country (Isaac et al. 2006). Including the shrimp, snapper, laulao catfish and lobster fleets as industrial fisheries, the catch volumes for these fisheries total an average of 20% of the annual production of marine/estuarine origin in the state (Isaac et al. 2006, 2009). This further stresses the importance of medium-scale and small-scale artisanal systems, along with the need to pay more attention to the management of these modalities.

The negligence of the fishery management authorities with regard to artisanal modalities in northern Brazil is indisputable. Incentive policies have concentrated on measures regarding financing, low interest rates, fishing gear and vessels and have been executed without the due monitoring of their impact. The result of this is a large number

of defaulted loans among those who owe payments on this financing and, consequently, a lack of financial resources on the part of the state for further incentives.

This 'developmentalist' vision on the part of the government does not take into consideration the specific characteristics of each fishing modality. It seems evident that subsistence and small-scale systems, which have low economic yields, should receive incentives for improving the living conditions, education and social organization of the fishermen, seeking an increase in social indicator values, independently from changing the traditional forms of exploiting resources.

For industrial and semi-industrial fisheries, such as those that use trawl nets (shrimp and laulao catfish), and those targeting snapper and lobster, alternative forms of income should be prepared, along with a radical reduction in effort, as stocks are at their maximal levels of exploitation (Frédou & Asano-Filho 2006, Isaac et al. 2009).

Large-scale artisanal fisheries, such as those targeting the Acoupa weakfish and Spanish mackerel, are in a process of full development. Thus, the most adequate directive in these cases is the control of the fishing effort, along with an improvement in the quality of the catch and forms of commercialization in order to assist each modality in accordance with its main characteristics. Moreover, the organization of the fishermen should be enhanced so that they may take on greater responsibility in sharing in the decision making process with regard to management measures.

The subdivision of the marine/estuarine fishery systems of northern Brazil proposed here should assist in the management of resources and should be taken into consideration when deciding what measures should be adopted for the sustainable management of the fishing modalities based on their particular characteristics.

## Acknowledgements

This study was completely supported by CNPq – National Research Council – Millennium Institute – Coastal Resources – RECOs for funding and through a research grant to the last author (308421/2010-8). The authors would like to thank Richard Boike for translating this paper into English and his helpful manuscript comments and the anonymous referees for comments on earlier drafts of the manuscript.

## References

- BARTHEM, R.B. 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía do Marajó, Estuário Amazônico. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi* 2(1):49-69.
- BARTHEM, R.B. & FABRÉ, N.N. 2004. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. (M. L. Ruffino, ed.). IBAMA/ProVarzea, Manaus, p.17-63.
- BENTES, B.S. 2004. Diagnóstico da pesca no litoral paraense. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém.
- BLANC-PAMARD, C., DEFFONTAINES, J.P., FRIEDBERG, C. 1992. Techniques et pratiques: à la jonction du naturel et du social. In *Sciences de la nature, sciences de la société* (M. Jollivet). CNRS Éditions, Paris, p.347-355.
- BRAGA, C.F. 2002. A atividade pesqueira de larga escala nos portos de desembarque do estuário do rio Caeté, Bragança-PA. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA. 1997a. Diretrizes ambientais para o setor pesqueiro. MMA, Brasília, 124p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA. 1997b. Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil. Recursos pesqueiros. MMA, Brasília, 241p. Programa REVIZEE.
- CEARÁ (Estado). Superintendência do Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE. 1988. Diagnóstico da pesca do Estado do Ceará. Fortaleza, 176p.
- CLARKE, K.R., SOMERFIELD, P.J. & GORLEY, R.N. 2008. Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 366:56-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.009>
- DE LA MARE, W.K. 2005. Marine ecosystem-based management as a hierarchical control system. *Mar. Policy* 29(1):57-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2004.02.002>
- ESPÍRITO-SANTO, R.V. 2002. Caracterização da atividade de desembarque da frota pesqueira artesanal de pequena escala na região estuarina do rio Caeté, município de Bragança-Pará-Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém.
- FRÉDOU, F.L. & ASANO-FILHO, M. 2006. Recursos Pesqueiros da Região Norte. In *Programa REVIZEE - Relatório Executivo*. (S. Jablonski, C.L.D.B. Rossi-Wongtschowski, M. Haimovici, R.P. Lessa, A. Martins, R. Ávila & F.L. Frédo). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.121-152.
- GAVARIS, S. 2009. Fisheries management planning and support for strategic and tactical decisions in na ecosystem approach context. *Fish. Res.* 100(1):6-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2008.12.001>
- HINZ, H., PRIETO, V. & KAISER, M.J. 2009. Trawl disturbance on benthic communities: chronic effects and experimental predictions. *Ecol. Appl.* 19(3):761-773. PMID:19425437. <http://dx.doi.org/10.1890/08-0351.1>
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. 2007. Estatística da Pesca 2005. Brasil. Grandes regiões e estados da federação. IBAMA, Brasília. [http://www.ibama.gov.br/recursos\\_pesqueiros](http://www.ibama.gov.br/recursos_pesqueiros)
- ISAAC, V.J., SANTO, R.V.E., BENTES, B.B., CASTRO, E. & SENA, A.L. 2006. Diagnóstico da pesca no litoral do Estado do Para. In *A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais* (V.J. Isaac, A.S. Martins, M. Haimovici & J.M. Andrigetto Filho, eds.). Universidade Federal do Pará, Belém, p.11-33.
- ISAAC, V.J., SANTO, R.V., BENTES, B.S., FRÉDOU, F.L., MOURÃO, K.R. & FRÉDOU, T. 2009. An interdisciplinary evaluation of fishery production system of the State of Pará in North Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* 25(3):244-255. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01274.x>
- ISAAC, V.J. & MARTINS, A. 2003. Uso e apropriação de recursos costeiros, Modelo gerencial da pesca - MGP: relatório de resultados. Porto Alegre. 20 p. Mimeo.
- MESNIL, B. & SHEPHERD, J.G. 1990. A hybrid age-structured and length-structured model for assessing regulatory measures in multiple-species, multiple-fleet fisheries. *J. Cons. - Int. Expl. Mer.* 47:115-132.
- NERY, A.C. 1995. Traços da tecnologia pesqueira de uma área de pesca tradicional na Amazônia – Zona do Salgado – Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi* 11(2):199-293.
- PAIVA, M.P. 1997. Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil. UFC, Fortaleza.
- PARÁ (Estado). Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura– SEPAQ. 2010. Apresentação de estatística pesqueira 2008. [www.sepaq.pa.gov.br](http://www.sepaq.pa.gov.br) (último acesso em: 25/05/2010).
- PAULY, D., CHRISTENSEN, V., GUÉNETTE, S., PITCHER, T.J., SUMAILA, U.R., WALTERS, R.W. & ZELLER, D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*. 418: 689-695. PMID:12167876. <http://dx.doi.org/10.1038/nature01017>
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- SINCLAIR, M., ARNASON, R., CSIRKE, J., ZARNICKI, Z., SIGURJONSSON, J., RUNE SKJOLDAL, H. & VALDIMARSSON, G. 2002. Responsible fisheries in the marine ecosystem. *Fish. Research*. 58(3):255-265. -
- SOUZA, R.F.C. 2002. Dinâmica Populacional do Pargo *Lutjanus purpureus*, Poey, 1875 (Pisces Lutjanidae) no Norte do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém.
- WHITAKER, D. & CHRISTMAN, M. 2010. clustsig: Significant Cluster Analysis. R package version 1.0. <http://CRAN.R-project.org/package=clustsig>

