
USO E CONSERVAÇÃO DA ICTIOFAUNA NO ECOTURISMO DA REGIÃO DE BONITO, MATO GROSSO DO SUL: O MITO DA SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA NO RIO BAÍA BONITA (AQUÁRIO NATURAL DE BONITO)

José Sabino ¹ & Luciana Paes de Andrade ^{1,2}

Biota Neotropica v3 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?point-of-view+BN00403022003>

Recebido em 18/06/2003

Publicado em 01/07/2003

¹ Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal - UNIDERP
Mestrado em Meio-Ambiente e Desenvolvimento Regional
Laboratório de Biodiversidade, Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos
79290-000 Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil
e-mail: jsabino@bonitonline.com.br

² Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zoologia
e-mail: lucituca@bonitonline.com.br

Abstract

The Bonito region, in Mato Grosso do Sul State, stand out in Brazil as national reference of example of correct practices in the ecotourism. In spite of progresses in the tourist operation, a three years study of environmental monitoring in Rio Baía Bonita indicates losses of biodiversity portion, very probably due to the visitation excess. Proposed of management and of low impact tourism practices, with careful operation protocol and reduction of the carrying capacity, they were rejected by the company responsible for the operation in the place. Unfortunattly, this event indicates that there is still an enormous gap among the support that the Conservation Biology could give to the sustainable tourist operation. The model of tourist activity developed by the land-owners is conduct essentially by economical parameters in detriment of the environmental ones, and the conservationism don't get ahead of the rhetoric. The fragility and uniqueness, as the one of Natural Aquarium area, request scientific contributions for wildlife conservation and environment sustainable use in long term.

Key words: *Biodiversity, Wildlife Conservation, Ecotourism, Economic Value of Nature, Sustainable Tourism, Fishes, Bodoquena Plateau, Mato Grosso do Sul*

Resumo

A região de Bonito, Mato Grosso do Sul, desponta no Brasil como referência nacional de exemplo de práticas corretas no ecoturismo. Apesar de avanços na operação, um estudo de três anos de monitoramento ambiental do Rio Baía Bonita indica perdas de parcela de biodiversidade, muito provavelmente decorrente do excesso de visitação. Propostas de manejo e de turismo de mínimo impacto, com cuidadoso protocolo de operação e redução da capacidade de carga, foram rejeitadas pela empresa responsável pela operação no local. Este evento indica que, infelizmente, ainda há uma enorme lacuna entre o suporte que a Biologia da Conservação poderia dar à operação turística. O modelo de atividade turística desenvolvido pelos empresários é balizado essencialmente por parâmetros econômicos em detrimento dos ambientais, que não passam da retórica. A delicadeza e unicidade de ambientes como o do "Aquário Natural", contudo, requer aportes científicos para a efetiva conservação da fauna e da sustentabilidade ambiental no longo prazo.

Palavras-chave: *Biodiversidade, Conservação, Ecoturismo, Valoração Econômica da Natureza, Turismo Sustentável, Peixes, Planalto da Bodoquena, Mato Grosso do Sul*

Introdução

Who hears the fishes when they cry?

Henry David Thoreau (1849)

A região de Bonito, localizada no Planalto da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, desponta no cenário nacional como exemplo de práticas corretas de ecoturismo (Sabino, 2002). De fato, avanços conceituais e operacionais, tais como obrigatoriedade de acompanhamento de guia credenciado e limites na capacidade de visitação em alguns atrativos turísticos (mesmo que empiricamente estabelecidos), foram conquistas que ajudaram a conservar parte da biota dos ecossistemas visitados (Sabino & Andrade, 2002).

Uma longa e complexa combinação de processos geológicos e evolutivos fizeram das nascentes da região sistemas naturais de elevada biodiversidade, com alto grau de unicidade e beleza cênica. A formação geológica do Planalto da Bodoquena explica parte da plasticidade das surgências. Estudos mostram que o subsolo do planalto é formado por rochas calcárias puras, originadas há 550 milhões de anos. A pureza e a antiguidade das rochas tornam as águas límpidas (Boggiani, 1999). O calcário dissolvido na água absorve e decanta as poucas impurezas restantes, tornando a água mais cristalina ainda. Em alguns locais, a visibilidade debaixo da água chega a 60 m, uma das águas mais transparentes do mundo (Sabino & Andrade, 2002).

A rica biodiversidade da Bodoquena é resultado de outros tantos milhões de anos de evolução biológica. Uma complexa combinação de fatores naturais permite que plantas aquáticas, peixes e toda sorte de invertebrados coexistam em nascentes de águas absolutamente cristalinas (Figura 1). Em conjunto, os organismos formam uma intrincada trama de vida, que conecta desde uma alga unicelular aos grandes predadores dos rios, como os dourados e as ariranhas (Sabino, 2002).



Figura 1. Nascente do rio Sucuri, Bonito, Mato Grosso do Sul, mostrando a rica vegetação ripária e a elevada transparência da água (Foto: José Sabino, 23/06/2001).

Aumento da visitação causa riscos à biota

A atividade turística, quando mal conduzida, pode afetar negativamente os componentes sensíveis do ambiente (e.g., Bratton, 1985; Garber & Burger, 1995; Cole, 1997). Para a prática correta do ecoturismo, devem ser estabelecidos protocolos de visitação que visam minimizar o conflito entre recreação e conservação da natureza (Cole, 1993), preparando o visitante para compreender e respeitar as características dos ambientes (Niefer & Silva, 1999; Mitraud, 2001; Sabino & Andrade, 2002).

Dados oficiais do Conselho Municipal de Turismo de Bonito (COMTUR) apontam para o crescimento da atividade turística da região, com aproximadamente 60 mil visitantes em 2002. Acomodar e ajustar o crescente número de visitantes em áreas naturais, sem sacrificar sua integridade ecológica, tem se tornado o desafio central do turismo sustentável (Cifuentes, 1992; Takahashi, 1997; Mitraud, 2001; Sabino & Andrade, 2002).

Além das preocupações éticas da conservação ambiental, a implantação de empreendimentos ecoturísticos impõe exigências legais ao empreendedor, que deve providenciar o licenciamento ambiental (Lei Federal Nº 6.938/81, e Resolução SEMA/MS Nº 331/98). Estas obrigações legais implicam –entre outras condições– na elaboração de um plano de uso turístico e controle dos impactos causados pela visitação, através de um programa de monitoramento ambiental.

Com base nas exigências anteriores, em junho de 2000, a pedido da Baía Bonita Tours, elaboramos e implantamos um “Programa de Monitoramento do Rio Baía Bonita”, com os seguintes objetivos: orientar a execução de medidas de manejo e gestão ambiental, visando disciplinar e atribuir valores educacionais e conservacionistas, controlando e atenuando os impactos da visitação ao local (Sabino & Andrade, 2002).

O Programa de Monitoramento do Rio Baía Bonita é baseado fundamentalmente na literatura corrente, com destaque para os trabalhos de Roggenbuck & Lucas (1987), Goldsmith (1994), Sabino (1999), Garay & Dias (2001) e Mitraud (2001). Para avaliar a qualidade ambiental, destacam-se métodos que monitorem variáveis e descritores das pressões de atividades humanas sobre o ambiente em longo prazo (Tolmasquim, 2001; Rizzo, 2001; Sabino & Andrade, 2002). O conhecimento dos diferentes componentes bióticos e abióticos, bem como aspectos do funcionamento dos ecossistemas, fornece ferramentas de gestão ambiental e gera estudos paralelos de ecologia (e.g., Sabino & Sazima, 1999; Reys *et al.*, 2000) que retroalimentam a gestão ambiental, fortalecendo exploração turística de mínimo impacto por meio da educação conservacionista.

Procedimentos de proteção implantados no rio e seu entorno

Entre junho de 2000 e dezembro de 2002, foram implantadas e mantidas as seguintes medidas mitigadoras do impacto de visitação:

a) redução progressiva até a proibição total de oferta de milho para os peixes por parte dos visitantes. A oferta de alimento artificial pode gerar problemas nas cadeias tróficas naturais dos organismos aquáticos, levando a alterações deletérias do ecossistema;

b) proibição da passagem de botes infláveis sobre as tufas calcárias do rio Formoso, localizadas próximas ao rio Baía Bonita. Estas tufas funcionam como diques naturais e regulam o nível e vazão dos rios;

c) implantação de calçamento de madeira em 100% das trilhas terrestres, visando reduzir a compactação do solo, o impacto do pisoteio da vegetação, o transporte de sedimento para dentro da água, e o desbarrancamento nas regiões marginais ao rio, além de aumentar a segurança do usuário;

d) realização de treinamento do visitante em piscina, visando reduzir o impacto sobre a nascente do rio. A visitação ao rio é feita em grupos de no máximo nove turistas, acompanhados obrigatoriamente de um guia.

Visitante adequadamente treinado minimiza risco ambiental

A magnitude do impacto de visitação é altamente influenciada pelo comportamento do visitante (Cole & Landres, 1996; Cole, 2000). Assim, o treinamento dos visitantes em piscina deve ser mantido como um dos procedimentos centrais da visitação de mínimo impacto ao Rio Baía Bonita, notadamente à sua nascente (Aquário Natural), ambiente frágil e de grande importância cênica e biológica. O uso obrigatório de roupa de neoprene, combinado com colete salva-vidas e sandálias de borracha, aumenta a flutuabilidade do visitante e, por consequência, amplia os cuidados com o delicado sedimento inconsolidado do leito do rio e das macrófitas aquáticas (figura 2). As macrófitas, por sua vez, são fragilmente implantadas no leito e dão suporte à vegetação epifítica, além de servirem de abrigo e alimento para numerosas espécies de invertebrados aquáticos e peixes, de modo similar ao registrado em ambientes pantaneiros (Pott & Pott, 2000) e amazônicos (Sánchez-Botero & Araújo-Lima, 2001).

Salvo intervenções de ordem estrutural e de segurança, os sítios de visitação não devem sofrer adaptações aos visitantes; estes é que deverão ser preparados para a visitação às áreas naturais (Cole, 1993;



Figura 2. O uso obrigatório de equipamentos aumenta a flutuabilidade do visitante e, por consequência, amplia os cuidados com o delicado sedimento inconsolidado do leito do rio e das macrófitas aquáticas do Aquário Natural, rio Baía Bonita, Bonito (Foto: José Sabino, 10/01/2003).

Lindberg & Hawkins, 1993). No caso específico do rio Baía Bonita, além de obrigatório a todo visitante, o treinamento deve ser ampliado em qualidade e tempo. O correto é que este treinamento seja feito com todos os usuários e dure pelo menos 20 minutos, tempo suficiente para que os iniciantes sintam-se adaptados aos equipamentos e procedimentos. O problema da má qualidade do treinamento na piscina é nitidamente acentuado nos períodos de alta temporada, em que os grupos são conduzidos com extrema rapidez em cada parte do passeio, o que inclui pouco tempo destinado à piscina. Alguns guias de turismo responsáveis pela condução de visitantes relataram esta dificuldade, embora não tenham ficado à vontade para expressar este quadro de atropelo da operação, com receio de retaliações por parte da empresa.

Todos os cuidados e procedimentos citados anteriormente resultaram em ganhos ambientais e deveriam ser mantidos e aplicados rigorosamente como pontos estruturais para visitação de mínimo impacto ao rio Baía Bonita e não apenas como “fachada ecológica”. Um caso de exploração turística descontrolada, em ambiente aquático similar, serve de alerta para a operação no Rio Baía Bonita: ao longo da década de 1990, como consequência da visitação desordenada, a nascente do Rio Pratinha, localizado na Chapada Diamantina, Bahia, teve a perda da cobertura de macrófitas aquáticas e redução acentuada da biodiversidade de peixes e invertebrados.

Monitoramento da fauna aquática

O monitoramento está focado principalmente nas observações subaquáticas dos peixes, conforme descrito por Sabino (1999). É dada prioridade para espécies que

ocupam posição de topo na cadeia alimentar (e.g., dourado, *Salminus maxillosus*), e espécies residentes que tenham processos reprodutivos em biótopos delicados na área da nascente (e.g., joaninha, *Crenicichla lepidota*). Espécies da ictiocenose com requisitos alimentares especiais, como cascudos do gênero *Farlowella*, que apresentam distribuição gregária e são muito sensíveis a alterações da disponibilidade de algas, também servem como bons bioindicadores. A presença destas espécies, bem como aspectos de seu comportamento alimentar, reprodutivo e social constituem indicadores do estado de conservação do ambiente.

Espécies de interesse turístico, como piraputanga (*Brycon hilarii*), curimatã (*Prochilodus lineatus*) e matogrosso (*Hyphessobrycon eques*) também têm suas populações monitoradas, visto que sua presença é importante na manutenção do principal atrativo turístico do passeio. No caso da piraputanga e do curimatã, informações de abundância e presença ou ausência estão sendo úteis para estudos iniciais de migração e reprodução de peixes no sistema do Rio Formoso, o principal rio da região.

Monitoramento indica perdas de biodiversidade

Dados do monitoramento indicam que o impacto dos visitantes sobre a ictiofauna tem aumentado. Até o final de 2001, os peixes não apresentavam redução em riqueza de espécies, representada por cerca de 30 espécies (Sabino & Sazima, 1997). Entretanto, a partir de meados de 2002, algumas espécies bioindicadoras não foram registradas e outras diminuíram em ocorrência. É digna de nota a ausência de *Farlowella*, não detectada nos últimos três monitoramentos (junho, setembro e dezembro de 2002). A redução ou mesmo o desaparecimento das populações locais destes cascudos pode ser resultado da diminuição da oferta de alimento natural (algas microscópicas que recobrem macrófitas aquáticas ou rochas do leito), em consequência da turbulência causada pelos movimentos dos turistas e pelos remos dos barcos, ou ainda por processos de eutrofização e favorecimento de algas filamentosas, registradas em eventos de reprodução explosivos.

O número de registros de *Salminus maxillosus* também diminuiu nos últimos três monitoramentos (junho, setembro e dezembro de 2002). A redução da densidade populacional desta espécie pode ser parcialmente explicada por flutuações naturais, vinculadas a migrações reprodutivas (piracema; observações de dezembro de 2002). No entanto, nos monitoramentos de junho e setembro de 2002 não foi encontrada nenhuma outra causa natural que justifique a diminuição destes registros, que caíram de 8 a 13 indivíduos por transecto (registros médios de 2001 e do primeiro

semestre de 2002) para 3 a 5 indivíduos por transecto (junho e setembro de 2002).

A população de *Brycon hilarii* no rio Baía Bonita, acompanhada por métodos de censo visual e registro fotográfico, é estável ao longo do ano, com número de indivíduos variando entre aproximadamente 350 e 500. A exceção desta densidade elevada é no período de piracema, quando há uma nítida redução de indivíduos. O pico desta redução se dá nos meses de novembro e dezembro, quando a maioria das piraputangas desloca-se ao Rio Formoso para reprodução.

No auge da piracema (em geral, em dezembro e janeiro), o Rio Baía Bonita recebe grupos de peixes sexualmente maduros, principalmente das espécies *Brycon hilarii* e *Prochilodus lineatus*, que usam a área para desova. Estes eventos demonstram que a área é sítio de reprodução e desova destas espécies migradoras, evidenciando a importância ecológica da Baía Bonita em escala regional. O local funciona como berçário natural e viveiro de formas jovens destas espécies de grande importância econômica para a região da Serra da Bodoquena (turismo) e sistema do Alto Rio Miranda e Pantanal (pesca esportiva e de subsistência).

A nascente da Baía Bonita também é palco de reprodução de peixes residentes. Destacam-se espécies do gênero *Ancistrus* e *Crenicichla*. O conhecimento da reprodução em *Crenicichla lepidota* é limitado principalmente a observações em aquário. Um estudo naturalístico conduzido na nascente da Baía Bonita relatou aspectos do comportamento reprodutivo e dos cuidados parentais deste ciclídeo (Sabino & Andrade, 2003). A estratégia reprodutiva de *Crenicichla lepidota*, que envolve nidificação em micro-habitats abrigados somados aos cuidados parentais, deve ampliar a chance de sobrevivência da prole em condições naturais. Entretanto, a passagem



Figura 3. Casal de *Crenicichla lepidota* (macho à esquerda, fêmea à direita), protegendo prole em ninho de tronco submerso, após serem perturbados. Note os juvenis (seta), no entorno da fêmea, entocados sob perturbação (Foto: José Sabino, 14/01/2003).

constante de visitantes perto dos ninhos, especialmente na área da nascente, e durante a alta temporada de janeiro (período que coincide com o pico de reprodução desta espécie), estressa estes peixes, que ficam a maior parte do tempo entocados e sem poder se alimentar (Figura 3).

Considerando a perturbação contínua da passagem dos visitantes, não é possível saber qual o sucesso reprodutivo de *Crenicichla lepidota* no local. Neste estudo, detectamos uma grande discrepância entre o número de ovócitos registrados nas fêmeas dissecadas e o número de larvas e juvenis registrados no campo (Sabino & Andrade, 2003). É claro que deve haver uma perda das formas juvenis por predação ou morte natural, mas também é possível que parte da mortalidade seja consequência de pressões ambientais decorrentes do estresse causado pelo excesso de visitação.

Merece destaque o tratamento ambiental dado a situações similares em Fernando de Noronha: no período de desova e nidificação de aves marinhas, as trilhas de caminhamento próximas aos ninhos são interditadas para a visitação turística (Mitraud, 2001).

Conservação da biota aquática

Os estudos sobre monitoramento de impactos resultantes da visitação turística em ambientes de água doce Neotropicais são muito reduzidos, e praticamente inexistentes no Brasil (Sabino & Andrade, 2002). A maioria das experiências brasileiras envolvendo análises sobre capacidade de carga, mitigação dos impactos decorrentes da visitação e monitoramento de áreas de visitação refere-se a ambientes terrestres (Takahashi, 1997) ou marinhos (Reuss-Strenzel *et al.*, 1997).

Encontrar o equilíbrio entre o interesse econômico (privado) e a conservação ambiental (interesse público) não é tarefa fácil, principalmente porque o controle deste equilíbrio depende de critérios e fatores subjetivos e de políticas ambientais e turísticas adequadas. Um programa de monitoramento, cientificamente embasado, diminui esta subjetividade, pois inclui avaliação de componentes bióticos e abióticos quantificáveis (Sabino & Andrade, 2002). Para as mitigar os impactos da visitação, por exemplo, há metodologias amplamente difundidas como a de "Capacidade de Carga" (Cifuentes, 1992), "Limite Aceitável de Câmbio" (Stankey, 1985; Takahashi, 1997) e "Visitor Impact Management" (Frêixedas-Vieira *et al.*, 2000).

O monitoramento fornece a validação científica da operação de mínimo impacto, indicando sua sustentabilidade, ou não, em longo prazo. Desse modo, a informação ambiental tem papel estratégico na conservação e utilização sustentável da biodiversidade do ecossistema estudado. Estudos de monitoramento na região de Bonito deveriam ser reconhecidos pelos operadores locais como a

forma mais segura de se buscar a sustentabilidade ambiental de longo prazo, e não como ameaça aos resultados financeiros imediatos. Monitorar as rupturas dos sistemas naturais e suas consequências deletérias constitui uma árdua tarefa científica, que necessita de estudos de ecologia de populações e comunidades em longo prazo (Goldsmith, 1994; Garay & Dias, 2001). No caso da Baía Bonita, temos um conhecimento ainda muito precário dos organismos e suas complexas relações. Para evidenciar esta ignorância, há uma nova espécie de peixe sendo descrita da nascente do rio (Benine *et al.*, no prelo), e, seguramente, há pelo menos quatro outras espécies que ocorrem na área e ainda não foram descritas pela Ciência.