Received 06/12/2010

Revised 12/11/2011

Accepted 11/01/2012



**Pequenos mamíferos não-voadores (Didelphimorphia, Rodentia)  
em dois fragmentos de mata de restinga de Rio Grande,  
Planície Costeira do Rio Grande do Sul**

**Fernando Marques Quintela<sup>1,4</sup>, Maurício Beux Santos<sup>2</sup>, Alexandre Uarth Christoff<sup>3</sup> & Adriana Gava<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Instituto de Ciências  
Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Av. Itália, Km 8,  
CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil

<sup>2</sup>Laboratório de Genética, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande – FURG,  
Av. Itália, Km 8, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil

<sup>3</sup>Departamento do Biologia, Museu de Ciências Naturais, Universidade Luterana do Brasil – ULBRA,  
Av. Farroupilha, 8001, CEP 92420-280, Canoas, RS, Brasil

<sup>4</sup>Autor para correspondência: Fernando Marques Quintela, e-mail: fmquintela@yahoo.com.br.

QUINTELA, F.M., SANTOS, M.B., CHRISTOFF, A.U. & GAVA, A. **Non-volant small mammals  
(Didelphimorphia, Rodentia) in two forest fragments in Rio Grande, Rio Grande do Sul Coastal Plain,  
Brazil.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn02412012012>

**Abstract:** The *restinga* forests represent original vegetal formations in Coastal Plain of Rio Grande do Sul state. This work aimed to evaluate the species composition of non-volant small mammals in two *restinga* forests (peat forest and sandy riparian forest) in Rio Grande, Southern Rio Grande do Sul Coastal Plain. A total of 234 individuals belonging to three species of marsupials (Didelphidae: *Cryptonanus guahybae*, *Didelphis albiventris*, *Lutreolina crassicaudata*) and eight species of rodents (Cricetidae: *Deltamys kempi*, *Holochilus brasiliensis*, *Oligoryzomys flavescens*, *O. nigripes*, *Oxymycterus nasutus*, *Scapteromys tumidus*; Muridae: *Mus musculus*, *Rattus rattus*) was captured. The species *C. guahybae*, *D. albiventris*, *D. kempi*, *H. brasiliensis*, *O. nigripes*, *S. tumidus* and *M. musculus* were recorded in the peat forest while *C. guahybae*, *D. albiventris*, *Lutreolina crassicaudata*, *D. kempi*, *O. flavescens*, *O. nigripes*, *S. tumidus* and *R. rattus* occurred in the riparian sandy forest. *Oligoryzomys nigripes* and *S. tumidus* were the most abundant species in the peat forest, representing 40.4 and 22.1% of the total of captured individuals, respectively. The most abundant species in the riparian sandy forest were *O. nigripes* e *D. albiventris*, representing 63.4 and 12.4% of the total of captured individuals. Individuals of *C. guahybae* and *O. nigripes* were captured on trees (heights between 0.50 and 1.65 m) while all individuals of the remaining species were captured on the ground.