Valoração ambiental do ecoturismo na região de Bonito

A valoração econômica da biodiversidade tem merecido esforço de estudo no Brasil e no mundo (e.g., Lindberg & Huber-Jr, 1993; Araujo-Lima *et al.*, 1998). Mas o que se perde com a alteração do mundo natural, de suas populações e ecossistemas? A depauperação da biodiversidade implica em perda de espécies, e perda de serviços prestados pelo funcionamento dos ecossistemas, como depuração do ar e da água, proteção do solo, regulação climática, além da perda da informação educacional e científica, e da inspiração cultural e estética (Wilson, 2002).

A título de exercício, qual seria a perda econômica de apenas um exemplar de piraputanga, *Brycon hilarii*, a principal espécie de interesse turístico na Baía Bonita? Para entendermos quanto vale apenas um indivíduo, temos as seguintes informações: a) a população desta espécie de peixe no Rio Baía Bonita é estimada em 500 indivíduos; b) se ao longo do ano passam, em média, cerca de 22 mil turistas pelo atrativo (fonte: COMTUR); c) estes visitantes pagam entre R\$ 55,00 (baixa temporada) e R\$ 90,00 (alta temporada) para visitar a Baía Bonita (Aquário Natural); d) considerando que a metade dos visitantes passa pelo atrativo na alta temporada e a outra metade na baixa, a empresa tem uma receita bruta aproximada de R\$ 1.595.000,00 ao ano. Desse modo, uma única piraputanga rende, ao ano, R\$ 3.190,00 (1.595.000 dividido por 500). Considerando que cada piraputanga pode viver em condições naturais por volta de cinco anos, cada indivíduo da Baía Bonita tem potencial para gerar uma receita bruta média de R\$ 15.950,00 em sua vida.

É evidente que esta equação trata-se de apenas um exercício, mas dá para se ter uma idéia da valoração da biodiversidade e, no caso específico, dos lucros advindos da administração de um empreendimento de turismo em Bonito, que explora as riquezas naturais. Entretanto, a conservação da natureza implica na colocação de valores éticos nestas equações, que transcendem o simples fluxo

de caixa de uma empresa cuja fonte de renda é o mundo natural. A diversidade biológica é patrimônio da Humanidade e como tal deve ser tratada com absoluto respeito e ética. Em um plano mais prático e focado no exemplo da Baía Bonita, alterações da composição da flora aquática, com seu empobrecimento e/ou degradação, resultam invariavelmente em perdas da biota aquática, notadamente da ictiofauna, e fauna e flora ripárias com danos em suas complexas inter-relações.

Conflito entre conservação e resultados financeiros imediatos

No início de 2002 a empresa Baía Bonita Tours, que opera o passeio obteve da SEMA-MS a Licença de Operação (nº 014/2002) com aumento da capacidade de carga de 100 turistas/dia para 200/dia (em grupos de 09 turistas mais 01 guia a cada meia hora, com 20 repetições diárias). Com o aumento de 100% do potencial de visitação, destacamos que os estudos de monitoramento deveriam ser mantidos para se obter avaliações contínuas das condições ambientais, visando a sustentabilidade ecológica do local. Vale ressaltar que a capacidade de carga total (200 pessoas/dia) é atingida principalmente durante a alta temporada de verão, período que coincide com o pico de reprodução das espécies residentes, como *Crenicichla lepidota* e *Ancistrus* spp., e migradoras, como *Prochilodus lineatus* e *Brycon hilarii*. Adicionalmente, a Baía Bonita é a única empresa da região que faz a operação turística dentro da área da nascente, diferentemente de outros passeios de flutuação que mantêm as áreas de nascentes intangíveis (Rio da Prata) ou apenas visitadas externamente (Rio Sucuri).

Considerando a unicidade, a delicadeza e a importância biológica dos ecossistemas existentes na Baía Bonita, notadamente a nascente do rio; considerando as pressões deletérias oriundas da visitação em 2002; e considerando as avaliações gerais que constatarem a perda de parcela da biodiversidade, recomendamos fortemente, aos proprietários da empresa, à SEMA-MS e ao Ministério Público, a redução do número de visitantes de 180 para 120 ao dia.

Para que os peixes e o restante da biota possam interagir naturalmente, recomendamos também que o intervalo entre um grupo e outro de visitantes seja ampliado dos atuais 30 minutos para 45 minutos, contados a partir da saída da piscina de treinamento. Recomendamos, ainda, que cada grupo permaneça no máximo 10 minutos na nascente, de modo que mesmo nos períodos de pico de visitação a nascente e o próprio rio tenham pelo menos 30 minutos de intervalo entre a passagem de cada grupo de visitantes.

Infelizmente, as recomendações para redução dos impactos da visitação não foram acatadas pela Baía Bonita Tours, responsável pela operação turística do local. Ao

contrário, a empresa contratou um biólogo que, após dois dias de visitas ao campo, teceu críticas ao estudo de três anos e rechaçou as orientações do monitoramento. Como qualquer produto científico, o Programa de Monitoramento do Rio Baía Bonita não é intocável, pois se trata de ferramenta nova e em contínuo aperfeiçoamento. Contudo, apesar de suas eventuais limitações, o Protocolo de Monitoramento e seus resultados atuais são o mais poderoso instrumento de que dispomos para avaliar as condições ambientais e a operação turística do Rio Baía Bonita. Consideramos que a execução das medidas mitigadoras sugeridas no monitoramento seja fundamental para que os objetivos de uso sustentável em longo prazo sejam alcançados.

Mesmo com a redução do número de visitantes, o empreendimento ainda é economicamente sustentável. Em nossa avaliação, o funcionamento com a capacidade atual de 200 pessoas/dia, resultará na “morte dos peixinhos dos ovos de ouro”. A redução da visitação para 120 visitantes/dia permitiria a operação do passeio por um tempo maior, além da manutenção da biodiversidade em longo prazo.

Para justificar a redução do número de visitantes, além dos quesitos científicos listados, atraímos a atenção do Poder Público para o “Princípio da Precaução”, indicado na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Em seu preâmbulo, a Convenção declara: “observando também que quando exista ameaça de redução ou perda de diversidade biológica, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar medidas para evitar ou minimizar essa ameaça”. Desse modo, para a CDB, basta haver ameaça de redução ou risco de perda de diversidade biológica para que o “Princípio da Precaução” seja requerido.

O uso e a conservação da natureza não é uma atividade amadora e, como tudo no mundo moderno, envolve a ação de especialistas. Há todo um conjunto de referenciais teóricos e práticos embasados na Ciência da Ecologia e na Biologia da Conservação (e.g., Terborgh *et al.*, 2002). Embora a preocupação e o desejo de conservar a Natureza sejam ideais amplamente difundidos na sociedade, a conservação efetiva se dá por meio de quesitos técnicos e hoje há um conjunto de teorias e métodos aplicáveis que permitem a gestão ambiental com mínimo impacto à Natureza (Wilson, 1988; 2002 Terborgh *et al.*, 2002).

Empresários que usam a biodiversidade como fonte de recursos precisam reconhecer, não apenas no discurso, suas responsabilidades fundamentais sobre a conservação da biota e dos bens naturais existentes em áreas sob seu domínio. Uma empresa que vive da exploração dos recursos naturais não pode ter apenas o fluxo de caixa positivo como meta. Não é possível manter uma visão simplista e reducionista da atividade de exploração dos recursos naturais. O lucro puro e simples (direito privado) nunca pode suplantar os limites da Natureza e os princípios e a ética conservacionista (direito público).

Ao nosso ver, a Licença de Operação não basta para proteger os ambientes. Existe forte pressão do capital sobre os ecossistemas da região de Bonito. Com a construção do aeroporto regional e a inauguração de novos hotéis, que em conjunto facilitarão o acesso à região, haverá maior pressão sobre os ecossistemas locais. Acreditamos que a sustentabilidade de ambientes frágeis como as nascentes e rios de Bonito somente será mantida se programas similares de monitoramento e proteção forem adotados nestes ecossistemas e, obviamente, respeitados pelos donos da terra e pelo Poder Público.

Seguramente, um programa de monitoramento continuado e cientificamente embasado, ao detectar alterações ambientais representa a melhor ferramenta para conciliar a exploração turística com a conservação dos ambientes em longo prazo. As informações ambientais apresentam-se hoje como fator estratégico para subsidiar o planejamento ambiental e o uso sustentável de recursos naturais (Garay & Dias, 2001).

Acreditamos que há muito que fazer para proteger a região. Sob os aspectos de estudos biológicos, ainda estamos na fase de catalogação da fauna e flora da Bodoquena. A ciência da Ecologia pode e deve contribuir para elaboração de estudos focados na sustentabilidade do turismo local (e.g. Banducci & Moretti, 2001; Cole & Landers, 1996; Faria & Carneiro, 2001; Sabino & Andrade, 2002). Respeito e ética nas relações trabalhistas e técnicas também são requisitos fundamentais para a realização de estudos ecológicos de longo prazo. Esperamos que o maior conhecimento dos ecossistemas permita uma melhor gestão e que os interesses ecológicos fiquem sempre acima do interesse privado e comercial. Gostaríamos que estudos de monitoramento, como o implantado no Rio Baía Bonita, fossem aceitos como resultado de interações maduras entre a ciência e o empresariado, tendência em franca expansão no mundo moderno. Sabemos, contudo, que a aceitação destes produtos da ciência passa por um longo caminho de educação e de mudança de percepção de mundo sobretudo de empresários com visão retrógrada e obscura.

O modelo abjeto de concentração de renda, no qual cerca de 65% do valor bruto arrecadado ficam nas mãos do empreendedor, na forma de lucro, é outro ponto que merece repúdio de quem vê na natureza não apenas uma fonte de lucro fácil. Com este percentual de lucro, como justificar as perdas de parcela da biodiversidade ou a não repartição justa dos benefícios do uso da diversidade biológica, garantida por princípio na CDB? Sabemos que o lucro é a essência da sociedade capitalista, mas acreditamos que não se pode obtê-lo sem responsabilidade social e ambiental.

Peixes são animais silvestres e Bonito mostra isso à sociedade

O Brasil tem a maior riqueza de peixes de água doce do mundo, com estimativas que variam entre 4000 e 5000 espécies (Sabino & Prado, no prelo). Grande parte destes peixes vive em ambientes de águas escuras ou barrentas. As nascentes e rios da região da Bodoquena formam cenários ideais para contato com parte deste imenso patrimônio natural. A região é uma excelente janela para observação de ambientes de água doce e seus organismos. Suas águas dão um verdadeiro banho de sensibilização ambiental.

Vertebrados constituem as criaturas mais importantes e evidentes para os seres humanos, e muitas delas são usadas como espécies-símbolo em programas de conservação (e.g., mico-leão-dourado, muriqui, arara-azul, tamanduá-bandeira, tartaruga-marinha) e ecoturismo (e.g., Walpole & Leader-Williams, 2002). Mittermeier (1988) destaca a empatia do público para o que chama de megavertebrados carismáticos, considerados o melhor veículo para divulgação e popularização da questão conservacionista. Ao contrário de mamíferos e aves, os peixes não atraem tanto a opinião pública para aspectos de



Figura 4. O monitoramento rio Baía Bonita está focado principalmente nas observações subaquáticas de espécies que ocupam posição de topo na cadeia alimentar, como o dourado, Salminus maxillosus (Foto: José Sabino, 21/03/2002).

conservação. De modo geral, predomina o pensamento de que rios e mares são fontes inesgotáveis de recursos e que são estes ambientes pouco afetados pelas interferências humanas (Greenwood, 1992). Na região do Planalto da Bodoquena, peixes deixam de ser “recursos pesqueiros” ou apenas “animais fedidos” e viram objetos de admiração.

A conservação de ambientes frágeis, como nascentes, rios e matas ripárias da Bodoquena, somente será possível se houver pesquisas ecológicas e um amplo planejamento do turismo. Mais que isso, implantar técnicas de uso racional e sustentável nestes ambientes mostra que o ecoturismo pode ser uma importante ferramenta na conservação da biodiversidade. E isso poderia ser um bom exemplo para o Brasil e para o mundo.

Finalmente, reafirmamos nossa absoluta admiração pelo mundo natural. Temos a convicção que a Natureza pode ser usada de modo respeitoso e ao mesmo tempo preservada em sua plenitude, proporcionando uma vida harmoniosa a todos os seres.

Agradecimentos

Somos gratos à Fundação Manoel de Barros e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul – Fundect/CNPq pelo apoio financeiro (Processo nº 21/030027/02). Eleonora Trajano, Jansen Zuanon e Ricardo Macedo Corrêa e Castro deram importantes sugestões ao estudo de caracterização da ictiofauna e monitoramento do rio Baía Bonita. Finalmente, agradecemos ao Reitor da UNIDERP, Professor Pedro Chaves dos Santos Filho, que nos apoiou em todos os momentos deste confronto entre o Brasil velho e o Brasil novo, entre a visão obscura, hostil e retrógrada dos proprietários e gerente da Baía Bonita Tours e as evidências e a clareza do método científico. Este confronto ainda não acabou, mas temos certeza que o Brasil novo vencerá, tal e qual antevê Cláudio de Moura e Castro em sua coluna da revista Veja, “O mato não é treva” (edição 1810).

Referências Bibliográficas

- Araújo-Lima, C.A.R.M., M. Goulding, B. Forsberg, R. Victoria & L. Martinelli, 1998. The economic value of the Amazonian flooded forest from a fisheries perspective. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 2177-2179.
- Banducci-Jr., A. & E.C. Moretti (orgs.), 2001. *Qual Paraíso? Turismo e Ambiente em Bonito e no Pantanal*. Edições Chronos e Editora da UFMS. 205p.
- Benine, R.C.; R.M.C. Castro & J. Sabino, *no prelo*. *Moenkhausia* sp.n., a new species from Pantanal, Rio Paraguai Basin, MS, Brazil (Characiformes: Characidae). *Copeia*.
- Boggiani, P.C., 1999. Geologia da Bodoquena. Pp.10-23. In: *Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região*. Scremin-Dias, E.; Pott, V.J.; Hora, R.C. & Souza, P.R. (eds.). Editora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 160p.
- Bratton, S.P., 1985. Effects of disturbance by visitors on two woodland orchid species in Grea Smoky Mountains National Park, USA. *Biological Conservation*, 31: 211-227.
- Cifuentes, M., 1992. *Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE.
- Cole, D.N., 1993. Minimizing conflict between recreation and nature conservation. Pp. 105-122. In: *Ecology of greenways: Design and function of linear conservation areas*. D.S. Smith & P.C. Hellmund (eds.). University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Cole, D.N., 2000. Biophysical impacts of wildland recreation use. Pp. 257-264. In: *Trends in outdoor recreation, leisure and tourism*. W.C. Gartner & D.W. Lime (eds.). CAB International.
- Cole, D.N. & P.B. Landres, 1996. Threats to wilderness ecosystems: impacts and research needs. *Ecological Applications*, 6(1): 168-184.
- Faria, D.S. & K.S. Carneiro, 2001. *Sustentabilidade ecológica no turismo*. Editora da UnB. 96p.
- Frêixedas-Vieira, V.M.; A.J. Passold.; T.C. Magro, 2000. Impactos do Uso Público: um guia de campo para utilização do método VIM. Pp. 296-305. In: *Congresso de Unidades de Conservação, 2, Campo Grande, MS. Anais, vol II*. Campo Grande: Rede Pró-Unidades de Conservação, Governo de Mato Grosso do Sul, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza.
- Garay, I. & B.F.S. Dias, 2001. *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Editora Vozes. Petrópolis. 430p.
- Garber, S.D. & J. Burger, 1995. A 20-YR study documenting the relationship between turtle decline and human recreation. *Ecological Applications*, 5(4): 1151-1162.
- Goldsmith, F.B., 1994. *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman & Hall. London, UK.
- Greenwood, P.H., 1992. Are the major fish faunas well-known? *Journal of Zoology*, 42: 131-138.
- Lindberg, K. & D.E. Hawkins (eds.), 1993. *Ecotourism: a guide for planners & managers*. The Ecotourism Society. North Bennington, Vermont, 175 p.
- Mittermeier, R.A., 1988. Primate diversity and the tropical forest. Pp.145-154. In: Wilson, E.O. (ed.). *Biodiversity*. Washington DC, National Academy Press. 521p.
- Mitraud, S.F. (coord.), 2001. *Uso Recreativo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha: um exemplo de planejamento e implementação*. WWF Brasil, Brasília. 100p.
- Niefer, I. & J.C.L.G. Silva, 1999. Critérios para um ecoturismo ambientalmente saudável. *Cadernos da Biodiversidade*, 2(1): 53-61.
- Pott, V.J. & A. Pott, 2000. *Plantas Aquáticas do Pantanal*. Embrapa, Brasília. 404p.

- Reuss-Strenzel, G.M.; M.L. Asmus; A.P. Chludinski, 1997. Avaliação inicial do impacto causado pelo turismo submarino na Reserva Biológica do Arvoredo – Santa Catarina, Brasil utilizando um modelo ecológico de simulação. pp. 528-541. In: *Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, vol. II. IAP/UNILIVRE, Curitiba, Brasil.
- Reys, P.; J. Sabino, & M. Galetti, 2000. Frugivory and seed dispersal by the fish *Brycon microlepis* (Characidae) and other frugivores in a riverine forest in Bonito, Western Brazil. Pp. 247. *3rd International Symposium - Workshop on Frugivores and Seed Dispersal*. São Pedro, Brazil.
- Rizzo, H.G., 2001. Programa nacional de monitoramento ambiental integrado – Monitore. *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Pp. 59-67. In: Garay, I. & B.F.S. Dias (eds.). Editora Vozes. Petrópolis. 430p.
- Roggenbuck, J.W. & R.C. Lucas, 1987. *Wilderness use and user characteristics: a state of knowledge review*. General Technical Report. USDA Forest Service, Fort Collins, USA.
- Sabino, J., 1999. Comportamento de peixes em riachos: métodos de estudo para uma abordagem naturalística. pp. 183-208. In: *Ecologia de Peixes de Riachos*. Caramaschi, E.P.; R. Mazzoni, & P.R. Peres-Neto (eds.). Série Oecologia Brasiliensis, vol. VI. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Sabino, J., 2002. Planalto da Bodoquena: Natureza em estado de graça. *Revista Os Caminhos da Terra*, 125: 58-65.
- Sabino, J. & L.P. Andrade, 2002. Monitoramento e conservação no rio Baía Bonita, região de Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 397-404. In: *Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. Rede Pró-Unidades de Conservação, Fundação Boticário de Proteção à Natureza e Associação Caatinga. Fortaleza, Ceará. 876p.
- Sabino, J. & L.P. Andrade, 2003. *Comportamento reprodutivo e cuidados parentais da joaninha Crenicichla lepidota (Cichlidae) no sistema do Rio Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul*. CD-Rom. XV Encontro Brasileiro de Ictiologia. Universidade Metodista Mackenzie, São Paulo.
- Sabino, J. & I. Sazima, 1997. *A comunidade de peixes da nascente da Baía Bonita, em Bonito, Mato Grosso do Sul*. XII Encontro Brasileiro de Ictiologia, IOUSP, São Paulo.
- Sabino, J. & I. Sazima, 1999. Association between fruit-eating fish and foraging monkeys in western Brazil. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, 10 (4): 309-312.
- Sabino, J. & P.I. Prado, no prelo. *Síntese do Conhecimento da Diversidade de Vertebrados do Brasil*. Série Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD - ONU).
- Sánchez-Botero, J.I. & C.A.R.M. Araújo-Lima, 2001. As macrófitas aquáticas como berçário para ictiofauna da várzea do Rio Amazonas. *Acta Amazônica*, 31 (3): 437-447.
- Stankey, G.; D. Cole; R. Lucas; M. Petersen; S. Frissell, 1985. *The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning*. General Technical Report INT-176. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- Takahashi, L.Y., 1997. Limite aceitável de câmbio (LAC): Manejando e monitorando visitantes. Pp. 445-464. In: *Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, vol. I. IAP/UNILIVRE, Curitiba.
- Terborgh, J.; C. van Schaik; L. Davenport & M. Rao, 2002. *Tornando os parques eficientes: estratégias para conservação da natureza nos trópicos*. Curitiba. Editora da UFPR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza.
- Tolmasquim, M.T., 2001. Estrutura conceitual para a elaboração de indicadores de sustentabilidade para o Brasil. Pp. 68-75. In: *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Garay, I. & B.F.S. Dias (eds.). Editora Vozes. Petrópolis. 430p.
- Walpole, M.J. & N. Leader-Williams, 2002. Tourism and flagship species in conservation. *Biodiversity and Conservation*, 11: 543-547.
- Wilson, E.O., 1988. *Biodiversity*. Washington DC, National Academy Press. 521p.
- Wilson, E.O., 2002. *O Futuro da Vida*. Rio de Janeiro, Editora Campus. 242p.
- Título: Uso e conservação da ictiofauna no ecoturismo da região de Bonito, Mato Grosso do Sul: o mito da sustentabilidade ecológica no Rio Baía Bonita (Aquário Natural de Bonito)

Autores: José Sabino & Luciana Paes de Andrade

Biota Neotropica, Vol. 3 (number 2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?point-of-view+BN00403022003>

Recebido em 18/06/2003
Publicado em 01/07/2003

ISSN 1676-0603

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE BAETIDAE (INSECTA: EPHEMEROPTERA) DO ESTADO DE SÃO PAULO, COM ÊNFASE EM COLETAS REALIZADAS EM CÓRREGOS FLORESTADOS DE BAIXA ORDEM

Frederico Falcão Salles^{1,2}; Cesar N. Francischetti¹; Fabio de Oliveira Roque³; Mateus Pepinelli³, Susana Trivinho Strixino³

Biota Neotropica v3 (n2) <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN01103022003>

Recebido em: 12/06/2003

Revisado em: 20/08/2003

Publicado em: 26/08/2003

1. Universidade Federal de Viçosa. Museu de Entomologia, Departamento de Biologia Animal, Viçosa, Minas Gerais, Brasil;

2. Autor correspondente. E-mail: ffsalles@insecta.ufv.br

3. Universidade Federal de São Carlos. Laboratório de Entomologia Aquática, Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos. Homepage: www.ufscar.br/~leia

Abstract

Preliminary survey of genera and species of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from São Paulo State, with emphasis in the fauna sampled in low order forested stream.

Although in Brazil, there has been an increasing number of studies on Baetidae in the last years, until the present study only three nominal species have been reported from the São Paulo State. Herein, we report the following taxa sampled in 15 low order forested streams from different macro-regions of São Paulo State: *Americabaetis alphas*, *A. labiosus*, *A. longetron*, *Apobaetis fiuzai*, *Aturbina georgei*, *Baetodes* cf. *serratus*, *Callibaetis* sp. 1, *Callibaetis* sp. 2, *Camelobaetidius anubis*, *Cloeodes irvingi*, *Cryptonympha* sp., *Paracloeodes eurybranchus*, *Waltzophius fasciatus*, and *Zelus principalis*.

Key words: Baetidae, Ephemeroptera, Brazil, São Paulo State, new reports.

Resumo

Levantamento preliminar dos gêneros e espécies de Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) do Estado de São Paulo, com ênfase em coletas realizadas em córregos florestados de baixa ordem

A despeito dos avanços alcançados recentemente com relação ao conhecimento faunístico de Baetidae no Brasil, assim como na Região Sudeste, até o presente trabalho somente três espécies nominais haviam sido registradas para o Estado de São Paulo. Baseados em coletas realizadas em quinze córregos de baixa ordem localizados em seis macro-regiões do estado, os seguintes táxons de Baetidae são reportados: *Americabaetis alphas*, *A. labiosus*, *A. longetron*, *Apobaetis fiuzai*, *Aturbina georgei*, *Baetodes* cf. *serratus*, *Callibaetis* sp. 1, *Callibaetis* sp. 2, *Camelobaetidius anubis*, *Cloeodes irvingi*, *Cryptonympha* sp., *Paracloeodes eurybranchus*, *Waltzophius fasciatus* e *Zelus principalis*.

Palavras-chave: Baetidae, Ephemeroptera, Brasil, Estado de São Paulo, novos registros.

1. Introdução

O conhecimento faunístico da família Baetidae (Ephemeroptera) no Brasil vem sofrendo significativos avanços nos últimos anos, e como consequência disso, o número de gêneros e espécies reportados para o país aumentou consideravelmente nesse período (de quatro gêneros e dezesseis espécies em 1991, para os atuais dezenove e 40, respectivamente). Fazendo uma análise mais apurada desses registros, pode-se verificar que a maioria encontra-se restrita a poucas e isoladas localidades, principalmente no norte e sul do país. Portanto, o conhecimento dessa família de Ephemeroptera em outras regiões e estados brasileiros é praticamente nulo (Lugo-Ortiz et al. 2002). Mesmo a Região Sudeste, alvo recente de uma série de estudos taxonômicos lidando com a família (e.g. Lugo-Ortiz et al. 2002, Salles & Lugo-Ortiz 2002, 2003, Salles et al. 2003a,b, Francischetti et al. 2003), encontra-se nessa situação. Como as áreas mais estudadas nessa região estão localizadas em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, o que se sabe a respeito dos demais estados ainda se encontra muito aquém do satisfatório. Enquanto os primeiros registros da família foram realizados recentemente no Espírito Santo (Lugo-Ortiz et al. 2002), o Estado de São Paulo, com três espécies descritas no início do século, baseadas somente em adultos [*Callibaetis jocosus* (Navás), *C. zonalis* (Navás) e *Moribaetis comes* (Navás) (Gillies 1990, Lugo-Ortiz & McCafferty 1999)], não possui nenhuma outra espécie nominal registrada.

Estimulados pela importância e diversidade da família, e objetivando ampliar o conhecimento a respeito do grupo em ambientes lóticos no Estado de São Paulo, apresentamos uma série de registros inéditos de Baetidae para o estado. Baseado em coletas realizadas principalmente em córregos florestados de baixa ordem, este trabalho tem como intuito contribuir com o Projeto “Levantamento da fauna e da biologia de macroinvertebrados de água doce dos principais mananciais do Estado de São Paulo, com ênfase aos bivalves, Insecta (Plecoptera, Trichoptera e Diptera) e Crustacea (Decapoda)”, dentro do Programa BIOTA-FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

2. Material e Métodos

O material analisado é referente a coletas realizadas em quinze córregos de baixa ordem localizados em seis macro-regiões do Estado de São Paulo (Fig. 1): Litoral Sul (Canaanéia, Parque Estadual da Serra do Mar), Litoral Centro (Cubatão, Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cubatão), Litoral Norte (Ubatuba, Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba), Planalto Centro (São Paulo, Parque Estadual do Jaraguá), Planalto Sul (Parque Estadual Intervales) e Interior (Campus UFSCAR, São Carlos). O

planejamento amostral, da maior parte dos córregos analisados, seguiu planejamento estratificado adotado pelos projetos de levantamento de Chironomidae (F. O. Roque) e Simuliidae (M. Pepinelli) dentro do Programa BIOTA-FAPESP. Na maioria dos córregos foram realizadas coletas em diferentes meso-habitats (corredeira e remanso) buscando maximizar o esforço amostral e coletar a maior riqueza de táxons possível. A caracterização dos locais de coleta seguiu recomendações descritas na Ficha Padrão do Programa BIOTA-FAPESP.

Nos registros apresentados na seção abaixo, além de comentários referentes a cada espécie, estão presentes apenas o nome do córrego e o número de indivíduos coletados. Informações mais detalhadas sobre os locais de coleta encontram-se inseridas separadamente na Tabela 1. O material encontra-se depositado na coleção do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

3. Resultados

Americabaetis alphus Lugo-Ortiz & McCafferty

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego das Pedras (2); Córrego Sede (2).

Comentários: *A. alphus* é uma das espécies de Baetidae com distribuição conhecida mais ampla na América do Sul, estando previamente registrada para Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai e para os estados brasileiros de Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Lugo-Ortiz & McCafferty 1996c, Francischetti et al. 2003). Dessa forma, sua presença já era esperada no Estado de São Paulo e a espécie provavelmente encontra-se distribuída nos demais estados da Região Sudeste. Suas ninfas foram encontradas tanto em áreas de corredeira como de remanso.

Americabaetis labiosus Lugo-Ortiz & McCafferty

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Espreado (1).

Comentários: *A. labiosus* estava inicialmente registrada para o Paraguai, Uruguai, e no Brasil, para os estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (Lugo-Ortiz & McCafferty 1996c). Recentemente, Francischetti et al. (2003), registraram a espécie para o Estado do Rio de Janeiro, o que juntamente com sua distribuição prévia já indicava a sua presença em São Paulo.

Americabaetis longetron Lugo-Ortiz & McCafferty

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Cambuci (1); Córrego Chefão (1).

Comentários: *A. longetron*, assim como *A. alphus* e *A. labiosus*, encontra-se amplamente distribuída, com registros prévios para o Paraguai, Uruguai, e no Brasil, para



Fig 1. Mapa ilustrativo do Estado de São Paulo com referência às localidades consideradas no presente estudo:

● - Cananéia; ■ - Parque Estadual de Intervales; □ - Cubatão; ○ - Ubatuba; ▲ - São Paulo; △ - São Carlos.

Tabela 1. Lista dos córregos onde foram realizadas as coletas, acompanhada de suas coordenadas geográficas, município, bacia hidrográfica, ordem e datas de coleta. (*) Coordenadas referentes ao Parque Estadual do Jaraguá, (**) coordenadas referentes ao Parque Estadual Intervales.

Córrego	Coordenadas geográficas	Município / Local	Bacia Hidrográfica	Ordem	Data da coleta
C. da Gruta	24°53'03,7" S 47°51'22,8" W	Cananéia	Ribeira de Iguape	1-2	07/2001 02/2002
C. Chefão	24°53'02,0" S 47°51'22,3" W	Cananéia	Ribeira de Iguape	1-2	07/2001 02/2002
C. Longe	24°54'12,6" S 47°58'36,9" W	Cananéia	Ribeira de Iguape	1-2	07/2001 02/2002
C. do Jeep	23°54'15,2" S 46°28'46,9" W	Cubatão / Núcleo Cubatão	Baixada Santista	1-2	09/2001
C. Cambuci	23°54'08" S 46°28'23,2" W	Cubatão / Núcleo Cubatão	Baixada Santista	1-2	09/2001
C. da Sede	23°21'50,2" S 44°49'12,8" W	Ubatuba / Núcleo Picinguaba	Litoral Norte	1-2	09/2001 03/2002
C. da Vespa	23°20'15,7" S 44°50'14,6" W	Ubatuba / Núcleo Picinguaba	Litoral Norte	1-2	09/2001 03/2002
C. Canabineiros	23°24' S 45°44' W *	São Paulo / P. E. Jaraguá	Alto Tietê	1-2	07/2001
C. das Pedras	23°24' S 45°44' W *	São Paulo / P. E. Jaraguá	Alto Tietê	1-2	09/1998 07/2001
C. do Silêncio	23°24' S 45°44' W *	São Paulo / P. E. Jaraguá	Alto Tietê	1-2	07/2001
C. do Fazzari	21°58'07,6" S 47°53'08,8" W	São Carlos	Tietê -Jacaré	1-2	06/2001 04/2002
C. Espreado	21°53'50"S 47°52'25"W	São Carlos	Tietê -Jacaré	1-2	05/2002
C. Bocaína	24°16'13" S 48°27'9" W	Ribeirão Grande	Ribeira de Iguape	1-2	08/2001 02/2002
C. Água Comprida	24°12'-24°32"S; 48°03'-48°32"W **	Ribeirão Grande	Ribeira de Iguape	1-2	08/2001 02/2002
Rio das Mortes	S 24°20'20,2" 48°26'03,2" W	Ribeirão Grande	Ribeira de Iguape	3-4	08/2001 02/2002

Obs: os nomes dos córregos foram atribuídos pelos autores.

os estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Santa Catarina (Lugo-Ortiz & McCafferty 1996c, Lugo-Ortiz et al., 2002, Francischetti et al. 2003). As ninfas foram coletadas em áreas de corredeira e remanso. De acordo com Lugo-Ortiz et al. (2002), provavelmente a espécie seja tolerante a altos níveis de poluição orgânica.

***Apobaetis fiuzai* Salles & Lugo-Ortiz**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego da Gruta (1).

Comentários: *A. fiuzai* foi descrita recentemente para os estados de Mato Grosso e Minas Gerais (Salles & Lugo-Ortiz 2002), e apesar de somente uma ninfa ter sido coletada em remanso, seu meso-habitat condiz com o reportado originalmente para a espécie. O novo registro estende ao sul a distribuição da espécie.

***Aturbina georgei* Lugo-Ortiz & McCafferty**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Longe (1); Córrego da Vespa (1).

Comentários: *A. georgei* estava previamente registrada para a Guiana Francesa, o Paraguai e Brasil, estados do Amazonas, Mato Grosso e Pará (Lugo-Ortiz & McCafferty 1996a). Além de ser o primeiro registro da espécie para toda a Região Sudeste, sua presença no município de Cananéia e Ubatuba, litoral do estado (Fig. 1), estende consideravelmente a leste a sua distribuição. As duas ninfas coletadas foram encontradas em áreas de remanso.

***Baetodes cf. serratus* Needham & Murphy**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego da Cachoeira da Água Comprida (7); Córrego Bocaina (2); Rio das Mortes (19); Córrego Longe (3).

Comentários: *B. serratus*, espécie tipo do gênero, foi descrita baseada em ninfas coletadas no município do Rio de Janeiro (Needham & Murphy 1924). Posteriormente, Traver (1944) registrou a espécie para Minas Gerais e desde então nenhuma outra citação foi feita a seu respeito. Como de costume para as ninfas do gênero, todos os espécimes de *B. cf. serratus* foram coletados em área de corredeira. Como a descrição da espécie é antiga e baseada em apenas um indivíduo, sua identificação mais precisa só será possível a partir de um estudo mais detalhado.

***Callibaetis* sp. 1 e *Callibaetis* sp. 2**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Canabineiros (1); Córrego Sede (2).

Comentários: Único dos gêneros encontrados neste trabalho previamente reportado para o estado, *Callibaetis* Eaton é um dos raros casos de Baetidae presentes na América do Sul cuja taxonomia é baseada principalmente no

estágio alado. Isto dificulta imensamente a identificação específica de seus representantes no estágio ninfal. Além de *C. jocosus* e *C. zonalis*, três outras espécies já haviam sido registradas para o estado, porém baseadas em ninfas e não denominadas (Traver 1944, Demoulin 1955). Em função da dificuldade do gênero, não foi possível associar as ninfas coletadas no presente estudo com as previamente registradas para o estado. *Callibaetis* é típico de ambientes lênticos, podendo contudo ser encontrado em áreas de remanso de sistemas lóticos, como foi o caso das ninfas coletadas.

***Camelobaetidium anubis* (Traver & Edmunds)**

Ocorrência (nº de indivíduos): Rio das Mortes (2).

Comentários: A espécie e o gênero são pela primeira vez registrados para a Região Sudeste. *C. anubis* apresentava a sua distribuição restrita à Região Sul do Brasil, nos estados do Paraná e Santa Catarina (Traver & Edmunds 1968).

***Cloeodes irvingi* Waltz & McCafferty**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego da Cachoeira da Água Comprida (3); Córrego Jeep (1); Córrego Longe (1); Córrego das Pedras (1); Córrego Vespa (1).

Comentários: *C. irvingi* foi recentemente registrada para o Brasil, Estado do Espírito Santo (Lugo-Ortiz et al. 2002), e até então a espécie só havia sido registrada para a localidade-tipo, no Paraguai (Waltz & McCafferty 1987). Dessa forma, sua presença no Estado de São Paulo preenche uma lacuna com relação à sua distribuição. Suas ninfas foram coletadas em pequena quantidade em áreas de corredeira e de remanso.

***Cryptonympha* sp.**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Espreado (10); Córrego Longe (1).

Comentários: O gênero *Cryptonympha* Lugo-Ortiz & McCafferty é composto apenas por uma espécie descrita, *C. copiosa* Lugo-Ortiz & McCafferty, com ampla distribuição no Brasil (estados do Acre, Amazonas, Pará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) (Lugo-Ortiz & McCafferty 1998). Além de *C. copiosa*, Roback (1966) e Orth et al. (2000) reportaram duas espécies não identificadas para o Peru e Guiana Francesa, respectivamente. As ninfas coletadas no presente trabalho tratam-se de fato de uma nova espécie, e sua descrição encontra-se em preparação. O gênero é portanto registrado pela primeira vez para toda a Região Sudeste. Todos os espécimes foram coligidos em correnteza.

***Paracloeodes eurybranchus* Lugo-Ortiz & McCafferty**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Espraiado (1); Córrego Gruta (2).

Comentários: *P. eurybranchus* estava inicialmente registrada para o Brasil (Estado do Rio Grande do Sul) e norte da Argentina (Lugo-Ortiz & McCafferty 1996b). Posteriormente, Lugo-Ortiz et al. (2002) a reportaram para o Estado do Espírito Santo, estendendo consideravelmente ao norte sua distribuição. A presença da espécie no Estado de São Paulo era portanto esperada. De acordo com Lugo-Ortiz et al. (2002) a espécie é possivelmente tolerante à poluição orgânica. As ninfas foram coletadas tanto em áreas de corredeira como remanso.

***Waltzophius fasciatus* McCafferty & Lugo-Ortiz**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Espraiado (27).

Comentários: Descrita originalmente para o Paraguai e Brasil (estados do Amazonas e Pará) (Lugo-Ortiz & McCafferty 1995) e posteriormente registrada para o Espírito Santo (Lugo-Ortiz et al. 2002), *W. fasciatus* é uma espécie com ampla distribuição no Brasil e provavelmente na América do Sul. Suas ninfas foram coletadas em áreas de corredeira, juntamente com as de *Cryptonympha* sp.

***Zelus principalis* Lugo-Ortiz & McCafferty**

Ocorrência (nº de indivíduos): Córrego Chefão (8); Córrego Espraiado (1); Córrego Fazzari (1); Córrego Jeep (3); Córrego Longe (2); Córrego Pedras (10); Córrego Silêncio (2); Córrego Vespa (3).

Comentários: Mais uma espécie de ampla distribuição, *Z. principalis* foi inicialmente registrada para o Brasil, estados do Amazonas e Pará, para a fronteira do Brasil com o Suriname e Colômbia (Lugo-Ortiz & McCafferty 1998), e posteriormente para o Estado do Espírito Santo (Lugo-Ortiz et al. 2002). *Z. principalis* foi coletada tanto em áreas de corredeira como de remanso, sendo neste estudo a espécie encontrada na maior variedade de córregos.

4. Discussão

Foram encontrados ao todo onze gêneros e treze espécies de Baetidae nos quinze riachos estudados. Adicionando esses novos registros às espécies nomeadas, previamente reportadas para o estado (*Callibaetis jocosus*, *C. zonalis* e *Moribaetis comes*), São Paulo passa a contar com um número de registros superior ao dos demais estados brasileiros. Esses novos registros demonstram claramente o quão incipiente é o conhecimento relativo à fauna do grupo no Brasil. Vale ainda ressaltar, que as coletas foram realizadas basicamente em córregos de baixa ordem e localizados nas

regiões central e litorânea do estado (Fig. 1), de forma que à medida que novas coletas forem feitas, não só em rios de média e alta ordem, como também em áreas mais a leste do São Paulo, esse valor provavelmente se mostrará superior.