**Keywords:** marsupials, rodents, peat forest, sandy riparian forest, *Oligoryzomys nigripes*, *restinga*.

QUINTELA, F.M., SANTOS, M.B., CHRISTOFF, A.U. & GAVA, A. **Pequenos mamíferos não-voadores  
(Didelphimorphia, Rodentia) em dois fragmentos de mata de restinga de Rio Grande, Planície Costeira  
do Rio Grande do Sul.** Biota Neotrop. 12(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/pt/abstract?inventory+bn02412012012>

**Resumo:** As matas de restinga representam formações vegetais originais na Planície Costeira do estado do Rio Grande do Sul. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição de espécies de pequenos mamíferos não-voadores em dois fragmentos de matas de restinga (mata palustre e mata arenosa ciliar) no município de Rio Grande, região sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Um total de 234 indivíduos pertencentes a três espécies de marsupiais (Didelphidae: *Cryptonanus guahybae*, *Didelphis albiventris*, *Lutreolina crassicaudata*) e oito espécies de roedores (Cricetidae: *Deltamys kempi*, *Holochilus brasiliensis*, *Oligoryzomys flavescens*, *O. nigripes*, *Oxymycterus nasutus*, *Scapteromys tumidus*; Muridae: *Mus musculus*, *Rattus rattus*) foi capturado. As espécies *C. guahybae*, *D. albiventris*, *D. kempi*, *H. brasiliensis*, *O. nigripes*, *S. tumidus* e *M. musculus* foram registradas no fragmento de mata palustre, enquanto que *C. guahybae*, *D. albiventris*, *Lutreolina crassicaudata*, *D. kempi*, *O. flavescens*, *O. nigripes*, *S. tumidus* e *R. rattus* ocorreram no fragmento de mata arenosa ciliar. *Oligoryzomys nigripes* e *S. tumidus* foram as espécies mais abundantes no fragmento de mata palustre, representando respectivamente 40,4 e 22,1% do total de indivíduos capturados. No fragmento de mata arenosa ciliar, as espécies mais abundantes foram *O. nigripes* e *D. albiventris*, representando respectivamente 63,4 e 12,4% do total de indivíduos capturados. Indivíduos de *C. guahybae* e *O. nigripes* foram capturados em estrato arbóreo (alturas entre 0,50 e 1,65 m) enquanto que todos os indivíduos das demais espécies foram capturados no solo.

**Palavras-chave:** marsupiais, roedores, mata paludosa, mata arenosa ciliar, *Oligoryzomys nigripes*, *restinga*.

## Introdução

As formações de restinga compreendem as comunidades animais e vegetais das regiões costeiras arenosas e seus elementos físicos (Waechter 1985). Na região Sul do Brasil, estes ecossistemas típicos estão distribuídos desde o sul do Estado de Santa Catarina até o extremo sul do Estado do Rio Grande do Sul (Waechter 1985, Araújo 1992, Scherer et al. 2005), sendo que a maior parte dessa área é formada por bacias sedimentares quaternárias, com alguns afloramentos rochosos do Pré-Cambriano ao Jurásico (Waechter 1985). No Estado do Rio Grande do Sul, duas restingas estão presentes (São José do Norte e Rio Grande), dando forma a unidade fisiográfica da Planície Costeira Externa (Vieira 1984).

As matas de restinga representam comunidades vegetais originais na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, compreendendo formações típicas tais como as matas palustres e matas arenosas ciliares. As matas palustres, também conhecidas como matas brejosas, turfosas, paludosas ou higrófilas (Waechter 1990), caracterizam-se por apresentar corpos d'água permanentemente ou periodicamente alagados por precipitação pluviométrica, sem margem bem definida e com fundo coberto por vegetação e lodo orgânico (Villwock et al. 1980). As matas ciliares, por sua vez, são formações silváticas associadas à margem de rios e outros cursos d'água, apresentando larguras variáveis (Marchiori 2004).

Estudos sobre comunidades de pequenos mamíferos não-voadores em formações florestais originais do Rio Grande do Sul são escassos, sendo conduzidos em fisionomias como Floresta de Araucária (Floresta Ombrófila Mista) (Cademartori et al. 2002, 2004, Dalmagro & Vieira 2005, Iob & Vieira 2008), ecótono Campo-Floresta de Araucária (Pedó 2005), Floresta Atlântica sensu strictu (Floresta Ombrófila Densa) (Horn 2005) e matas de restinga (Oliveira 1985, Langone 2007). Paralelamente a escassez de informações, observa-se a gradual perda e descaracterização dos ecossistemas florestais no Estado, uma vez que menos de 5% da cobertura original de Mata Atlântica permanecem como fragmentos florestais, enquanto que pouco é conhecido sobre os remanescentes de mata de restinga no Bioma Pampa (Conservation International do Brasil et al. 2000). Em relação às matas de restinga, os processos de restabelecimento da cobertura vegetação original após distúrbios são ainda dificultados devido a características abióticas extremas (escassez de nutrientes e água, excesso de luz, mobilidade das dunas) e a diversificação das comunidades vegetais (Scherer et al. 2007). Frente a isso, o presente trabalho apresenta a composição e riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores (Didelphimorphia, Rodentia) em dois fragmentos de mata de restinga (mata palustre e mata arenosa ciliar) na região sul da Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul.

## Material e Métodos

### 1. Área de estudo

Este estudo foi conduzido em dois fragmentos de mata de restinga localizados no município de Rio Grande, Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul. O clima no município é classificado como mesotérmico superúmido (Cfa de Köppen) com estações bem definidas e temperaturas variando de 9,5 °C no mês de Julho (médias das mínimas) a 27,2 °C no mês de Janeiro (médias das máximas). A precipitação média mensal é de 104 mm e os meses mais chuvosos são julho, agosto e setembro. As cotas altimétricas variam do nível do mar a cerca de sete metros (Vieira 1983). O município está inserido no bioma Pampa (Instituto... 2004).