5. Agradecimentos

À Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES; Brasília, Brasil) por prover fundos para FFS como estudante de pós-graduação na Universidade Federal de Viçosa, MG. Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, dentro do Programa Biota FAPESP. Gostaríamos de agradecer todos os nossos amigos que nos auxiliaram no trabalho de campo.

6. Referências bibliográficas

- DEMOULIN, G. 1955. Une mission biologique belge au Brésil. Éphéméroptères. Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg., 31(20): 1-32.
- FRANCISCHETTI, C.N., SALLES, F.F., DA-SILVA, E.R. & LUGO-ORTIZ, C.R. 2003. First report of *Americabaetis* Kluge (Ephemeroptera: Baetidae) from Rio de Janeiro, Brazil. Entomotropica, 18(1): 69-71.
- GILLIES, M.T. 1990. A revision of the Argentine species of *Callibaetis* Eaton (Baetidae: Ephemeroptera). Revta Soc. ent. argent. 48(1-4): 15-39.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1995. Three distinctive new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. Annls Limnol, 31(4):233-243.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1996a. *Aturbina georgei* gen et sp-n. A small minnow mayfly (Ephemeroptera, Baetidae) without turbinate eyes. Aquat. Insects, 18:175-183.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1996b. The genus *Paracloeodes* (Insecta, Ephemeroptera, Baetidae), and its presence in South America. Annls Limnol, 32(3):161-169.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1996c. Taxonomy of the Neotropical genus *Americabaetis*, new status (Insecta: Ephemeroptera Baetidae). Stud. Neotrop. Fauna Environ., 31:156-169.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1998. Five new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. Annls Limnol, 34(1):57-73.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1999. Revision of the south american species of Baetidae (Ephemeroptera) previously placed in *Baetis* Leach and *Pseudocloeon* Klapálek. Annls Limnol., 35: 257-262.

- LUGO-ORTIZ, C.R., SALLES, F.F. & FURIERI, K.S. 2002. First records of small minnow mayflies (Ephemeroptera: Baetidae) from the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Lundiana*, 3: 79-80.
- NEEDHAM, J.G. & MURPHY, H.E. 1924. Neotropical mayflies. *Bull. Lloyd Library Botany, Pharmacy Materia Medica* No 24, Entomol. Ser., 4:1-79.
- ORTH, K., THOMAS, A.G.B., DAUTA, C., HOREAU, V., BROSSE, S. & ADEMMER, C. 2000. Les Ephémères de la Guyane Française. 1. Premier inventaire générique, à but de biosurveillance [Ephemeroptera]. *Ephemera*, 2: 25-38.
- ROBACK, S.S. The Catherwood Foundation Peruvian-Amazon Expedition. VI. Ephemeroptera nymphs. *Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*. 14:129-199.
- SALLES, F.F. & LUGO-ORTIZ, C.R. 2002. A distinctive new species of *Apobaetis* (Ephemeroptera: Baetidae) from Mato Grosso and Minas Gerais, Brazil. *Zootaxa*, 35: 1-6.
- SALLES, F.F. & LUGO-ORTIZ, C.R. 2003. Um novo gênero e espécie de Baetidae (Ephemeroptera) do estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, 93(2): 201-206.
- SALLES, F.F., LUGO-ORTIZ, C.R., DA-SILVA, E.R. & FRANCISCHETTI, C.N. 2003a. Novo gênero e espécie de Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) do Brasil. *Arq. Mus. Nac.*, 61: 23-30.
- SALLES, F.F., DA-SILVA, E.R. & LUGO-ORTIZ, C.R. 2003b. Descrição da ninfa e redescritção dos adultos de *Callibaetis radiatus* Navás (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae). *Lundiana*, 4(1): 13-18.
- TRAVER, J.R. 1944. Notes on Brazilian mayflies. *Bol. Mus. Nac., N.S., Zool.*, 22:2-53.
- TRAVER, J.R. & EDMUNDS JR, G.F., 1968. A revision of the Baetidae with spatulate-clawed nymphs (Ephemeroptera). *Pac. Insects*, 10: 629-677.
- WALTZ, R.D. & McCAFERTY, W.P. 1987. Revision of the genus *Cloeodes* Traver (Ephemeroptera: Baetidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 80: 191-207.

Título: Levantamento preliminar dos gêneros e espécies de Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) do Estado de São Paulo, com ênfase em coletas realizadas em córregos florestados de baixa ordem

Autores: Frederico Falcão Salles; Cesar N. Francischetti; Fabio de Oliveira Roque; Mateus Pepinelli, Susana Trivinho Strixino

Biota Neotropica, Vol. 3 (número 2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN01103022003>

Recebido em: 12/06/2003
Revisado em: 20/08/2003
Publicado em: 26/08/2003

ISSN 1676-0603

CONSEQUENCES OF GLOBAL CLIMATE CHANGE FOR GEOGRAPHIC DISTRIBUTIONS OF CERRADO TREE SPECIES

Marinez Ferreira de Siqueira¹ & Andrew Townsend Peterson²

Biota Neotropica v3 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00803022003>

Date Received 01/27/2003

Revised 04/15/2003

Accepted 07/21/2003

¹Centro de Referência em Informação Ambiental – CRIA. Av. Romeu Tórtima 388. Barão Geraldo. CEP: 13083-885 . Campinas, SP, Brasil. marinez@cria.org.br (autor para correspondência da revista)

²Andrew Townsend Peterson. Natural History Museum and Biodiversity Research Center. University of Kansas. Lawrence, Kansas 66045 USA. town@ku.edu

Abstract

The present study applies a series of new techniques to understand the conservation of Cerrado tree species in the face of climate change. We applied techniques from the emerging field of ecological niche modeling to develop a first-pass assessment of likely effects of climate change on tree species' distributions in the Cerrado biome by relating known occurrence points to electronic maps summarizing ecological dimensions. Distributional data represent 15,657 records for 162 tree species occurring in Cerrado. By focusing on the trees of one important and highly endemic biome, rather than the biota of a political unit, we were able to focus on developing biome-wide projections. An important limitation of this study is that only those species with more than 30 unique occurrence records were used-hence, the study is limited to those species of relatively broad geographic distribution, and does not take into account those species with narrower geographic distributions. Global climate change scenarios considered were drawn from the general circulation models of HadCM2; we assessed both a conservative and a less conservative scenario of how climates could change over the next 50 year using the (Hadley HHGSDX50 and HHGGAX50 scenarios, respectively): HHGSDX50 assumes 0.5%/yr CO₂ increase, whereas HHGGAX50 assumes a 1%/yr CO₂ increase. Results of predictions of present and future distributions varied widely among species. Present distributional models predicted areas of 655,211-2,287,482 out of the 2,496,230 km² core area of Cerrado in Brazil. All models used to represent species' present geographic ranges were highly statistically significant based on independent test data sets of point localities. Most species were projected to decline seriously in potential distributional area, with both scenarios anticipating losses of >50% of potential distributional area for essentially all species. Indeed, out of 162 species examined, between the two climate change scenarios, 18 (HHGSDX50 scenario) - 56 (HHGGAX50 scenario) were predicted to end up without habitable areas in the Cerrado region, and 91 (HHGSDX50 scenario) - 123 (HHGGAX50 scenario) species were predicted to decline by more than 90% in potential distributional area in the Cerrado region. Bearing in mind the limitations of the method, and considering its explicit assumptions, these results nevertheless should be cause for ample concern regarding Cerrado biodiversity. Since only 2.25% of the Cerrado biome is presently protected, this future scenario presents a pessimistic forecast, which would likely include widespread species loss from the biome, as well as dramatic shifts to the south and east, further complicating conservation planning efforts.

Key words: *ecological niche modeling; Cerrado tree species; climate change;*

Resumo

Este estudo aplicou técnicas oriundas da emergente técnica de modelagem de nicho ecológico para desenvolver um primeiro passo no entendimento dos efeitos de mudança climática na distribuição de espécies arbóreas do bioma Cerrado, através do cruzamento de informação entre os pontos de ocorrência com coberturas ambientais resumindo as dimensões ecológicas para as espécies analisadas. Os dados de distribuição foram compostos por 15.657 registros para 162 espécies arbóreas registradas para o Cerrado. Uma importante limitação deste estudo é que, devido ao processo de modelagem empregado, o conjunto de dados utilizado apenas considerou as espécies registradas para 30 ou mais localidades diferentes, ou seja, este estudo é limitado para aquelas espécies com distribuição geográfica mais ampla, não levando em conta as espécies de distribuição mais restrita ou de ocorrências únicas. Os modelos de circulação usados foram provenientes do HadCM2, incluindo vários cenários diferentes. Foi utilizado um cenário mais conservativo e outro menos conservativo em relação ao modo como o clima poderia se alterar nos próximos 50 anos usando cenários Hadley HHGSDX50 e HHGGAX50 respectivamente. O cenário HHGSDX50 baseia-se em um aumento de 0,5%/ano de CO₂ e o cenário HHGGAX50 baseia-se em um aumento de 1%/ano de CO₂ na atmosfera. O resultado desta modelagem mostra uma redução de área de Cerrado de aproximadamente 25% (utilizando-se o cenário mais conservativo) e de 90% (utilizando-se o cenário menos conservativo) da área original utilizada (2.496.230 Km²). Todos os modelos utilizados na distribuição presente das espécies foram altamente significativos, baseados em um conjunto independente de dados de localidades para teste. Muitas espécies tiveram projeções de declínios em suas distribuições geográficas, e, para ambos cenários utilizados, foram previstas reduções maiores que 50% para todas as espécies analisadas. Os casos mais graves foram observados para 18 espécies (para o cenário HHGGAX50) e 56 (cenário HHGGAX50) que ficaram sem projeção futura de área habitável, e 91(HHGGAX50) e 123 (HHGSDX50) tiveram sua distribuição geográfica reduzida em mais de 90% da área original dessas espécies no bioma Cerrado. Apesar das limitações do método, estes resultados não deixam de ser preocupantes, principalmente pelo fato de hoje o bioma Cerrado contar apenas com cerca de 2,25% de sua área protegida por unidades de conservação, pois além de mostrar uma perda de área habitável para muitas espécies, também mostra um grande deslocamento de áreas habitáveis em direção ao sul e leste do país.

Palavras-chave: modelagem de nicho ecológico, espécies arbóreas de Cerrado; mudanças climáticas

Introduction

Cerrado, as the Brazilian savanna vegetation is called, covers about 2×10^6 km² of Central Brazil, representing about 23% of the land surface of the country (roughly about the size of Western Europe) (Ratter et al., 1997). In terms of area, it is exceeded only by one vegetation formation in Brazil, the Amazon forest, which covers about 3.5×10^6 km². Cerrado vegetation is quite variable in physiognomy, ranging from tall savanna woodland with an almost-closed canopy, to much sparser shrubby forms and even treeless grassland (Eiten, 1992).

Over the last 30 yr or so, the Cerrado region has been transformed by rapid expansion of intensive agriculture; according to Myers et al. (2000), only 20% of the original area remains the primary vegetation. This situation is of great concern because this biome is rich in endemic species; indeed, for plants, endemism reaches 44% of the total of 10,000 species (Myers et al. 2000). This high level of endemism was an important reason in the inclusion of Cerrado in the list of world-wide hotspots for biodiversity (Mittermeier 1999). On top of these concerns, climate change effects across Brazil are projected to be significant—taking the average of two low-to-middle-strength climate change scenarios from the Hadley Center (HHGGAX50 and HHGSDX50), temperature is projected to increase by as much as 23% and precipitation to decrease by as much as 24% across the country—these rather alarming figures beg some investigation of how changing climates are likely to affect Brazil's biodiversity.

The present study applies a series of new techniques to the challenge of building a better understanding of the present and potential future geographic distributions of Cerrado vegetation, and possible implications for conservation in the face of climate change. Specifically, beyond the present challenge of conserving Cerrado vegetation in the face of increasing agricultural activities, climate change presents a series of new—and very worrisome—challenges. Techniques from the emerging field of ecological niche modeling are applied to permit development of a first-pass assessment of likely effects of climate change on tree species' distributions in the Cerrado biome.

Methods

The general approach to modeling climate change effects on biodiversity is developed in detail elsewhere (Peterson et al. 2001, Peterson et al. 2002b), as are the details of the algorithm used for modeling species' ecological niches (Stockwell & Noble 1992, Stockwell 1999, Stockwell & Peters 1999). Previous tests of the predictive ability of this modeling technique for diverse phenomena in various

regions have been published elsewhere (Peterson & Cohoon 1999, Peterson et al. 1999, Peterson 2001, Anderson et al. 2002a, b, Faria & Peterson 2002, Peterson et al. 2002a, Peterson et al. 2002c, Peterson et al. 2002d, Stockwell & Peterson 2002a, b, Anderson et al. 2003, Peterson et al. in press-a, Peterson et al. in press-b). Tests of the application of these techniques to woody plants in South America, including 6 of the species treated herein, were highly statistically significantly better than random models. (Koch et al. Submitted).

Data on distributions and ecological dimensions.—Distributional data representing 15,657 records (i.e., unique species x latitude-longitude combinations) for 162 tree species occurring in Cerrado (*sensu lato*) were assembled from the *Projeto de Cooperação Técnica Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado – EMBRAPA Cerrados – UnB – Ibama/DFID e RBGE/Reino Unido*. The distributional information was originally obtained via the method of wide patrolling (Koch et al. Submitted), which involves coordinated sweeps, recording observed species presences, and with collections made when species are not recognized, or when identification is doubtful. Species encountered were recorded in 15 min intervals to permit development of species accumulation curves. In all, 383 localities in Cerrado were sampled, and a total of 966 species identified.

An important limitation of this study is that only those species for which ≥ 30 unique occurrence records were available—hence, the study considers only those species of relatively broad geographic distribution, and does not take into account species with narrower geographic distributions. Environmental data included 9 electronic map layers summarizing slope, aspect, and upward curvature (“topoind”) (from the U.S. Geological Survey’s (<http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/>) Hydro-1K data set), and aspects of climate including diurnal temperature range; mean annual precipitation; maximum, minimum, and mean annual temperatures; and vapor pressure (annual means 1960-1990; from the Intergovernmental Panel on Climate Change (<http://www.ipcc.ch/>)).

Scenarios of climate change.—The general circulation models used were HadCM2 (Koch et al. Submitted); each of these climate models includes several scenarios. We assessed both a conservative and a less conservative view of how climates could change over the next 50 yr using the Hadley HHGSDX50 and HHGGAX50 scenarios (http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/cru_data/examine/HadCM2_info.html). The HHGSDX50 scenario assumes 0.5%/yr CO₂ increase (IS92d), and incorporates sulphate aerosol forcing, making it a relatively conservative estimate of climate change. The HHGGAX50 scenario assumes a 1%/yr CO₂ increase (IS92a) and does not allow for the effects of sulfate aerosols, and so is less conservative. Results are based on a 30 yr average around 2055 (2040-2069), and there-

fore our models do not take into account the potential effects of increased climate variability (El Niño events, in particular) on species’ distributions.

The future projected climate data are provided at a spatial resolution of 2.5 x 3.75° (Carson 1999). To improve spatial resolution, however, following recommended methodologies (<http://www.ipcc.ch/>), we calculated expected changes in each climate variable for each scenario and each of the relatively coarse pixels via subtraction of future from present model results. These difference maps were then applied to the more detailed (0.5 x 0.5° cells) IPCC current climate data layers, which are developed and provided by the same organism, and which are intended to be parallel and consistent with the climate-model projections.

Ecological niche modeling and dispersal assumptions.—The ecological niche of a species can be defined as the conjunction of ecological conditions within which it is able to maintain populations without immigration (Grinnell 1917, Holt & Gaines 1992); as such, it is defined in multidimensional ecological/environmental space (MacArthur 1972). Several approaches have been used to approximate species’ ecological niches (Austin et al. 1990); of these, the most robust appears to be the *Genetic Algorithm for Rule-set Prediction* (GARP), which includes several inferential approaches in an iterative, artificial-intelligence-based approach (Stockwell & Peters 1999).

All modeling in this study was carried out on a desktop implementation of GARP now available publicly for download (<http://beta.lifemapper.org/desktopgarp/>). Available occurrence points are divided evenly into training and test data sets. GARP is designed to work based on presence-only data; absences are included in the modeling exercise via sampling of pseudoabsence points from the set of pixels where the species has not been detected. GARP works in an iterative process of rule selection, evaluation, testing, and incorporation or rejection: first, a method is chosen from a set of possibilities (e.g., logistic regression, bioclimatic rules), and then is applied to the training data and a rule developed; rules may evolve by a number of means (e.g., truncation, point changes, crossing-over among rules) to maximize predictivity. Predictive accuracy is then evaluated based on 1250 points resampled from the test data and 1250 points sampled randomly from the study region as a whole. The change in predictive accuracy from one iteration to the next is used to evaluate whether a particular rule should be incorporated into the model, and the algorithm runs either 1000 iterations or until convergence.

Ecological niche models developed with GARP can be projected onto both current and modeled future landscapes. Projection onto the current landscape provides an estimate of present-day geographic distribution of suitable conditions. GARP models consist of an ordered series of if-then statements that predict either presence or absence; these statements can be applied to the transformed land-

scapes to identify areas of potential distribution for a species after the modeled sequences of environmental change.

We thus synthesized the pre- and post-change maps for each species by measuring potential distributional area under assumptions regarding dispersal ability. Unlike previous studies (Peterson et al. 2001, Peterson et al. 2002b), given the minimal dispersal abilities of tree species over the short time span in which drastic climate changes are expected, only a single dispersal assumption was examined. We assumed that species were unable to disperse and would inhabit only those portions of present distributional areas that remain habitable (i.e., the modeled actual distribution was reduced to those areas predicted to be habitable post change). Overall, these analyses assume no evolution in niche characteristics (Peterson et al. 1999), and do not take into account interactions among species such as competition, predation, etc. Given the diverse conditions present across the geographic distribution of the Cerrado, our models appear not to be extrapolating beyond the environmental conditions on which they were fitted; regardless, though, the predictivity of this approach has proven quite high (Peterson et al. 1999, Martínez-Meyer 2002).

To translate distributional patterns into target areas for conservation, we used a heuristic complementarity approach based on interpolated geographic distributions that we have developed in detail elsewhere (Egbert et al. 1998, Godown & Peterson 2000, Peterson et al. 2000, Chen & Peterson 2002). The approach is based on the principle of complementarity among areas (Myers 1988, Dinerstein and Wikramanayake 1993, Lomolino 1994, Csuti et al. 1997). Although complex, globally optimal approaches have been developed (Csuti et al. 1997), we use a simpler heuristic approach owing to the very large number of pixels that are prioritized in our application (~85,000). Here, an initial step consists of summing species' distributions to identify the area of maximum species richness; species occurring in this area are identified, and eliminated from further analysis. The remaining species are summed, the area representing their peak richness identified, and the process continues until no additional areas of richness >1 species can be identified.

Results

Results of predictions of present and future distributions varied widely among species. Present distributional models predicted areas of 655,211–2,287,482 out of the 2,496,230 km² core area of Cerrado in Brazil (reflecting the fact that relatively broadly distributed species form the basis for this study). All models used to represent species' present geographic ranges were highly statistically significant based on independent test data sets of point localities (chi-square tests, *df* = 1, *P* << 0.05). Example species are shown in Figure 1: many of the species examined are pre-

dicted to be distributed broadly throughout the Cerrado region.

Projections of potential distributional areas for these species in 2055 (Figure 1), based on two scenarios of global climate change, indicate serious anticipated effects on Cerrado tree diversity in coming decades. The species richness peak is singular at present, with a region of maximum modeled species richness in northeastern Goiás, Brazil (Figure 2). This peak disappears, and breaks up into a broader, more scattered series of moderate-diversity peaks, under both future scenarios (Figure 2).

Most species were projected to decline seriously in potential distributional area (Figure 3), more seriously so in the HHGAX50 scenario than in the HHGSDX50 scenario. In both cases, our models anticipate losses of >50% of potential distributional area for essentially all species. Indeed, out of 162 species examined, 18 (HHGSDX50 scenario) – 56 (HHGAX50 scenario) were predicted to end up without habitable areas in the Cerrado region (extinction in Cerrado), and 91 (HHGSDX50 scenario) – 123 (HHGAX50 scenario) species were predicted to decline by >90% in potential distributional area in the Cerrado region. An interesting question is whether current distributional area of species is at all related to severity of climate change effects on potential distributional area (i.e., is distributional area related to vulnerability to climate change effects): no significant association was found (linear regression, $R^2 = 0.038$, *P* >> 0.05; Figure 4), which suggests that restricted-range species are not necessarily more vulnerable to climate change effects; still, it should be noted that this analysis does not include species with very small geographic distributions.

Current modeled species diversity among Cerrado trees had a very simple, single-peak distribution (Figure 2). In the sense of area-selection for conservation, this distribution leads to a very simple solution: a single site in northeastern Goiás, Brazil (of course, a broader suite of areas is merited as a safety net for avoidance of disasters, representation of genetic diversity within species, etc.) (Figure 5). However, the picture is quite different as species' ecological needs are projected into the future: the single peak breaks up into several that follow the southern and eastern fringe of the present distribution of Cerrado (Figure 2). Selection of areas that are maximally complementary in the two future scenarios (Figure 5) confirms this revised view of priority areas: in the HHGSDX50 scenario, the first 5 areas selected included 141 out of the 145 species (87, 38, 7, 6, and 3 species, respectively) not predicted to go extinct in the Cerrado, and extended from the Paraguay border in the south, north and east to an area in western Bahia. The general geographic picture was similar in the HHGAX50 scenario, but only 103 of the 108 remaining species (63, 32, and 8 species) were included in the first 3 areas (subsequent to 3 areas, no species had overlapping distributional areas).

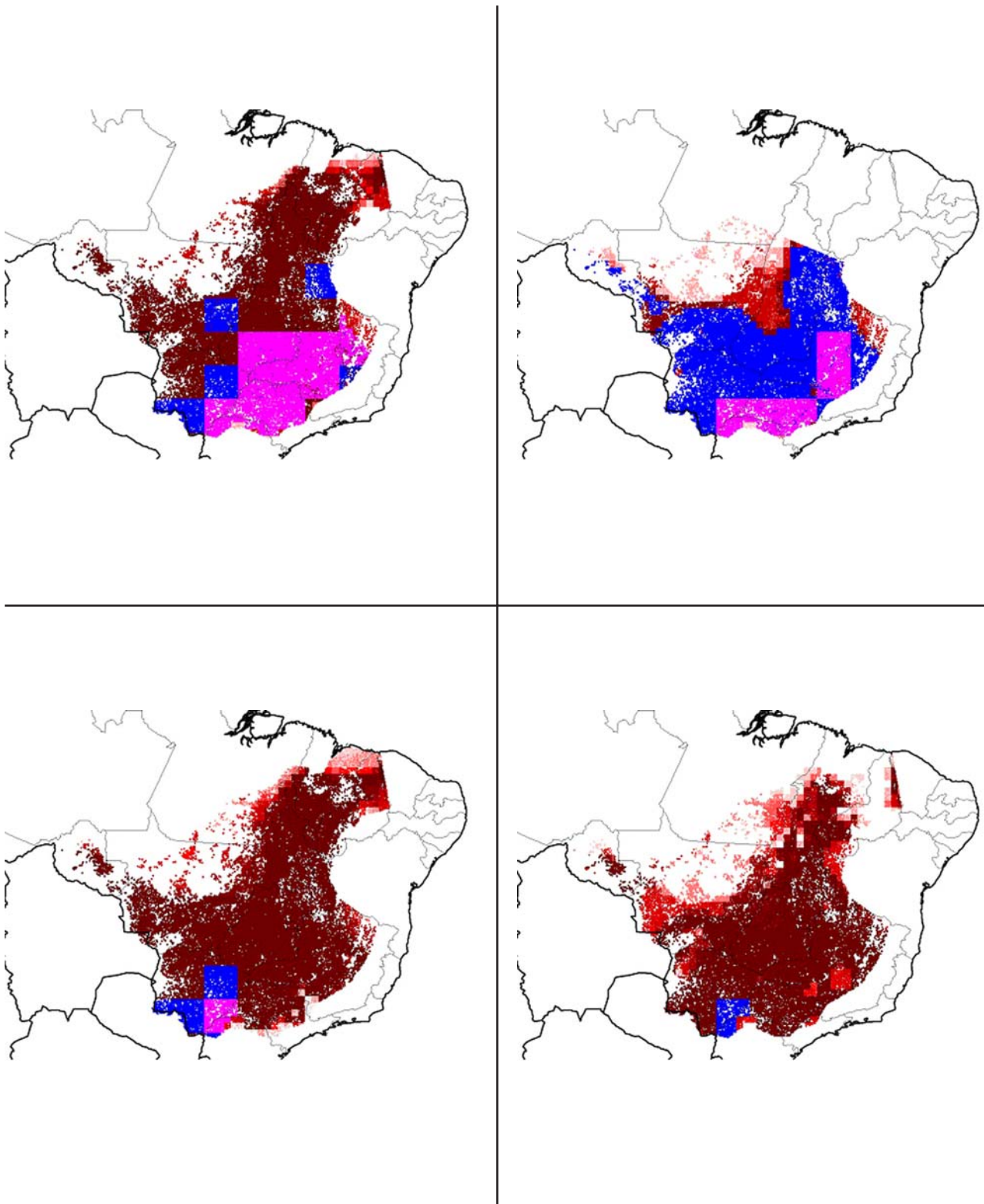


Figure 1. Examples of predictions of present (1961-1990) and future (2055) distributions of cerrado tree species. Present distributions are depicted as a surface of increasing confidence in prediction of presence in darker colors of red. That part of the distribution predicted at highest confidence levels (all best-subsets models agree) that is projected to remain habitable in 2055 (HHGSDX50 scenario) is colored blue, and that portion projected to remain habitable in 2055 (HHGGAX50 scenario) is colored pink. As these the area predicted present at highest level by the HHGSDX50 scenario is a subset of that area predicted at present, and the area predicted at highest level by the HHGGAX50 scenario is a subset of the area in the HHGSDX50 scenario, colors are overlapped in a single map. Species are as follows: upper left – *Qualea grandiflora*, upper right *Acosmium subelegans*, lower left *Qualea parviflora*, and lower right *Rapanea guianensis*.

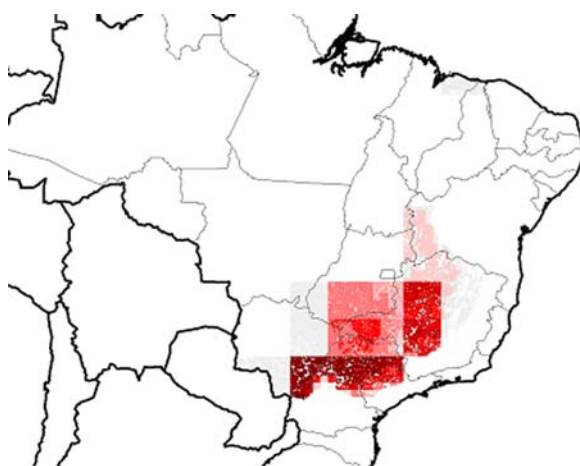
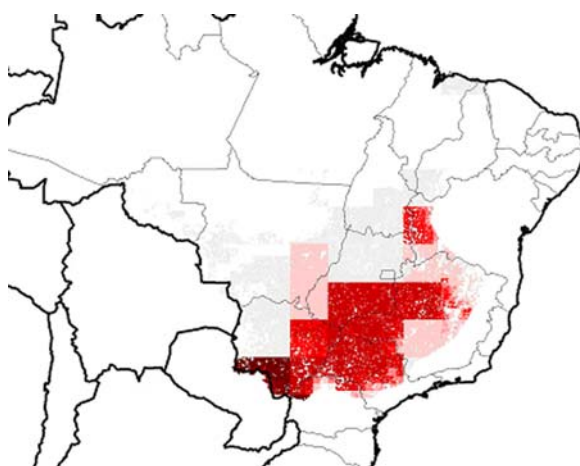
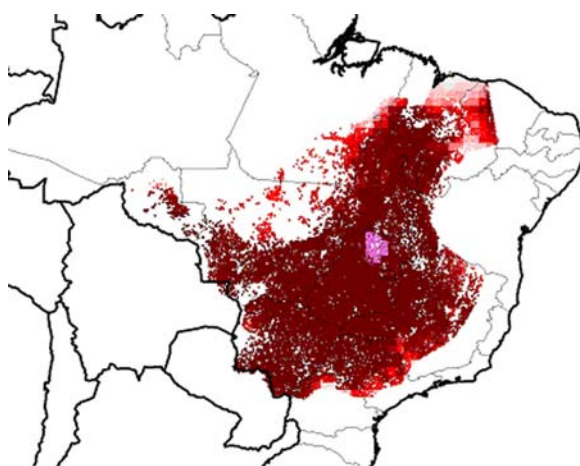


Figure 2. Patterns of predicted species richness among the 162 species of cerrado trees analyzed in the core distributional area of cerrado in central and eastern Brazil. Top, present (1961-1990); middle, HHGSDX50 (conservative) climate change scenario; and bottom, HHGGAX50 (less conservative) climate change scenario.

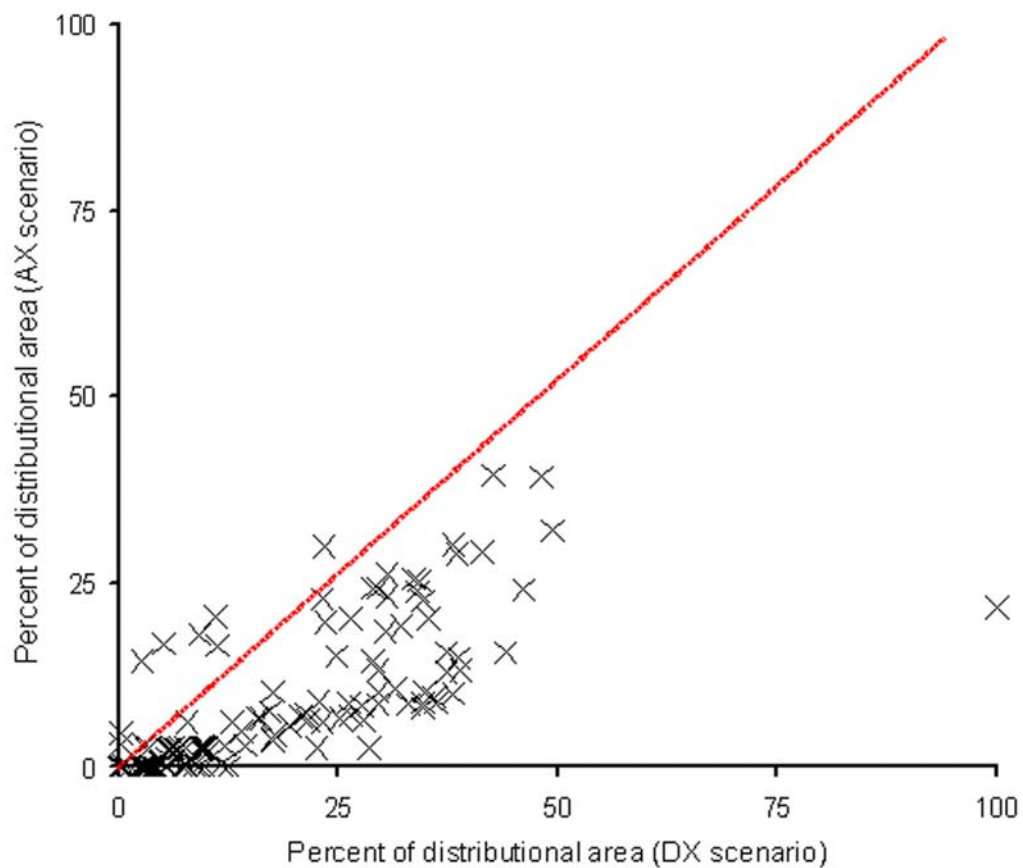


Figure 3. Relationship of severity of prediction of climate change consequences in the HHGSDX50 and HHGGAX50 scenarios. 100% represents no predicted change in potential distributional area. The dotted red line indicates equal effects between the two scenarios.

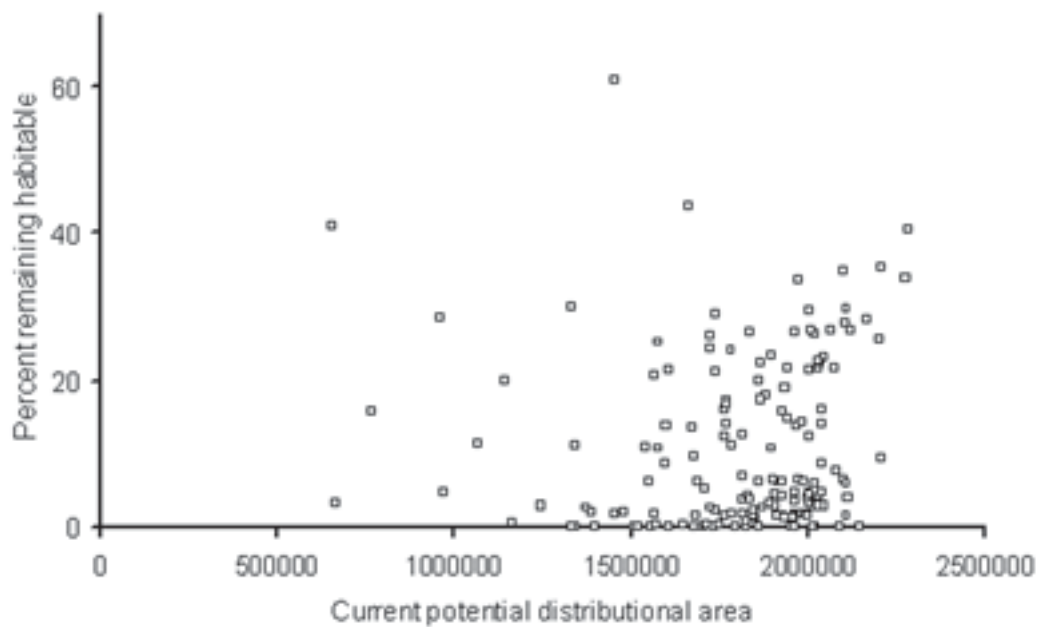


Figure 4. Modeled percent of present distributional area remaining habitable as a function of present distributional area (km^2), showing no consistent relationship (linear regression, $R^2 = 0.038$).

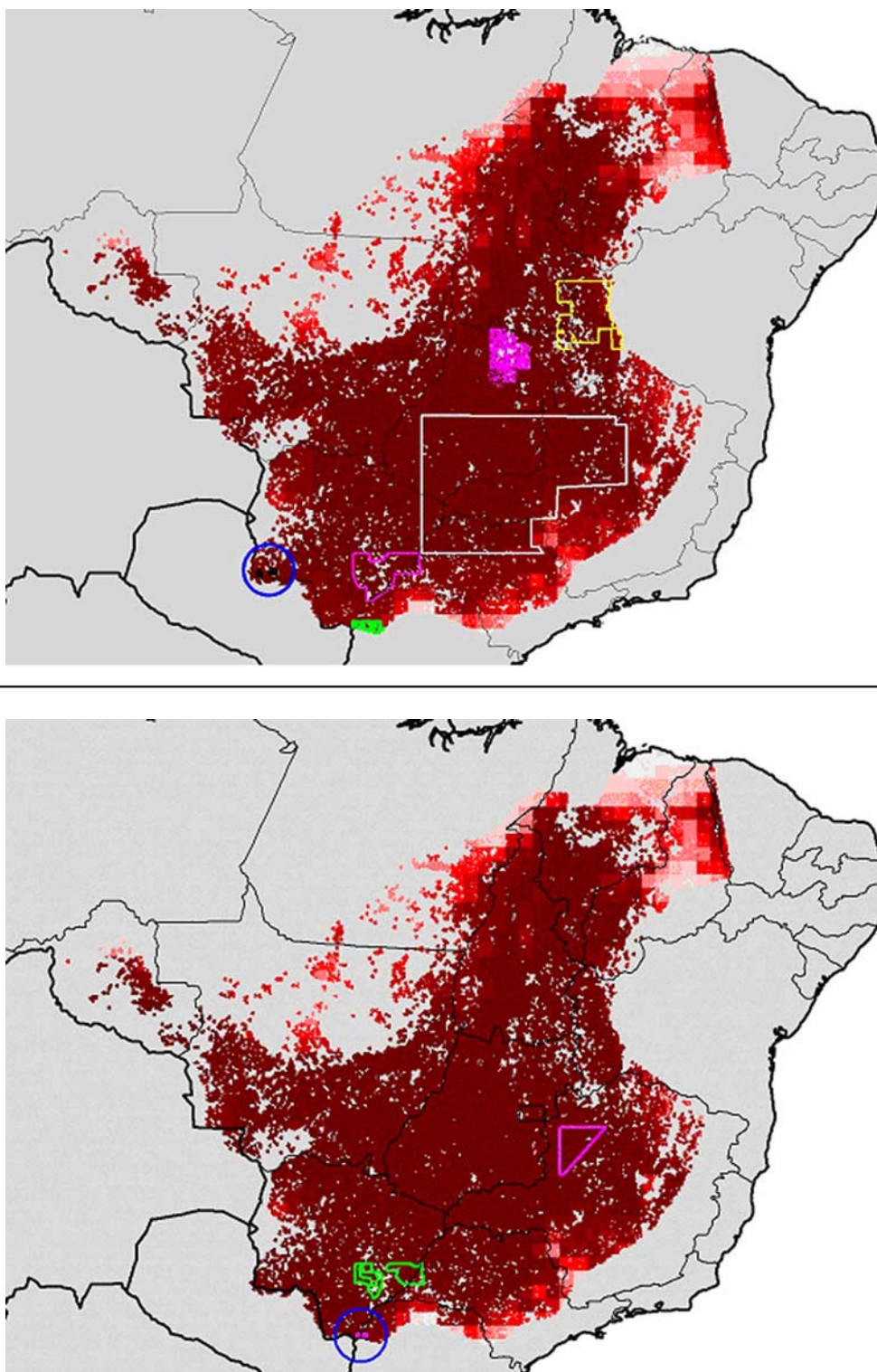


Figure 5. Prioritization of areas for conservation in the face of changing climates, based on two scenarios of global climate change: HHGSDX50 (top) and HHGGAX50 (bottom). The surface of present modeled species richness is shown as a color ramp of increasingly dark shades of red, with the area of peak modeled richness (162 species) shaded pink. Areas that represent optimal areas in a complementarity algorithm are outlined and overlaid. For DX, area 1 (blue circle indicates approximate position), 87 species; area 2 (green area at southern extreme), 38 species; area 3 (pink outline), 7 species; area 4 (yellow outline), 6 species; and area 5 (white outline), 3 species. For AX, area 1 (blue circle), 63 species; area 2 (green outline), 32 species; and area 3 (pink outline), 8 species.