O fragmento de mata palustre amostrado é localmente conhecido como "Mata da Estrada Velha" (32° 07' S e 52° 09' O), cobre uma

área aproximada de 220.000 m<sup>2</sup> e está inserido na Área de Preservação Permanente nº 6 (APP6) (Figura 1). Neste fragmento foram amostradas formações com alta densidade de indivíduos arbóreos e uma formação do tipo clareira. Nas primeiras formações a vegetação é composta principalmente por espécies arbóreas (*Erythrina crista-galli*, *Syagrus romanzoffiana*, *Ficus cestriifolia*) e macrófitas aquáticas tais como *Ranunculus apiifolius*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Centella asiatica*, *Enydra* sp., *Scirpus* spp., *Sagittaria montevidensis*, *Senecio bonariensis*, *Bromelia anthiacaantha*, *Eryngium pandanifolium*, entre outras. A vegetação na clareira é composta principalmente por gramíneas, herbáceas (*E. pandanifolium*, *Polygonum hydropiperoides*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Enydra* sp.) e arbóreas esparsas (*E. crista-galli*). Um período de alagamento de seções do fragmento ocorreu nos meses de maio a novembro, sendo a maior profundidade registrada de 45 cm.

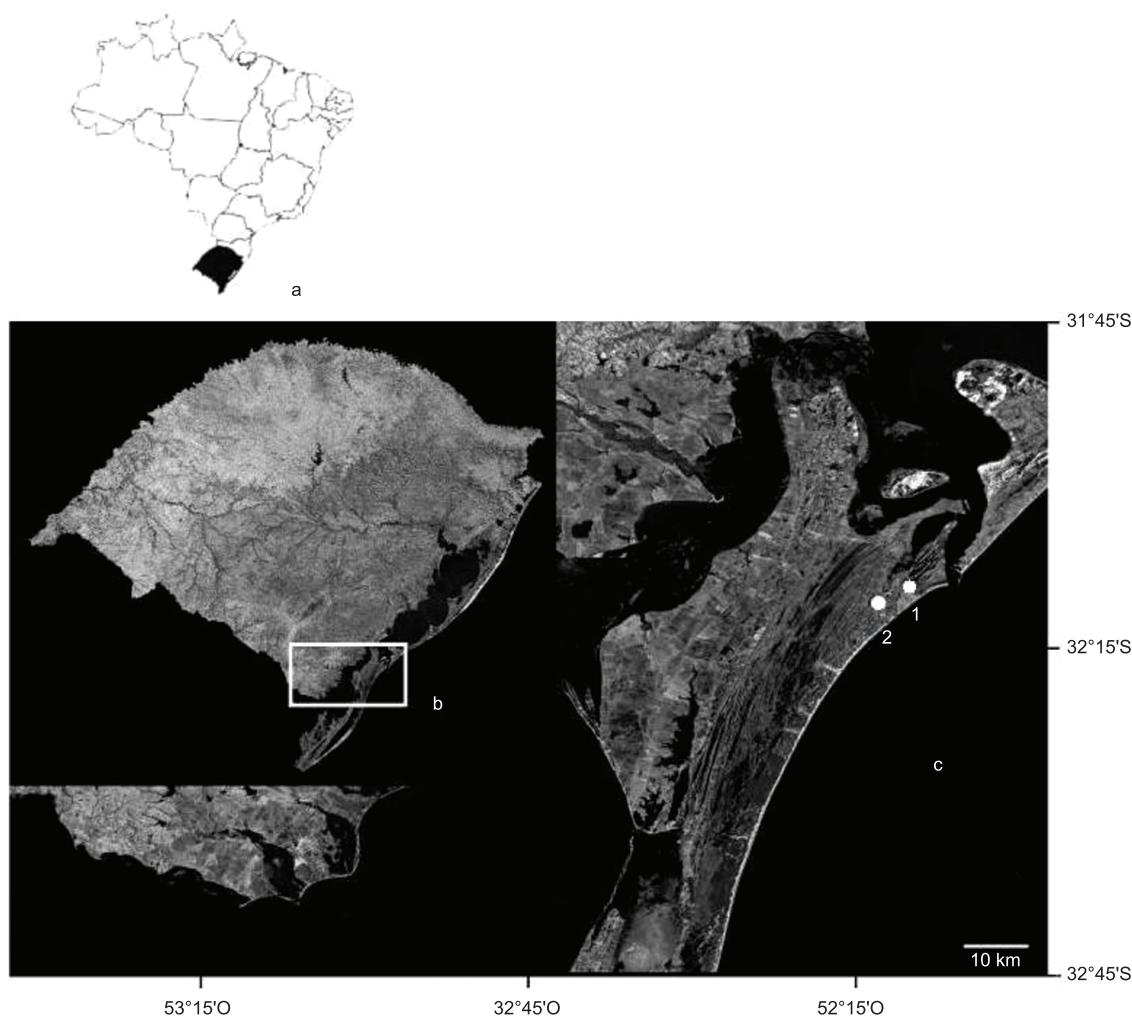
O fragmento de mata arenosa ciliar amostrado localiza-se às margens do Arroio Bolaxa (32° 09' S e 52° 11' O) e está inserido na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde (Figura 1). Foi amostrado um trecho no interior e borda da mata localizado na margem norte do arroio, sendo a vegetação nessa área composta principalmente por espécies arbóreas e herbáceas tais com *Ficus organensis*, *F. luschnatiana*, *Erythrina crista-galli*, *Myrsine parvifolia*, *Schinus terenbinthifolius*, *Salix humboldtiana*, *Bromelia anthiacaantha*, *Eryngium elegans*, *E. pandanifolium*, *Schoenoplectus californicus*, *Scirpus giganteus*, *Cyperus* spp. Algumas seções da mata adjacentes à várzea do arroio Bolaxa permaneceram alagadas nos meses de julho a outubro, sendo a maior profundidade registrada de 83 cm. A distância entre os fragmentos é de aproximadamente 5 km.