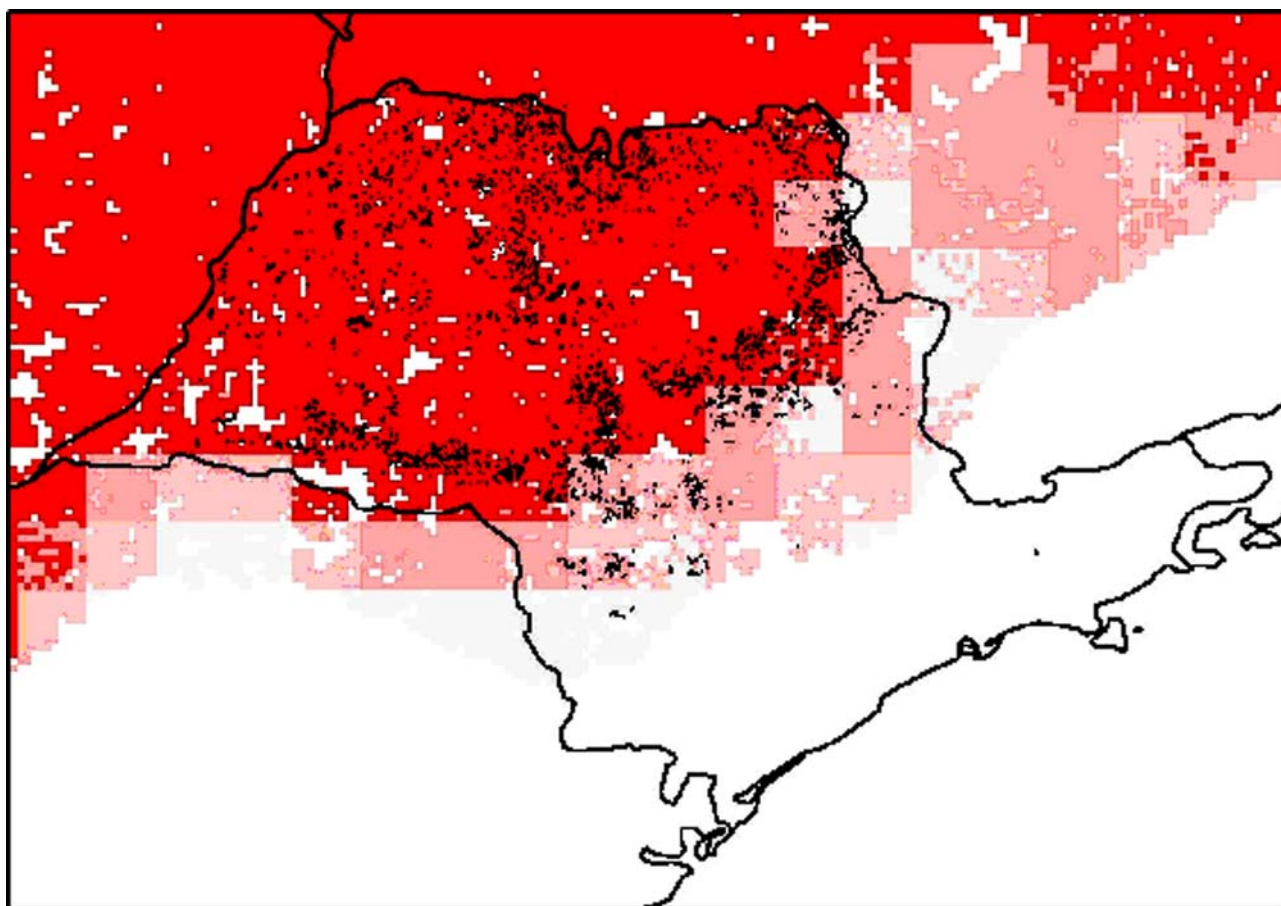


Figure 6. Illustration of the contrasts between modeled potential geographic distribution of cerrado tree species (light gray = 1-80 species, lightest red = 81-120 species, light red = 121-140 species, red >140 species) and the actual distribution of patches of the vegetation type (data from Sistema de Informação Ambiental do Programa BIOTA- FAPESP, <http://sinbiota.cria.org.br>).

Discussion

This study represents one of few broad-spectrum surveys of anticipated climate change effects on biodiversity at the species level carried out to date (Bakkenes et al. 2002, Erasmus et al. 2002, Peterson et al. 2002b). By focusing on the trees of one biome, which has extremely high endemism (44%) among plant taxa (Myers et al. 2000), rather than the biota of a political unit (Peterson et al. 2002b), we are able to focus on biome-wide projections, and this study has immediate implications for the broader biodiversity of the Cerrado. However, this modeling and projection exercise has limitations, which should be reviewed before the biological and conservation implications are considered.

Limitations of climate change projections for Cerrado trees.—The principal limitation in the development of climate change projections for species' geographic distributions is the availability of fine-grained future climate models. The modeled climate data used herein had a native spatial resolution of $2.5 \times 3.75^\circ$ (Carson 1999), which we downscaled crudely to $0.5 \times 0.5^\circ$ via application of change scenarios to finer-resolution present-day climate maps. Nevertheless, even the 0.5° resolution is unsatisfactory for detailed consideration of species' distributions. A clear and pressing solution to this challenge is that of shifting distributional modeling efforts to be based on regional (not global) climate models (e.g., VEMAP - <http://www.cgd.ucar.edu/vemap/>) that can provide better spatial resolution.

A second important limitation of this implementation of climate change projections for species' distributions is that of the availability of point-occurrence information for species outside of the Cerrado biome. That is, our models have the potential to underestimate the breadth of species' ecological niches because conspecific populations in other biomes were not generally represented in our point-occurrence data set. Although tests of this complication for 3 species for which information was available indicated excellent predictions of entire distributions of species from the Cerrado occurrence data (Siqueira unpubl. data), this problem must be borne in mind as potentially serious.

Our approach also does not take into consideration other factors that may affect ecological and geographic distributions of species, including interactions with other species (e.g., competitors, pollinators, predators, pathogens), which under certain circumstances may play important roles in shaping distributions (Davis et al. 1998). Other factors, such as dispersal ability, were treated here under restrictive assumptions (i.e., no dispersal ability). Recent information regarding natural history and basic biology (Oliveira & Marquis 2002, Oliveira & Gibbs 2002) of most Cerrado woody plants (Ratter et al. 1996) makes possible a more informed interpretation of the results and patterns that we found—such information should be taken into account in the devel-

opment of conservation strategies based on our data and results.

Another important consideration is the changing picture of land use, and its interactions with climate change effects on species' distributions. Sala et al. (2000), for example, considered evolving land use patterns to have much more immediate effects on species' distributional patterns than climate change per se, and a few studies have attempted to consider both factors simultaneously (Bethke & Nudds 1995, Benning et al. 2002). Although such factors clearly are important—evolving patterns of land use in the face of changing climates will certainly define the fine-scale limitations on distributional patterns of natural vegetation—they will, nevertheless operate within the framework of *possibilities* assessed in the present study.

This study was based on Cerrado tree species for which large samples (≥ 30) of unique point occurrences were available. This limitation, which was based on sample sizes generally necessary for high-quality distributional predictions (Stockwell & Peterson 2002b), necessarily limited our analyses to species with relatively broad distributions. Although explorations are underway to develop a solution to this complication (Peterson et al., unpubl. data), this problem is of particular concern in the present application, as many species ($\sim 30\%$) are known from single sites only.

Finally, the present study was developed in terms of before-and-after potential distributional areas only. Clearly, a decade-by-decade picture of the shifts anticipated herein would provide much-improved detail regarding changes to be expected. Moreover, the high degree of fragmentation of Cerrado and related habitats could not be taken into consideration given the temporally heterogeneous nature of the occurrence information and the lack of before-and-after views of land use patterns in the Cerrado biome. The actual fragmentation of Cerrado vegetation in Brazil is of great concern and in São Paulo State it is extreme (Figure 6), so the broad-scale analyses developed herein will eventually have to be interpreted in the view of present land-use patterns.

Comparison with Mexico.—This study was developed using methods and data sets directly comparable to those used in a recent survey of climate change effects on sectors of biodiversity (birds, mammals, butterflies) in Mexico (Peterson et al. 2002b). Mexico is a very mountainous country, whereas the Cerrado region is much more flat. Other studies with these methodologies and data sets have noted striking contrasts in climate change effects on species' distributions depending on such topographic contrasts (Peterson 2003). Although the taxa involved are not the same, in the sense of understanding this relatively new methodology and its implications and sensibilities, the striking contrast of distributional consequences is worthy of comment.

In the Mexican analyses, most species lost little (<50%) of their potential distributional area, even under the relatively harsh 'no dispersal' assumption employed in the Cerrado tree analyses. This result stands in contrast to the Cerrado tree results, in which species invariably lost much more than 50% of their distributional areas. A commonality is that in both sets of analyses, species' distributional responses to climate change were not simple and predictable, emphasizing the idiosyncratic nature of species' responses to climate change (Bakkenes et al. 2002, Peterson et al. 2002b) and the inadequacy of broad-brush, biome-level projections (Chapin et al. 2000). The contrast in severity of results points strongly towards the differences in severity of climate change effects on biodiversity between mountainous regions and flatlands regions that has been pointed out elsewhere (Peterson 2003)—flatlands regions (such as the Cerrado) are, in the end, much more vulnerable to broad-scale horizontal translations of habitable areas for species.

Implications for Cerrado conservation.—Since the 1960s, Cerrado has been under intense pressure from broad agricultural expansion (Klink et al. 1993). In just 15 yr, the spatial extent of human activity in the Cerrado rose from 29% (1985) to 50% (2000) (Nepstad et al. 1997). In spite of large areas of Cerrado remaining in central Brazil, the increasing pressure on this ecosystem is of particular concern because the biome is underrepresented among Brazilian protected areas. In fact, only 2.25% (considering conservation units of direct and indirect use) of the original area of the biome occurs in protected areas (Ministério do Meio Ambiente 1998). However, to achieve a better level of protection for Cerrado, it is necessary to take into account that it is so extense, so heterogeneous, and so rich in rare species (Ratter et al. 2002). Hence, the area presently preserved must be expanded to include the various floristic sub-provinces within the biome. This within-biome variation is little appreciable in the present study owing to the generally broad distributions of the taxa studied.

In terms of present species richness, a "core area" of the Cerrado can easily be identified in central Brazil (Ratter et al. 2002). Although this area is generally considered to be richer in species than peripheral areas, results from the Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado project show that some peripheral Cerrado areas (drainage areas of the rivers Araguaia, Tocantins, and Xingu, and areas of the Cerrado in São Paulo State) may equal or even exceed the diversity present in core areas. Unfortunately, several of these peripheral areas are now severely perturbed—in São Paulo, only 0.95% of the original extent of Cerrado remains intact (Kronka et al. 1998), which is certainly having implications in terms of genetic variability and demographic viability of some populations.

The present study presents a further complication in such considerations. What is today the diversity peak, roughly corresponding to the core areas that have been

identified previously, is not expected to continue to be a diversity peak in coming decades. Rather, if our model projections are even close to being reasonable, conservation in the Cerrado will become a considerably more complex endeavor—numerous peripheral areas will have to be considered in order to include even a moderate portion of Cerrado tree diversity.

The Workshop of Priority Areas for Conservation in the Cerrado Region (Brasil 1999) identified 87 important areas for conservation, of which more than 30 represent areas south and southeast of the present distribution pattern of the cerrado. Cavalcanti & Joly (2002) presented several methods and respective results for identifying priorities for biodiversity conservation in the cerrado region. The authors consider that if only about 20% of the cerrado is still undisturbed, then it would be a reasonable goal to preserve at least 10% of the biome. In this context, we hope that our results serve to bolster the argument to focus attention on areas south and southeast of the present diversity peaks in the Cerrado. These areas, while highly fragmented and occupied by agriculture and urban expansion (Cavalcanti & Joly 2002), may nevertheless be key in future conservation of the Cerrado, if the climate change projections become reality.

Acknowledgments

Many thanks to the team of researchers involved in the Projeto de Cooperação Técnica Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado – EMBRAPA Cerrados – UnB – Ibama/DFID e RBGE/Reino Unido for their generosity in making occurrence data available to us. A special thanks to Ricardo Scachetti Pereira for invaluable assistance in the technical development of these analyses. We would like to thank Dr. James Ratter, Dr. Sam Bridgewater, Dr. Giselda Durigan and Dr. Felipe Ribeiro for reading the manuscript and for contributing with valuable suggestions. Funding was provided by the U.S. National Science Foundation. ATP's work in Brazil was supported by a grant from the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Literature Cited

1. ANDERSON, R. P., LAVERDE, M. & PETERSON, A. T. 2002. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: Insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography* 11:131-141.
2. ANDERSON, R. P., LEW, D. & PETERSON, A. T. 2003. Using intermodel variation in error components to select best subsets of ecological niche models. *Ecological Modelling* 162:211-232.

3. AUSTIN, M. P., NICHOLLS, A. O. & C. R. MARGULES. 1990. Measurement of the realized qualitative niche: Environmental niches of five *Eucalyptus* species. *Ecological Monographs* 60:161-177.
4. BAKKENES, M., ALKEMADE, J. R. M., IHLE, F., LEEMANSAND, R. & LATOUR, J. B. 2002. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology* 8:390-407.
5. BENNING, T. L., LAPOINTE, D., ATKINSON, C. T. & VITOUSEK, P. M. 2002. Interactions of climate change with biological invasions and land use in the Hawaiian Islands: Modeling the fate of endemic birds using a geographic information system. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99:14246-14249.
6. BETHKE, R. W., & NUDDS, T. D. 1995. Effects of climate change and land use on duck abundance in Canadian prairie-parklands. *Ecological Applications* 5:588-600.
7. BRASIL. 1999. Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, FUNATURA, Conservation International, Fundação Biodiversitas, Universidade de Brasília.
8. CARSON, D. J. 1999. Climate modelling: Achievements and prospects. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 125:1-27.
9. CAVALCANTI, R. B. & JOLY, C. A. 2002. Biodiversity and Conservation Priorities in the Cerrado Region. In: *The Cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. (Oliveira, P. E. & R. J. Marquis, R. J. eds). Columbia University Press, New York, NY. p.351-367.
10. CHAPIN, F. S. I., ZAVALA, E. S., EVINER, V. T., NAYLOR, R. L., VITOUSEK, P. M., REYNOLDS, H. L., HOOPER, D. U., LAVOREL, S., SALA, O. E., HOBBIE, S. E., MACK, M. C. & DIAZ, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405:234-242.
11. CHEN, G. & PETERSON, A. T. 2002. Prioritization of areas in China for biodiversity conservation based on the distribution of endangered bird species. *Bird Conservation International* 12:197-209.
12. CSUTI, B., POLASKY, S., WILLIAMS, P. H., PRESSEY, R. L., CAMM, J. D., KERSHAW, M., KESTER, A. R., DOWNS, B., HAMILTON, R., HUSO, M. & SAHR, K. 1997. A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. *Biological Conservation* 80:83-97.
13. DAVIS, A. J., JENKINSON, L. S., LAWTON, J. H., SHORROCKS, B. & S. WOOD. 1998. Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. *Nature* 391:783-786.
14. DINERSTEIN, E. & WIKRAMANAYAKE, E. D. 1993. Beyond "hotspots": How to prioritize investments to conserve biodiversity in the Indo-Pacific region. *Conservation Biology* 7:53-65.
15. EGBERT, S. L., PETERSON, A. T., SANCHEZ-CORDERO, V. & PRICE, K. P. 1998. Modeling conservation priorities in Veracruz, Mexico. Pages 141-150 In (S. Morain, ed.). *GIS in natural resource management: Balancing the technical-political equation*. High Mountain Press, Santa Fe, New Mexico.
16. EITEN, G. 1992. Natural Brazilian vegetation types and their causes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 64:35-65.
17. ERASMUS, B. F. N., VAN JAARSVELD, A. S., CHOWN, S. L., KSHATRIYA, M. & WESSELS, K. J. 2002. Vulnerability of South African animal taxa to climate change. *Global Change Biology* 8:679-693.
18. FERIA, T. P. & PETERSON, A. T. 2002. Using point occurrence data and inferential algorithms to predict local communities of birds. *Diversity and Distributions* 8:49-56.
19. GODOWN, M. E. & PETERSON, A. T. 2000. Preliminary distributional analysis of U.S. endangered bird species. *Biodiversity and Conservation* 9:1313-1322.
20. GRINNELL, J. 1917. Field tests of theories concerning distributional control. *American Naturalist* 51:115-128.
21. HOLT, R. D. & GAINES, M. S. 1992. Analysis of adaptation in heterogeneous landscapes: Implications for the evolution of fundamental niches. *Evolutionary Ecology* 6:433-447.
22. KLINK, C. A., MOREIRA, A. G. & SOLBRIG, O. T. 1993. Ecological impacts of agricultural development in the Brazilian Cerrados. In *The World's Savannas: Economic Driving Forces, Ecological Constraints and Policy Options for Sustainable Land Use*. (M. D. Young, & O. T. Solbrig, eds.). Parthenon Publishing, Carnforth, U.K.
23. KOCH, I., SIQUEIRA, M. F. & PETERSON, A. T. Submitted. Characterizing geographic distributions of tropical woody plant species via ecological niche modeling. *Global Ecology and Biogeography*.
24. KRONKA, F. J. N., NALON, M. A., MATSUKUMA, C. K., PAVÃO, M., GUILLAUMON, J. R., CAVALLI, A. C., GIANNOTTI, E., IWANE, M. S. S., LIMA, L. M. P. R., MONTES, J., DEL CALI, I. H. & HAACK, P. G. 1998. Áreas de domínio de Cerrado no Estado de São Paulo. São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Florestal. 84p.
25. LOMOLINO, M. V. 1994. An evaluation of alternative strategies for building networks of nature reserves. *Biological Conservation* 69:243-249.

26. MACARTHUR, R. 1972. *Geographical Ecology*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
27. MARTÍNEZ-MEYER, E. 2002. *Evolutionary Trends in Ecological Niches of Species*. Ph.D. dissertation. University of Kansas, Lawrence, Kansas.
28. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 1998. *Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, Brazil.
29. MITTERMEYER, R. A., MYERS, N. and MITTERMEYER, C. G. 1999. Hotspots Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. New York: CEMEX, Conservation International. 430p.
30. MYERS, N. 1988. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *Environmentalist* 8:187-208.
31. MYERS, N., MITTERMEYER, R. A., MITTERMEYER, C. G., FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
32. NEPSTAD, D. C., KLINK, C. A., UHL, C., VIEIRA, I., LEFEBVRE, P., PEDLOWSKI, M., MATRICARDI, E., NEGREIROS, G., BROWN, I., AMARAL, E., HOMMA, A. & WALKER, R. 1997. Land-use in Amazonia and the Cerrado of Brazil. *Ciencia e Cultura* 49:73-86.
33. OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P. E. 2002. Pollination and Reproductive Biology. In *Cerrado Plant Communities*. In: *The Cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savana*. (Oliveira, P. E. & R. J. Marquis, R. J. eds). Columbia University Press, New York, NY. p.329-347.
34. OLIVEIRA, P. E. & MARQUIS, R. J. (eds) 2002. *The Cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savana*. Columbia University Press, New York, NY. 424p.
35. PETERSON, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *Condor* 103:599-605.
36. PETERSON, A. T., BALL, L. G. & COHOON, K. C. 2002a. Predicting distributions of tropical birds. *Ibis* 144:e27-e32.
37. PETERSON, A. T. & COHOON, K. C. 1999. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling* 117:159-164.
38. PETERSON, A. T., EGBERT, S. L., SANCHEZ-CORDERO, V. & PRICE, K. P. 2000. Geographic analysis of conservation priorities using distributional modelling and complementarity: Endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 93:85-94.
39. PETERSON, A. T., ORTEGA-HUERTA, M. A., BARTLEY, J., SANCHEZ-CORDERO, V., SOBERON, J., BUDDEMEIER, R. H. & STOCKWELL, D. R. B. 2002b. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416:626-629.
40. PETERSON, A. T., PAPES, M. & KLUZA, D. A. In press-a. Predicting the potential invasive distributions of four alien plant species in North America. *Weed Science*.
41. PETERSON, A. T., SANCHEZ-CORDERO, V., BEARD, C. B. & RAMSEY, J. M. 2002c. Ecologic niche modeling and potential reservoirs for Chagas disease, Mexico. *Emerging Infectious Diseases* 8:662-667.
42. PETERSON, A. T., SÁNCHEZ-CORDERO, V., SOBERÓN, J., BARTLEY, J., BUDDEMEIER, R. H. & NAVARRO-SIGÜENZA, A. G. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144:21-30.
43. PETERSON, A. T., SCACHETTI-PEREIRA, R. & KLUZA, D. A. In press-b. Assessment of invasive potential of the glassy-winged sharpshooter *Homalodisca coagulata* in California and South America. *Biota Neotropica*. 3(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN00703012003>.
44. PETERSON, A. T., SOBERON, J. & SANCHEZ-CORDERO, V. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285:1265-1267.
45. PETERSON, A. T., STOCKWELL, D. R. B. & KLUZA, D. A. 2002d. Distributional prediction based on ecological niche modeling of primary occurrence data. Pages 617-623 in J. M. Scott, editor. *Predicting species occurrences: Issues of scale and accuracy*. Island Press, Washington, D.C.
46. PETERSON, A. T. 2003. Projected climate change effects on Rocky Mountain and Great Plains birds: Generalities of biodiversity consequences. *Global Change Biology* (in press).
47. RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S., ATKINSON, R. & RIBEIRO, J. F. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation: II. Comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 53:153-180.
48. RATTER, J. A., RIBEIRO, J. F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany* 80: 223-230.
49. RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S., & RIBEIRO, J. F., DIAS, T. A. B. & SILVA, M. R. 2000. Estudo da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, Brasília* 5:5-43.
50. RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S., RIBEIRO, J. F. 2002. Biodiversity Patterns of Woody Cerrado Vegetation: An Overall View. In *Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil*. Sociedade Botânica do Brasil. (E. L. Araújo, E. V. S. B. Sampaio, L. M. S. Gestrari, & J. M. T. Carneiro. eds.) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE. Pages 55-57.