### 2. Amostragem biológica

As amostragens foram realizadas sazonalmente em sessões de captura com duração de 14 noites consecutivas em cada fragmento. Noventa armadilhas de arame de quatro diferentes tamanhos (78 × 32 × 36 cm; 43 × 21 × 20 cm; 32 × 15 × 15 cm; 30 × 11 × 10 cm) foram instaladas ao longo de um transecto linear de 900 m de extensão, distantes dez metros entre si. Um total de 30 armadilhas foi instalado no sub-bosque, a alturas entre 0,50 e 3,5 m. As armadilhas foram arranjadas em uma sequência repetida de duas armadilhas no solo e uma em sub-bosque. Foi utilizado com isca óleo de fígado de bacalhau e amendoim. Em cada fragmento foi instalada uma linha de armadilhas de queda (*pitfall traps*) constituídas por seis baldes de 52 L distantes 5 m entre si, conectados por uma tela plástica de 50 cm de altura e 30 m de extensão. As armadilhas de queda permaneceram abertas durante toda a sessão de capturas, sendo verificadas diariamente. O esforço de captura por amostragem sazonal foi de 2.520 armadilhas-noite e 168 baldes-noite (1.260 armadilhas-noite e 84 baldes-noite em cada fragmento), sendo o esforço de captura total 10.080 armadilhas-noite e 672 baldes-noite (5.040 armadilhas-noite e 336 baldes-noite em cada fragmento).

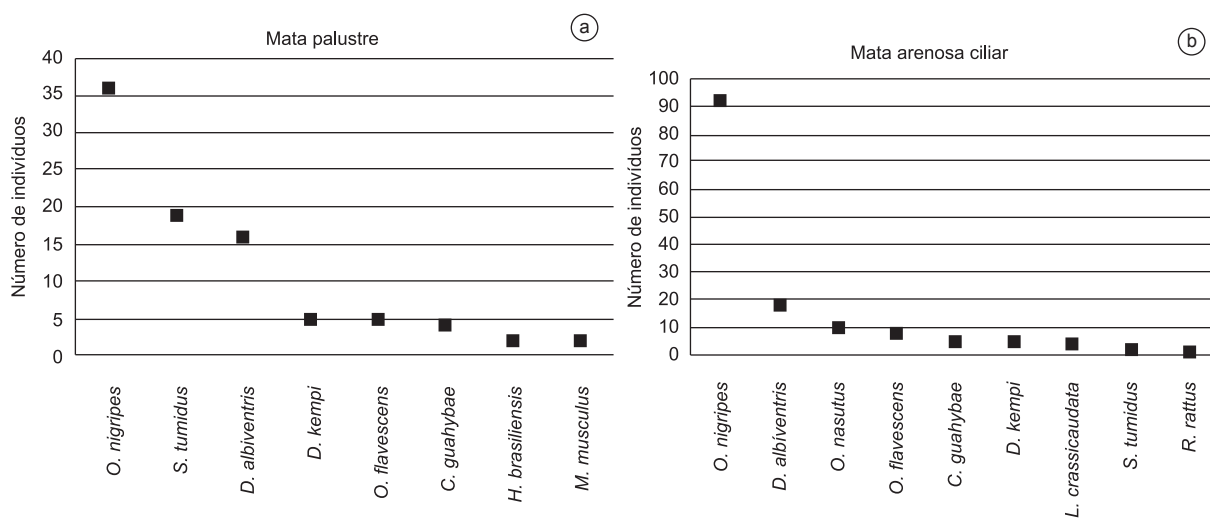
Exceto por *Didelphis albiventris* Lund, 1840, todos os indivíduos capturados foram coletados para preparação de pele e crânio e extração de material medular femoral para posterior análise citogenética. Três indivíduos de *D. albiventris* foram coletados enquanto que os demais foram marcados com brinco metálicos numerados e posteriormente soltos. Roedores foram identificados com base nos dados cariotípicos obtidos, sendo observados o número diplóide (2n) e o número de braços autossômicos (NA). Em relação às capturas no sub-bosque, foi medida a altura (em metros) do solo a base da armadilha. Crânios e peles dos indivíduos foram depositados na coleção mastozoológica do Museu de Ciências Naturais da Universidade Luterana do Brasil (MCNU).

## Pequenos mamíferos em matas de restinga



**Figura 1.** Localização do Estado do Rio Grande do Sul (a), parte da região sul da Planície Costeira (b) e área de estudo (c), sendo: 1) fragmento de mata palustre, 2) fragmento de mata arenosa ciliar.

**Figure 1.** Location of Rio Grande do Sul State (a), southern Coastal Plain (b) and study area (c), being: 1) peat forest, 2) sandy riparian forest.



**Figura 2.** Rank de espécies de pequenos mamíferos não-voadores registrados em um fragmento de mata palustre (a) e um fragmento de mata arenosa ciliar (b) no município de Rio Grande, Estado Rio Grande do Sul, Brazil.

**Figure 2.** Rank of species of non-volant small mammals recorded in a peat forest fragment (a) and a sandy riparian forest (b) in Rio Grande County, Rio Grande do Sul State, Brazil.

**Tabela 1.** Número de indivíduos capturados e porcentagem relativa de capturas (entre parênteses) das espécies de pequenos mamíferos não-voadores em amostragens sazonais realizadas em um fragmento de mata palustre (MP) e um fragmento de mata arenosa ciliar (MC) no município de Rio Grande, Estado Rio Grande do Sul, Brazil.

**Table 1.** Number of captured individuals and relative percentage of captures (between parentheses) of non-volant small mammals on seasonal sampling performed in a peat forest fragment (MP) and a sandy riparian forest (MC) in Rio Grande County, Rio Grande do Sul State, Brazil.

| Taxon                                             | Verão     |           | Outono    |           | Inverno   |           | Primavera |           |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                   | MP        | MC        | MP        | MC        | MP        | MC        | MP        | MC        |
| Didelphimorphia                                   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Didelphidae                                       |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <i>Cryptonanus guahybae</i> (Tate, 1931)          | 1 (25%)   |           | 2 (50%)   | 1 (20%)   | 1 (25%)   | 2 (40%)   |           | 2 (40%)   |
| <i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)         | 4 (25%)   | 6 (33.3%) | 9 (56.2%) | 4 (22.2%) | 1 (6.3%)  |           | 2 (12.5%) | 8 (44.4%) |
| <i>Lutreolina crassicaudata</i> (Desmarest, 1804) |           | 4 (100%)  |           |           |           |           |           |           |
| Rodentia                                          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Cricetidae                                        |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <i>Deltamys kempii</i> (Thomas, 1817)             | 1 (10%)   | 5 (50%)   | 3 (30%)   |           | 1 (10%)   |           |           |           |
| <i>Holochilus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)  | 2 (100%)  |           |           |           |           |           |           |           |
| <i>Oligoryzomys flavescens</i> (Waterhouse, 1837) |           | 5 (62.5%) | 3 (60%)   |           | 2 (40%)   | 2 (25%)   |           | 1 (12.5%) |
| <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Olfers, 1818)       |           | 5 (5.4%)  | 9 (25%)   | 35 (38%)  | 26(72.2%) | 41(44.6%) | 1 (2.8%)  | 11(11.9%) |
| <i>Oxymycterus nasutus</i> (Waterhouse, 1837)     |           | 2 (20%)   |           | 3 (30%)   |           |           |           | 5 (50%)   |
| <i>Scapteromys tumidus</i> (Waterhouse, 1837)     |           | 2 (9%)    | 6 (29%)   |           | 5 (24%)   |           | 8 (38%)   |           |
| Muridae                                           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758)              | 2 (100%)  |           |           |           |           |           |           |           |
| <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)             |           | 1 (100%)  |           |           |           |           |           |           |
| Total                                             | 10(11.2%) | 30(20.7%) | 32(35.9%) | 43 (29.6) | 36(40.4%) | 45 (31%)  | 11(12.3%) | 27(18.6%) |

## Resultados

Foram capturados 234 indivíduos pertencentes a três espécies de marsupiais e oito espécies de roedores (Tabela 1). Destes, 89 indivíduos foram capturados no fragmento de mata palustre enquanto que 145 foram capturados no fragmento de mata arenosa ciliar. Ocorreram 13 recapturas de *Didelphis albiventris* na mata palustre e 12 na mata arenosa ciliar. O sucesso de captura total foi 3% para as armadilhas Tomahawk e 7,1% para as armadilhas-de-queda. Indivíduos de todas as espécies foram capturados em armadilhas Tomahawk enquanto que indivíduos de *Cryptonanus guahybae* (Tate, 1931), *Deltamys kempii* (Thomas, 1817) (2n = 38; NA = 38), *Holochilus brasiliensis* (Desmarest, 1819) (2n = 42; NA = 64), *Oligoryzomys flavescens* (Waterhouse, 1837) (2n = 64-67; NA = 66-69), *O. nigripes* (Olfers, 1818) (2n = 62; NA = 81-82), *Oxymycterus nasutus* Waterhouse, 1837 (2n = 54; NA = 64) e *Scapteromys tumidus* (Waterhouse, 1837) (2n = 24; NA = 40) foram também amostrados em armadilhas de queda.

*Oligoryzomys nigripes* e *S. tumidus* foram as espécies mais abundantes no fragmento de mata palustre, representando respectivamente 40,44 e 21,34% do total de indivíduos capturados. No fragmento de mata arenosa ciliar as espécies mais abundantes foram *O. nigripes* e *D. albiventris*, representando respectivamente 63,44 e 12,41% do total de capturas. A abundância relativa das demais espécies é mostrada na Figura 1.

Indivíduos de *C. guahybae*, *O. flavescens* e *O. nigripes* foram capturados no sub-bosque, em alturas variando entre 0,50 e 1,65 m. Considerando os estratos de captura, o sucesso de captura foi 2,76% para solo e 0,53% para sub-bosque na mata palustre e 4,07% para solo e 1,19% para sub-bosque na mata arenosa ciliar.