- 51.SALA, O. E., CHAPIN III, F. S., ARMESTO, J. J., BERLOW, R., BLOOMFIELD, J., DIRZO, R., HUBER-SANWALD, E., HUENNEKE, L. F., JACKSON, R. B., KINZIG, A., LEEMANS, R., LODGE, D., MOONEY, H. A., OESTERHELD, M., POFF, N. L., SYKES, M. T., WALKER, B. H., WALKER, M. & WALL, D. H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287:1770-1774
- 52.STOCKWELL, D. R. B. 1999. Genetic algorithms II. Pages 123-144 in A. H. Fielding, editor. *Machine learning methods for ecological applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- 53.STOCKWELL, D. R. B. & NOBLE, I. R. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 33:385-390.
- 54.STOCKWELL, D. R. B. & PETERS, D. P. 1999. The GARP modelling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Systems* 13:143-158.
- 55.STOCKWELL, D. R. B. & PETERSON, A. T. 2002a. Controlling bias in biodiversity data. Pages 537-546 in J. M. SCOTT, editor. *Predicting species occurrences: Issues of scale and accuracy*. Island Press, Washington, D.C.
- 56.STOCKWELL, D. R. B. & PETERSON, A. T. 2002b. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling* 148:1-13.

Title: Consequences of Global Climate Change for Geographic Distributions of Cerrado Tree Species

Authors: Marinez Ferreira de Siqueira & Andrew Townsend Peterson

Biota Neotropica, Vol. 3 (number 2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00803022003>

Date Received 01/27/2003 - Revised 04/15/2003
Accepted 07/21/2003

ISSN 1676-0611

WHALESUCKERS AND A SPINNER DOLPHIN BONDED FOR WEEKS: DOES HOST FIDELITY PAY OFF?

José Martins Silva-Jr¹ and Ivan Sazima²

Biota Neotropica v3 (n2) <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN01303022003>

Date Received 07/16/2003

Revised 09/30/2003

Accepted 10/24/2003

¹ Centro Golfinho Rotador, CP 49, 53990-000 Fernando de Noronha, Pernambuco, Brazil

(www.golfinhorotador.org.br), and Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco

² Departamento de Zoologia and Museu de História Natural, CP 6109, Universidade Estadual de Campinas, 13083-970

Campinas, São Paulo, Brazil (www.unicamp.br)

Corresponding author. Tel: + 55-19-3788 7292; fax: +55-19-3289 3124; e-mail: isazima@unicamp.br

Abstract - The whalesucker *Remora australis* (Echeneidae) is an oceanic diskfish found attached to cetaceans only and its habits are therefore poorly known. At the Fernando de Noronha Archipelago, off North-eastern Brazil, spinner dolphins *Stenella longirostris* (Delphinidae) regularly congregate in large groups in a shallow bay, which allows for underwater observations of their behaviour and their fish associates. In the course of a broader study of this elusive diskfish, we had the opportunity to made multiple records of two whalesucker couples (three of the fish naturally marked) attached to the same individual dolphin in two different years, over periods of 47 and 87 days respectively. In all the sightings the whalesucker individuals of a couple were recorded side-by-side and positioned on their host's belly. We surmise that at least one of the couples was a reproductive pair, as the belly of the larger fish was noticeably swollen in the last sighting, and the bulge on its belly was bilateral and extended almost uniformly to the vent, a strong indication of fully mature gonads. Moreover, its size matched those of the mature females of this diskfish species. To our knowledge, this is the first time that attachment fidelity of the whalesucker to any cetacean host is documented in the wild. We hypothesize that attachment fidelity to the same individual host increases the whalesucker's chance to mate, and suggest further that the highly social nature of the spinner dolphins facilitates encounters between potential mating partners. Our study indicates that host fidelity possibly is not an uncommon feature of the whalesucker behaviour, albeit difficult to recognise. In one of the above recorded whalesuckers the natural marking was a crescentic scar characteristic of the wounds inflicted by the cookiecutter *Isistius brasiliensis* (Dalatiidae), a first record of the attack of this shark to any diskfish species.

Key words: Fish-cetacean association, host attachment fidelity, mate finding, Echeneidae, Delphinidae, Southwestern Atlantic

Resumo - A rêmora-das-baleias *Remora australis* (Echeneidae) é um peixe-pegador oceânico que vive agarrada somente a cetáceos, sendo seus hábitos mal conhecidos devido a esta característica. No Arquipélago de Fernando de Noronha, ao largo do Nordeste do Brasil, os golfinhos-rotadores *Stenella longirostris* (Delphinidae) congregam-se regularmente em grandes grupos numa baía rasa, o que permite o estudo subaquático de seu comportamento e dos peixes associados. Ao longo de um estudo amplo deste peixe-pegador pouco conhecido, tivemos a oportunidade de fazer registros múltiplos de dois pares de rêmoras (três delas com marcas naturais), agarradas ao mesmo golfinho em dois anos distintos, por períodos de 47 e 87 dias, respectivamente. Em todas as observações, os indivíduos de cada par de rêmoras foram registrados um ao lado do outro e posicionados no ventre do hospedeiro. Supomos que pelo menos um dos pares fosse um casal reprodutivo, pois o ventre do indivíduo maior apresentava saliência bilateral bem perceptível, que se estendia até o orifício cloacal, uma característica de fêmeas com gônadas maduras. Além disso, este indivíduo apresentava comprimento correspondente ao de fêmeas maduras desta espécie. Até onde sabemos, esta é a primeira vez que a fidelidade de associação desta espécie de rêmora a qualquer cetáceo é documentada na natureza. Propomos aqui que a fidelidade de associação ao mesmo hospedeiro aumente a possibilidade da rêmora se reproduzir. Adicionalmente, sugerimos que a natureza altamente social dos golfinhos-rotadores facilite o encontro entre parceiros para reprodução. Os nossos registros indicam que a fidelidade ao hospedeiro possivelmente não seja um componente incomum do comportamento da rêmora-das-baleias, embora difícil de reconhecer. Numa das rêmoras registradas, a marca natural era uma cicatriz em forma de meia-lua, característica da mordida causada pelo tubarão-charuto *Isistius brasiliensis* (Dalatiidae), primeiro registro de ataque deste tubarão a uma espécie de rêmora.

Palavras-chave: Associação entre peixes e cetáceos, fidelidade ao hospedeiro, encontro entre parceiros, Echeneidae, Delphinidae, Atlântico Sudoeste

1. Introduction

Remoras or diskfishes (Echeneidae) attach to several types of marine vertebrates, from sharks to cetaceans (Cressey and Lachner, 1970; Fertl and Landry, 1999). Remoras may benefit from this association in several ways, such as ride, feeding, and protection from predators (Strasburg, 1959; Cressey and Lachner, 1970; Alling, 1985; Katona & Whitehead, 1988). Whereas some diskfish species attach to a broad array of hosts, other species are prone to attach to particular host types. For instance, a host-specialised remora is the whalesucker (*Remora australis*) which, as its common name indicates, lives attached to cetaceans only, and thus its habits are poorly known (Follett & Dempster, 1960; Rice & Caldwell, 1961; Radford & Klawe, 1965).

At the Fernando de Noronha Archipelago, South-western Atlantic, the spinner dolphins *Stenella longirostris longirostris* (Delphinidae) regularly congregate in a shallow bay (Lodi and Fiori, 1987; Silva-Jr., 1996), offering ideal conditions for underwater observations of their behaviour (Silva-Jr., 1996; Sazima et al., 2003). As the whalesucker is one of the habitual fish associates of the spinners in the bay (Sazima et al., 2003), we started a medium-term (two years) study of this elusive diskfish to obtain a general view of its habits, and to gain some insight on what possible advantages this diskfish may obtain from its association with the cetacean. Besides seeking a general view of the whalesucker-dolphin association over our study, we tried to answer two more specific questions, based on an initial impression that some individual dolphins carried their "own" whalesuckers for extended periods: 1) For how long an individual whalesucker may attach itself to the same dolphin? 2) Is there any advantage for the whalesucker in doing so? This paper relates to these questions, and reports on two well-documented instances of whalesuckers-dolphin individual bond.

2. Material and Methods

The study was conducted at the Fernando de Noronha Archipelago (03°50'S, 32°25'W), about 345 km off North-eastern Brazil (see Maida & Ferreira, 1997; Carleton & Olson, 1999, for map and description). Observations were made in the Baía dos Golfinhos or Enseada do Carreiro de Pedra, a 15-25 m deep bay used by the spinner dolphins for resting and social interactions (Lodi & Fiori, 1987; Silva-Jr., 1996). The bay is an intangible protected area of the Fernando de Noronha National Marine Park. The association between whalesuckers and dolphins was observed directly and photographed during snorkelling and passive diving over 108 days (1-5 days distributed monthly from September 2000 to March 2003). Observations were concentrated in the morning, the best period for behavioural observations of spinner dolphins (Silva-Jr., 1996; Sazima et al., 2003). During obser-

vational sessions of 35-70 min, 'focal animal' and 'all occurrences' samplings were used in 71 h of direct observation in which all occurrences of specified actions of the whalesuckers (e.g., moving over the host body) over a given period were recorded (Altmann, 1974; Lehner 1979).

To answer our main question (i.e., that an individual whalesucker associate with a particular dolphin individual for an extended period), we needed reliable individual identifications of both the dolphins and the whalesuckers. Photo-identification of small cetaceans is a widespread procedure to identify individuals by natural marks such as fin shapes, nicks, scars, and pigment patterns (Würsig & Jefferson, 1990) and has been successfully used to identify individual spinner dolphins in the Pacific (Norris et al., 1994) and the Atlantic (Silva-Jr., 1996). On the other hand, such marks are much more difficult to find on a whalesucker, a slate grey fish that spends most of its time underneath its host. However, three whalesucker individuals bore unmistakable natural marks (see below) that allowed us to identify them.

Total length (TL) of whalesuckers was conservatively estimated against the greater width of the host's pectoral fluke, which in one of our largest spinner dolphins (1.87 m TL) measured 10 cm. We surmised that any fish smaller than its host's pectoral fluke width was smaller than 10 cm TL, and similar relationships (e.g., dolphin's dorsal fin height) were used to estimate the size of larger fish. Voucher photographs (paper copies) of whalesuckers and spinner dolphins with natural marks are in the file of photo-identified individuals housed at the Centro Golfinho Rotador in Fernando de Noronha, and selected scanned photographs are on file at the Museu de História Natural, Universidade Estadual de Campinas (ZUEC).

3. Results and Discussion

In two well-documented instances we had the opportunity to verify our assumption that some individual whalesuckers associate to the same individual dolphin for periods up to about three months. The longest association period lasted 87 days, and was recorded on three occasions (15 September; 7 and 11 December 2000). The dolphin measured about 1.8 m TL (probably a male) and bore a series of nicks on the posterior edge of the dorsal fin. The naturally marked whalesucker was recognised by its crooked vertebral column and measured about 26 cm TL, a clear underestimate due to its distorted body. This whalesucker was accompanied by an individual of about 32 cm TL, which bore no natural marks and thus was unrecognisable as the same individual on the three sightings.

The second instance relates to a shorter bond (74 days) but involves a couple of recognisable whalesuckers (Fig. 1), recorded on four occasions. The first and second sightings were on 11 and 14 December 2002, the third one

was on 14 February 2003, and the final record was on 5 March 2003. The dolphin was the same individual of the first description. In the first sighting the larger whalesucker (about 55 cm TL) bore a fresh, characteristic crescentic wound caused by a cookiecutter shark on its right flank, which progressively healed to a still visible crescentic scar and a small protuberance (see Jones, 1971 for wound illustrations). The other whalesucker (about 45 cm TL) had a dark pigmented, elongate marking on its right side close to the belly. As the dolphin in the both above described instances was the same individual, this implies that in some moment between 11 December 2000 and 11 December 2002 it either acquired a new remora couple or at least one of its

whalesuckers was replaced.

Cookiecutters are known to attack several cetacean species, including spinner dolphins (see Gasparini & Sazima, 1996 for a review in the SW Atlantic), and this seems to be the first record of a cookiecutter shark biting a whalesucker or any other diskfish species (Jones, 1971; Tomás & Gomes, 1989). In the large file of photo-identified spinner dolphins housed at the Centro Golfinho Rotador, we found another whalesucker individual wounded by a cookiecutter shark.

Both whalesuckers of the latter instance described herein were adults (see Radford & Klawe, 1965), and in all sightings the fish were side-by-side and positioned on their host's belly. We surmise that this particular couple was a



Fig. 1. A spinner dolphin (*Stenella longirostris*) at Fernando de Noronha Archipelago, SW Atlantic, with a couple of whalesuckers (*Remora australis*) attached to its body. All the members of the trio had natural marks, allowing their unmistakable recognition on four occasions over a period of 74 days.



Fig. 2. The same whalesucker couple attached to the hind-body of the same spinner dolphin seen on Fig 1. On this last record (5 March 2003), the bilateral bulge seen on the belly of the larger suckerfish strongly indicates a ripe female.

reproductive pair, as the belly of the larger fish was noticeably swollen in the last sighting, and its size matched those of the few mature females recorded to date (Radford & Klawe, 1965). The swelling on the belly of the supposed female was bilateral and extended almost uniformly to the vent (Fig. 2), a strong indication of fully mature gonads (Helfman et al., 1997).

To our knowledge, this is the first time that attachment fidelity of the whalesucker to any cetacean host is documented in the wild. Moreover, there is a reasonable possibility that the second recorded fish couple was a prospective mating pair (see above). Host fidelity would increase pair bonding and mating chance due to the closeness of two adult individuals of opposite sex, which in itself may induce gonad maturation (Helfman et al., 1997). Thus, we hypothesise that attachment fidelity to the same individual host increase the whalesucker's mating chance, and suggest further that the highly social nature of the spinner dolphins (Norris et al., 1994) facilitate encounters between potential mating partners. The fact that the same dolphin individual changed at least one of its whalesuckers (perhaps even acquired a new couple) over a period of two years, lends some support to this latter suggestion. Notwithstanding the fact that our assumptions are based on only one individually recognisable spinner dolphin, we suspect that the bond type recorded here would not be uncommon but is likely to go undetected due to our inability to recognise whalesucker individuals.

4. Acknowledgements

We thank the student staff of the Centro Golfinho Rotador, as well as the field helpers for logistic support and help in the fieldwork; C. Sazima for comments on the manuscript; the Ibama for issuing permits to study spinner dolphins and reef fishes in the Fernando de Noronha National Marine Park; the CAPES, CNPq, FAEP-Unicamp, FAPESP, Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA/MMA), and Petrobras for essential financial support throughout the study.

5. References

- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49: 227-265.
- CARLETON, M.D. & OLSON, S.L. 1999. Amerigo Vespucci and the rat of Fernando de Noronha: a new genus and species of Rodentia (Muridae: Sigmodontinae) from a volcanic island off Brazil's continental shelf. *Am. Mus. Novit.* 3256:1-59.
- CRESSEY, R.F. & LACHNER, E.A. 1970. The parasitic copepod diet and life history of diskfishes (Echeneidae). *Copeia* 1970: 310-318.
- FERTL, D. & LANDRY, JR., A.M. 1999. Sharksucker (*Echeneis naucrates*) on a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and a review of other cetacean-remora associations. *Mar. Mamm. Sci.* 15: 859-863.
- FOLLETT, W.I. & DEMPSTER, L.J. 1960. First records of the echeneidid fish *Remilegia australis* (Bennett) from California, with meristic data. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 31: 169-184.
- GASPARINI, J.L. & SAZIMA, I. 1996. A stranded melon-headed whale, *Peponocephala electra*, in southeastern Brazil, with comments on wounds from the cookiecutter shark *Isistius brasiliensis*. *Mar. Mamm. Sci.* 12: 308-312.
- HELFMAN, G.S., COLLETTE, B.B. & FACEY, D.E., 1997. The diversity of fishes. Blackwell Science, Malden, Massachusetts.
- JONES, E.C. 1971. *Isistius brasiliensis*, a squaloid shark, the probable cause of crater wounds on fishes and cetaceans. *Fish. Bull.* 69: 791-798.
- KATONA, S. & WHITEHEAD, H. 1988. Are Cetacea ecologically important? *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 26: 553-568.
- LEHNER, P.N. 1979. Handbook of ethological methods. Garland STPM Press, New York.
- LODI, L. & FIORI, B. 1987. Observações sobre o comportamento do golfinho-rotador; *Stenella longirostris* (Cetacea, Delphinidae) na Ilha de Fernando de Noronha - Brasil. In *Anais da 2a Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul*. Rio de Janeiro, Brazil, p. 60-68.
- MAIDA, M. & FERREIRA, B.P. 1997. Coral reefs of Brazil: an overview. *Proc. Int. Coral Reef Symp.* 8: 263-274.
- NORRIS K.S., WÜRSIG, B., WELLS, R.S., WÜRSIG, M., WÜRSIG, M. 1994. The Hawaiian spinner dolphin. University of California Press, Berkeley.
- RADFORD, K.W. & KLAWE, W.L. 1965. Biological observations on the whalesucker, *Remilegia australis* Echeneiformes: Echeneidae. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 14: 67-72.
- RICE, D.W. & CALDWELL, D.K. 1961. Observations on the habits of the whalesucker, *Remilegia australis*. *Norsk Hvalfangst-tid.* 5: 181-189.
- SAZIMA, I., SAZIMA, C. & SILVA-JR J.M. 2003. The cetacean offal connection: feces and vomits of spinner dolphins as a food source for reef fishes. *Bull. Mar. Sci.* 72(1): 151-160.
- SILVA-JR. J. M. , SILVA F. J. L. & PEREIRA J. A. 1996. O comportamento do golfinho rotador em F. de Noronha. *Anais 14 Encontro Anual de Etologia*: 251-262.
- STRASBURG, D.W. 1959. Notes on the diet and correlating structures of some central Pacific echeneid fishes. *Copeia* 1959: 244-248.