## Discussão

As assembléias de pequenos mamíferos dos fragmentos de mata de restinga amostrados no presente estudo apresentaram riquezas de espécies semelhantes a aquelas encontradas em estudos realizados em outras formações florestais do Brasil meridional, apesar das diferenças em relação à composição e dominância de espécies. Cherem & Perez (1996) registraram a ocorrência de três marsupiais e oito roedores no norte de Santa Catarina, sendo *Akodon montensis* (Thomas, 1913) a espécie mais capturada em Floresta de Araucária e *O. nigripes* em Mata Ciliar. Em uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana na Ilha de Santa Catarina, Graipel et al. (2006) amostraram quatro marsupiais e sete roedores, com dominância de *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848). Dalmagro & Vieira (2005) registraram um marsupial e seis roedores em Floresta de Araucária no Parque Nacional de Aparados da Serra, Rio Grande do Sul, sendo *O. nigripes* a espécie mais presente. Horn (2005) amostrou três marsupiais e oito roedores em uma mata palustre localizada no extremo norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (bioma



Mata Atlântica), sendo o *A. montensis* a espécie mais abundante. Em um fragmento de mata de restinga na região sul da Planície Costeira Interna do Rio Grande do Sul, Langone (2007) registrou duas espécies de marsupiais e oito roedores, com dominância de *O. nigripes*. Considerando-se os trabalhos supramencionados e os dados obtidos no presente estudo, observa-se que *A. montensis* e *O. nigripes* representam, portanto, os pequenos mamíferos mais abundantes na maioria dos estudos conduzidos em formações florestais do Brasil meridional.

As diferenças observadas em relação à composição de espécies nas distintas assembléias dos podem estar relacionadas a dessemelhanças estruturais entre os habitats. Em sistemas florestais, variáveis como o grau de fragmentação, complexidade vegetal e diversidade de habitats e microhabitats refletem em diferenças quanto os padrões de composição e abundância de espécies de pequenos mamíferos (Pardini 2004, Pardini et al. 2005, Pardini & Umetsu 2006). Nesse contexto, é importante ressaltar a ausência de *Akodon reigi* González, Langguth & Oliveira, 1998 no presente estudo, espécie bem representativa nas matas de restinga amostradas por Oliveira (1985) e Langone (2007), distantes respectivamente cerca de 55 e 40 km dos fragmentos de Rio Grande. González & Lanfranco (2010), no entanto, citam a ocorrência de *A. reigi* em matas ciliares e ressaltam que a espécie pode se encontrar em baixas densidades, além de sofrer importantes flutuações populacionais. Outra espécie do gênero *Akodon*, *A. azarae*, foi também amostrada por Oliveira (1985) em interior e borda de mata psamófila. *Akodon azarae* é considerado uma espécie habitat generalista, com ocorrência registrada também em formações ciliares (González & Lanfranco 2010).

Exceto por *D. kemp*i e *H. brasiliensis*, todas as demais espécies autóctones são citadas como ocorrentes em sistemas florestais (Achaval et al. 2004, Bonvicino et al. 2008, González & Lanfranco 2010). *Deltamys kemp*i é citado com ocorrente em ambientes pantanosos, tais como bordas de banhados e campos alagadiços, geralmente sem árvores (González & Pardiñas 2002, Bonvicino et al. 2008). *Holochilus brasiliensis* habita principalmente em juncais e pradarias em banhados, margens de lagoas e arroios e rios (González & Lanfranco 2010). A presença destas duas espécies na área de estudo, portanto, indica uma influência dos sistemas alagados de áreas abertas sobre os fragmentos florestais. Também deve ser considerado o caráter do estrato herbáceo bem desenvolvido em ambos os fragmentos, representado principalmente por apiáceas na mata palustre e bromeliáceas e asteráceas na mata arenosa ciliar, o que pode vir a favorecer a dispersão destas espécies.

*Cryptonanus guahybae* é uma espécie considerada com Dados Deficientes na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas da IUCN (Costa et al. 2008) e sua distribuição é restrita à Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Voss et al. 2005, Rossi & Bianconi 2011). A baixa representatividade numérica deste didelfídeo no presente estudo pode indicar que se trate de uma espécie naturalmente rara, ocorrendo em baixas densidades. Uma vez que há uma carência de dados para a avaliação de seu status de conservação, torna-se necessário assegurar a proteção das populações já localizadas, mantendo a integridade de seus habitats.

Apesar das pequenas proporções, as matas de restinga amostradas no presente estudo sustentam uma representativa fauna de pequenos mamíferos. Considerando-se que inventários representam o ponto de partida para demais estudos em comunidades biológicas, muitos aspectos biológicos e ecológicos das espécies amostradas precisam ainda ser investigados. Densidades, flutuações populacionais temporais, áreas de vida, padrões reprodutivos e outros parâmetros podem futuramente ser elucidados com a aplicação dos métodos apropriados.

## Agradecimentos

Somos gratos a Chyntia Ibarra e Mauro C. L. M. Oliveira pelo auxílio em campo, Eduardo L. Coelho, Susi M. Pacheco, Eduardo R. Secchi and Elton P. Colares pelo apoio logístico, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao primeiro autor e ao Instituto Chico Mendes pela licença de coleta (processo nº 325-1).

## Referências Bibliográficas

- ACHAVAL, F., CLARA, M. & OLMOS, A. 2004. Mamíferos de la República Oriental Del Uruguay. Imprimex, Montevideo.
- ARAÚJO, D.S.D. 1992. Vegetation types of Sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In Coastal Plant Communities of Latin America (U. Seeliger, ed.). Academy Press, New York, p.337-347.
- BONVICINO, C.R., OLIVEIRA, J.A. & D'ANDREA, P.S. 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa – OPAS/OMS, Rio de Janeiro.
- CADEMARTORI, C.V., FÁBIAN, M.E. & MENEGHETI, J.O. 2004. Variações na abundância de roedores (Rodentia, Sigmodontinae) em duas áreas de floresta ombrófila mista, Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Zool. 6(2):147-167.
- CADEMARTORI, C.V., MARQUES, R.V., PACHECO, S.M., BAPTISTA, L.R.M. & GARCIA, M. 2002. Roedores ocorrentes em Floresta Ombrófila Mista (São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul) e a caracterização de seu habitat. Comum. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Sér. Zool. 15(1):61-86.
- CHEREM, J.J. & PEREZ, D.M. 1996. Mamíferos terrestres de floresta de araucária no município de Três Barras, Santa Catarina, Brazil. Biotemas 9(2):29-46.
- CONSERVATION INTERNACIONAL DO BRASIL, FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SEMAD & Instituto Estadual de Florestas. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- COSTA, L., ASTUA DE MORAES, D., BRITO, D., SORIANO, P., LEW, D. & DELGADO, C. 2008. *Cryptonanus guahybae*. In: IUCN Red list of Threatened Species (International Union for Conservation of Nature). version 2011.2 <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/136705/0> (último acesso em 13/11/2011).
- DALMAGRO, A.D. & VIEIRA, E.M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. Austral Ecol. 30:353-362. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.2005.01447.x>
- GONZÁLEZ, E.M., LANFRANCO, J.A.M. 2010. Mamíferos de Uruguay. Guía de campo e introducción a su estudio y conservación. Banda Oriental, Museo Nacional de Historia Natural, Vida Silvestre Uruguay, Montevideo.
- GONZÁLEZ, E.M. & PARDIÑAS, F.J. 2002. *Deltamys kemp*i. Mammal. Spec. 771:1-4.
- GRAIPEL, M.E., CHEREM, J.J., MONTEIRO-FILHO, E.L.A. & GLOCK, L. 2006. Dinâmica populacional de marsupiais e roedores no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil. Mastozool. Neotrop. 13(1):31-49.
- HORN, G.B. 2005. A assembléia de pequenos mamíferos da floresta paludosa do Faxinal, Torres-RS: sua relação com a borda e o roedor *Akodon montensis* (Rodentia, Muridae) como potencial dispersos de sementes endozocóricas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2004. Mapa de Biomas e de Vegetação. [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169). (último acesso em: 10/11/2011).

- IOB, G. & VIEIRA, E.M. 2008. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. *Plant Ecol.* 198:185-196.
- LANGONE, P.Q. 2007. Importância da matriz e das características do habitat sobre a assembléia de pequenos mamíferos em fragmentos de restinga no sul do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Porto Alegre.
- MARCHIORI, J.N.C. 2004. Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos. EST, Porto Alegre.
- OLIVEIRA, L.F.B. 1985. Estrutura e ordenação espaço-temporal de uma congregação de roedores no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil (Mammalia, Rodentia, Cricetidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PARDINI, R. 2004. Effects of Forest fragmentation on small mammals in the Atlantic Forest landscape. *Biodivers. Conserv.* 13:2467-2586.
- PARDINI, R., SOUZA, S.M., BRAGA-NETO, R. & METZGER, J.P. 2005. The role of Forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammals abundance diversity in an Atlantic Forest landscape. *Biol. Conserv.* 124:253-266. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.033>
- PARDINI, R. & UMETSU, F. 2006. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. *Biota Neotrop.* 6(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn006060022006>
- PEDÓ, E. 2005. Assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em área de ecótono campo – floresta com Araucária na região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ROSSI, R.V. & BIANCONI, G.V. 2011. Ordem Didelphimorpha. In *Mamíferos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A., Pedro & I.P. Lima, eds.). Nelio R. dos Reis, Londrina, p.31-70.
- SCHERER, A., MARASCHIN-SILVA, F. & BAPTISTA, L.R.M. 2005. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta Bot.Bras.* 19(4):717-726.
- SCHERER, A., MARASCHIN-SILVA, F. & BAPTISTA, L.R.M. 2007. Regeneração arbórea num capão de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.* 62(1-2):89-98.
- VIEIRA, E.F. 1983. Rio Grande: geografia física, humana e econômica. Sagra, Porto Alegre.
- VIEIRA, E.F. 1984. Rio Grande do Sul: geografia física e vegetação. Sagra, Porto Alegre.
- VILLWOCK, J.A., DEHNHARDT, E.A., LOSS, E.L. & HOFMEISTER, T. 1980. Turfas da província costeira do Rio Grande do Sul – Geologia depósito Águas claras. In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Sociedade Brasileira de Geologia, coord.). Sociedade Brasileira de Geologia, Camboriú, p.500-512.
- VOSS, R.S., LUNDE, D.P. & JANSÁ, S.A. 2005. On the contents of *Gracilinanus* Gardner and Creighton, 1989, with the Description of a Previously Unrecognized Clade of Small Didelphid Marsupials. *Am. Mus. Novit.* 3482:1-34. [http://dx.doi.org/10.1206/0003-0082\(2005\)482\[0001:OTCOGG\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1206/0003-0082(2005)482[0001:OTCOGG]2.0.CO;2)
- WAECHTER, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comum. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Sér. Bot.* 33:49-68.
- WAECHTER, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In *Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira* (Academia de Ciências do Estado de São Paulo, org.). Academia de Ciências do Estado de São Paulo, Águas de Lindóia, v.3, p.228-248.

Recebido em 20/11/2011

Versão reformulada recebida em 16/03/2012

Publicado em 30/03/2012