- TOMÁS, A.R.G. & GOMES, U.L. 1989. Observações sobre a presença de *Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765) (Elasmobranchii, Cetorhinidae) no sudeste e sul do Brasil. Bol. Inst. Pesca 16: 111-116.
- WÜRSIG, B. & JEFFERSON, T.A. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. In: Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters (P.S. Hammond, S.A. Mizroch & G.P. Donovan, eds.). International Whaling Commission, Cambridge, p.43-52.

Title: Whalesuckers and a spinner dolphin bonded for weeks: does host fidelity pay off?

Authors: José Martins Silva-Jr and Ivan Sazima

Biota Neotropica, Vol. 3 (number 2: 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN01303022003>

Date Received 07/16/2003

Revised 09/30/2003

Accepted 10/24/2003

ISSN 1676-0611

SYNOPSIS OF KNOWLEDGE ON CNIDARIA MEDUSOZOA FROM BRAZIL

Antonio C. Marques¹

André C. Morandini¹

Alvaro E. Migotto²

Biota Neotropica v3 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?inventory+BN01203022003>

Date Received : 07/14/2003

Accepted :08/26/2003

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11461, 05422-970, São Paulo, SP, Brazil.

²Centro de Biologia Marinha, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 83, 11600-970, São Sebastião, SP, Brazil.

e-mails: marques@ib.usp.br, acmorand@usp.br, aemigott@usp.br

Abstract

Synopsis of knowledge on Cnidaria Medusozoa from Brazil

A synopsis of knowledge concerning Medusozoa (Cnidaria) along the Brazilian coast is presented. We generated a data list with all records of medusozoans from Brazil, including information on the distribution of the species and the phase (polyp or medusa) recorded. Currently the number of species of Medusozoa recorded from Brazil is 377 (205 genera and 82 families), with 348 species of hydrozoans, 22 scyphozoans, 3 cubozoans and 1 staurozoan. Geographical and historical analyses were carried out based on the data list. The geographical analysis reveals that knowledge on biodiversity of the group is most inadequate for the North and part of the Northeastern coast. Although the Southeastern coast is the best known region in number of species and representative suprageneric taxa recorded, in general there is a lack of knowledge of the fauna in other than shallow waters, a pattern also observed for all other regions. Historically, the rapid increase of records on hydrozoans began in the 1940s and accelerated during the last decade. Investigations on coronates are all concentrated in the last decade but, in general, other groups show slow and gradual accumulation of species records. Guidelines and policies for the study of medusozoan biodiversity are suggested.

Key words: *Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa, Staurozoa, Fauna, South Atlantic, Polyp, Medusa, Brazil*

Resumo

Sinopse sobre o conhecimento dos Cnidaria Medusozoa do Brasil

Uma sinopse sobre o conhecimento dos Medusozoa (Cnidaria) da costa brasileira é apresentada. Este estudo é baseado em uma lista com todos os registros de Medusozoa para o Brasil, incluindo informações sobre a distribuição das espécies e suas fases (pólipo ou medusa). O número de espécies de Medusozoa registradas para o Brasil até o momento é 377 (205 gêneros e 82 famílias), com 348 espécies de hidrozoários, 22 de cifozoários, 3 de cubozoários e 1 de estaurozoário. Análises geográfica e histórica também foram conduzidas. A análise geográfica mostra claramente a ausência de conhecimento sobre a biodiversidade da costa norte bem como de parte da costa nordeste do país. Embora a costa sudeste seja a melhor conhecida em termos de números de espécies e representantes de táxons supragenéricos registrados, há em geral ausência de conhecimento sobre ambientes diferentes das águas rasas, um padrão também observado para as outras regiões. Historicamente, o crescimento dos registros de hidrozoários iniciou-se após a década de 1940, com um aumento na última década; os estudos com coronados estão todos concentrados na última década mas, em geral, outros grupos mostram um acúmulo lento e gradual nos registros de espécies. Linhas gerais e políticas para o estudo da biodiversidade dos Medusozoa são sugeridas.

Palavras-chave: *hidrozoários, cifozoários, cubozoários, estaurozoários, Fauna, Atlântico Sul, Pólipo, Medusa, Brasil*

1. Introduction

Despite many difficulties Brazil is one of the leading countries in science in Latin America, responsible for 1% of the science produced in the world (Macilwain, 1999). The majority of this research is in biological sciences, most of it non-applied. However, the country is far from having an adequate knowledge of its fauna and flora (*cf.* Lewinsohn & Prado, 2002; Migotto & Marques, in press), necessary for environmental management and conservation policies. The concern is even more critical because the country is considered to be megadiverse, with rich biotas in habitats including the Amazon and Atlantic rainforest, or Pantanal wetlands, regions with extensive areas still representing pristine and important parts of the biosphere.

The knowledge of marine environments is even less adequate than for continental ones. The coastline of the country is extensive (about 8500 km) and heterogeneous, and includes a great variety of habitats and biomes. There is a wide range of surface water temperature (subtropical to warm tropical) influenced by two major equatorial oceanic currents - South Equatorial Current and Brazil Current. Environmental heterogeneity is also evident in estuaries such as the Amazon and others in the North. In addition, varied mangrove ecosystems occur along the coast. A lack of significant freshwater outflows in most of the Northeast region allows for the presence of coral reef formations. Other noteworthy influences on marine biodiversity in Brazil include the seasonal balance between Brazil Current and Southern Atlantic Central Water in the Southeastern / Southern regions and effects of the Rio de La Plata and Lagoa dos Patos outflow waters, which are driven northwards by the Falklands Current in the Southern region (Boltovskoy *et al.*, 1999; MMA/SBF, 2002; Vilaça, 2002). The continental shelf is wide in some areas, especially off the states of Amapá and Amazonas (80 and 160 miles, respectively) to the Piauí coast, and also along southern Bahia, Espírito Santo, and most of the southeast and south Brazilian coast. By contrast it is narrow along the remaining states of Northeast region, extending offshore only 20-30 miles (MMA/SBF, 2002). Traditional biogeographical schemes divide the Brazilian coast into three faunal zones – tropical, subtropical and transitional (*sensu* Palacio, 1982). Therefore, the littoral might theoretically be expected to support a considerable number of species.

Notwithstanding pioneering work by Ernst and Eveline Marcus, among others, Brazilian tradition in marine systematics can be considered to be still developing, with several higher-level groups, including phyla, without a single species recorded along the entire coast (*cf.* Migotto & Marques, in press). This is a consequence of the historical development of taxonomy and the usual focus on a few zoological groups. Only a few isolated programs have been established thus far to solve or attenuate the problem

(Migotto *et al.*, 2002; Migotto & Marques, in press).

The authors of this study are experts on cnidarians, a mostly marine, diversified group that is ecologically important in all seas of the world. Cnidarians are characteristic of both pelagic and benthic habitats inasmuch as several of them have a complex life cycle including polyps (mostly benthic and sessile) and medusae (mostly planktonic and swimming). Besides their obvious ecological importance, cnidarians in general have significant impacts on human life, including commercial (*e.g.*, for tourism, pharmaceuticals, fisheries) (UNEP, 1991; Purcell *et al.*, 2001), environmental (*e.g.*, as habitat indicators) and medical interests (*e.g.*, Freitas *et al.*, 1995; Morandini & Marques, 1997; Marques *et al.*, 2002; Haddad Jr. *et al.*, 2002). Moreover, they are amongst the most basal animals, being particularly important in evolutionary studies (*e.g.*, *cf.* Nielsen, 2001).

Herein we present a diagnosis of the present status of knowledge of the Cnidaria for Brazil. To accomplish this, we prepared a species data bank that included literature references and species records (Migotto *et al.*, 2002). In this study, we traced the development of the study of the group from both historical and geographical perspectives. Information was assembled to provide a synopsis of the group from Brazil that could guide future research and management. This paper, the second part of our study, characterizes the medusozoan fauna by taxa and by state/region. It indicates geographical areas where future biodiversity investigations are especially needed, and points to those taxa in which systematic efforts should be concentrated.

2. Faunistic and historical data

Data on numbers of species, genera, and families of the more inclusive taxa (*e.g.*, subclasses and orders) are summarized in Table 1. The total number of species of medusozoans so far recorded from Brazil is 377, though 39 of these (10.3% of the total) are presently undetermined and may actually include ones that have already been recorded. The 377 species represent 205 genera and 82 families. Worldwide, the total number of species of Medusozoa is estimated to be ca. 4,000. Therefore, Brazilian records represent approximately 9.4% of that total, possibly an underestimate.

The high number of undetermined species (10.3%) is unevenly dispersed among the medusozoans, with hydrozoans accounting for 10.6% of the undetermined species (37 out of 348 species), scyphozoans 9.0% (2 out of 22) and cubozoans and staurozoans having no undetermined species. These values are due to the lower number of species of cubozoans (3) and staurozoans (1) compared with hydrozoans and scyphozoans.

Among hydrozoans, the proportion of undetermined species is higher in anthoathecates (19.8%), leptothecates (12.0%), and narcomedusans (11.8%) in comparison to the

Table 1.- Numbers of Brazilian marine medusozoans assigned to various taxa.

	# families	# genera	# genera indet	total genera	# species	# species indet	total species
Medusozoa	82	196	9	205	338	39	377
Hydrozoa	66	173	9	182	311	37	348
Anthoathecata	29	54	2	56	77	19	96
Filifera	12	28	1	29	43	11	54
Bougainvilliidae		6	0	6	11	3	14
Calycopsidae		2	0	2	2	1	3
Clavidae		5	1	6	5	2	7
Cytaeididae		1	0	1	1	0	1
Eudendriidae		1	0	1	8	1	9
Hydractiniidae		2	0	2	3	1	4
Niobiidae		1	0	1	1	0	1
Pandeidae		6	0	6	9	1	10
Proboscidae		1	0	1	1	1	2
Protiaridae		1	0	1	1	0	1
Rhysiidae		1	0	1	0	1	1
Stylasteridae		1	0	1	1	0	1
Capitata	17	26	1	27	34	8	42
Asyncorynidae		1	0	1	1	0	1
Cladocorynidae		1	0	1	1	0	1
Cladonematidae		1	0	1	1	1	2
Cladosarsiidae		0	1	1	0	1	1
Corymorphidae		2	0	2	5	0	5
Corynidae		5	0	5	7	1	8
Eleutheriidae		1	0	1	0	1	1
Euphysidae		1	0	1	1	0	1
Milleporidae		1	0	1	4	2	6
Moerisiidae		1	0	1	1	0	1
Pennariidae		1	0	1	1	0	1
Porpitidae		2	0	2	2	0	2

			Solanderiidae	1	0	1	1	0	1
			Sphaerocorynidae	1	0	1	1	1	2
			Tubulariidae	5	0	5	6	0	6
			Zancleidae	1	0	1	1	1	2
			Zancleopsidae	1	0	1	1	0	1
Leptothecata	20	58		7	65	117	16		133
Conica	19	52		4	56	99	8		107
			Aequoridae	2	1	3	2	1	3
			Aglaopheniidae	5	0	5	15	0	15
			Blackfordiidae	1	0	1	1	0	1
			Campanulinidae	4	1	5	4	2	6
			Cirrholoveniidae	1	0	1	1	0	1
			Dipleurosomatidae	1	0	1	1	0	1
			Eirenidae	5	0	5	7	0	7
			Eucheilotidae	1	0	1	4	0	4
			Haleciidae	4	1	5	8	3	11
			Halopterididae	3	0	3	6	0	6
			Kirchenpaueriidae	2	0	2	2	0	2
			Lafoeidae	4	0	4	5	1	6
			Laodiceidae	1	0	1	2	0	2
			Lovenellidae	1	0	1	1	0	1
			Malagaziidae	3	1	4	3	1	4
			Mitrocomidae	2	0	2	2	0	2
			Plumulariidae	3	0	3	7	0	7
			Sertulariidae	8	0	8	26	0	26
			Syntheciidae	1	0	1	2	0	2
Proboscoida	1	6		3	9	18	8		26
			Campanulariidae	6	3	9	18	8	26
Limnomedusae	1	5		0	5	6	0		6
			Olindiidae	5	0	5	6	0	6
Narcomedusae	3	7		0	7	15	2		17
			Aeginidae	3	0	3	3	0	3
			Cuninidae	2	0	2	5	0	5
			Solmarisidae	2	0	2	7	2	9
Siphonophorae	10	36		0	36	83	0		83

Calycophorae	5	25	0	25	69	0	69
Abylidae		5	0	5	10	0	10
Clausophyidae		4	0	4	9	0	9
Diphyidae		8	0	8	35	0	35
Hippopodiidae		2	0	2	5	0	5
Prayidae		6	0	6	10	0	10
Cystonectae	1	1	0	1	1	0	1
Physaliidae		1	0	1	1	0	1
Physonectae	4	10	0	10	13	0	13
Agalmatidae		6	0	6	9	0	9
Athorybiidae		2	0	2	2	0	2
Forskaliidae		1	0	1	1	0	1
Physophoridae		1	0	1	1	0	1
Trachymedusae	3	13	0	13	13	0	13
Geryoniidae		2	0	2	2	0	2
Halicreatidae		1	0	1	1	0	1
Rhopalonematidae		10	0	10	10	0	10
Scyphozoa	14	16	0	16	20	2	22
Coronatae	4	5	0	5	8	1	9
Atollidae		1	0	1	2	0	2
Linuchidae		1	0	1	1	0	1
Nausithoidae		2	0	2	4	1	5
Periphyllidae		1	0	1	1	0	1
Rhizostomeae	5	5	0	5	5	0	5
Cassiopeidae		1	0	1	1	0	1
Catostylidae		1	0	1	1	0	1
Lychnorhizidae		1	0	1	1	0	1
Mastigiidae		1	0	1	1	0	1
Stomolophidae		1	0	1	1	0	1
Semaestomeae	3	4	0	4	5	1	6
Cyaneidae		1	0	1	1	0	1
Pelagiidae		2	0	2	3	0	3
Ulmaridae		1	0	1	1	1	2
Incertae Sedis	2	2	0	2	2	0	2

	Teissieridae		1	0	1	1	0	1
	Incertae Sedis		1	0	1	1	0	1
Cubozoa		2	3	0	3	3	0	3
	Carybdeidae		2	0	2	2	0	2
	Chirodropidae		1	0	1	1	0	1
Staurozoa		1	1	0	1	1	0	1
	Stauromedusae	1	1	0	1	1	0	1
	Kishinouyeidae		1	0	1	1	0	1

Table 2.- Numbers of Brazilian marine medusozoans according to geographic area. Codes used for the states, from south to north of the country, are: RS (Rio Grande do Sul); SC (Santa Catarina); PR (Paraná); SP (São Paulo); RJ (Rio de Janeiro); ES (Espírito Santo); BA (Bahia); SE (Sergipe); AL (Alagoas); PE (Pernambuco) PB (Paraíba); RN (Rio Grande do Norte); CE (Ceará); PI (Piauí); MA (Maranhão); PA (Pará); AP (Amapá). Oceanic islands were also individually considered and abbreviated as AR (Atol da Rocas); FN (Fernando de Noronha) and TRI (Trindade Island). The regions adopted in the study are as defined geopolitically; these are abbreviated as S (South, includes the states RS, SC, PR); SE (Southeast, includes SP, RJ, ES); NE (Northeast, includes BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI, MA, plus the islands AR and FN) and N (North, includes PA, AM, AP).

	RS	SC	PR	SP	RJ	ES	BA	SE	AL	PE	PB	RN	CE	PI	MA	PA	AP	AR	FN	TRI	S	SE	NE	N
Medusozoa	127	100	100	231	163	151	126	92	95	136	86	86	85	84	85	93	84	2	33	2	168	292	208	97
Hydrozoa	116	87	89	212	148	139	113	82	85	126	76	76	74	74	75	82	74	2	33	2	154	270	194	86
Anthoathecata	16	8	8	52	24	20	15	2	5	15	2	2	1	1	1	1	0	2	5	1	30	78	36	1
Leptothecata	16	6	12	79	51	48	24	1	4	33	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	27	102	56	2
Limnomedusae	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	2	0
Narcomedusae	6	1	0	6	1	0	0	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	15	5
Siphonophorae	69	69	69	69	69	70	72	72	73	74	74	74	73	73	74	78	74	0	18	1	69	70	76	77
Trachymedusae	7	1	0	4	3	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	10	6	9	1
Scyphozoa	10	11	9	17	13	9	11	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	0	0	0	12	19	12	8
Coronatae	5	4	4	7	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	0	0	0	5	7	6	4
Rhizostomeae	2	3	2	4	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	3	4	3	2
Semaestomeae	3	4	3	6	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	4	6	3	2
Incertae sedis	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Staurozoa	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cubozoa	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	0	0	0	2	2	2	3

Table 3.- Numbers of new records of medusozoan species from Brazilian waters, 1821-2002.

[illegible]

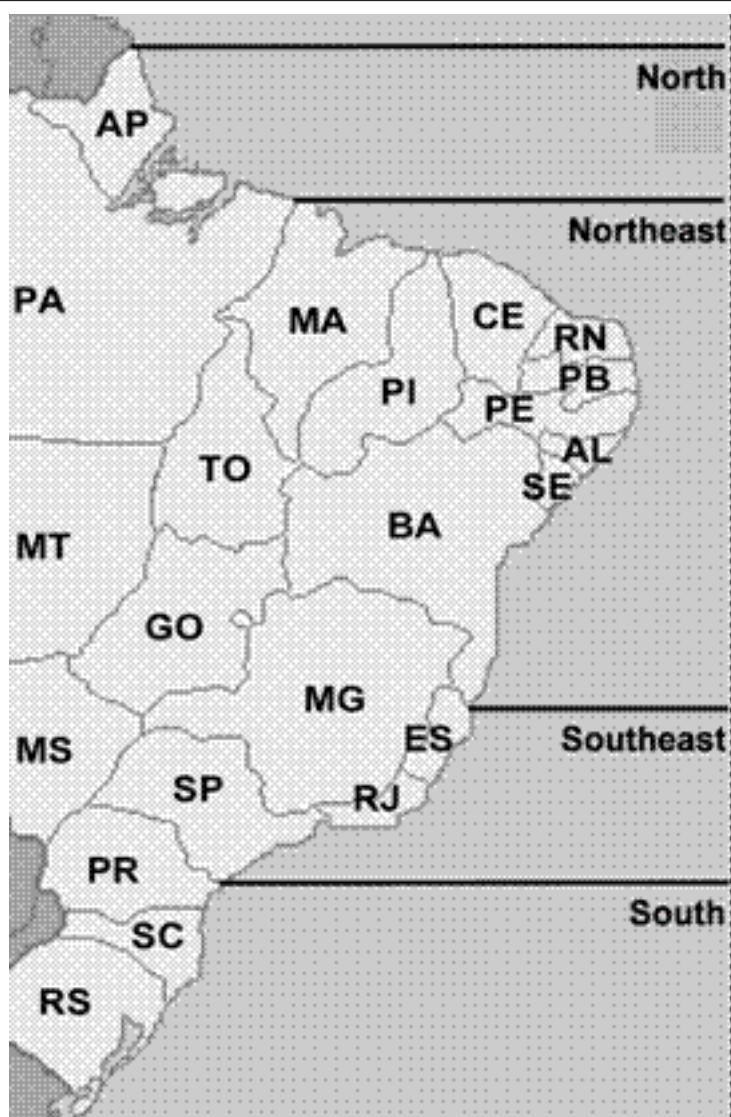


Figure 1.- Political map of Brazilian coast, indicating the regions and the states.

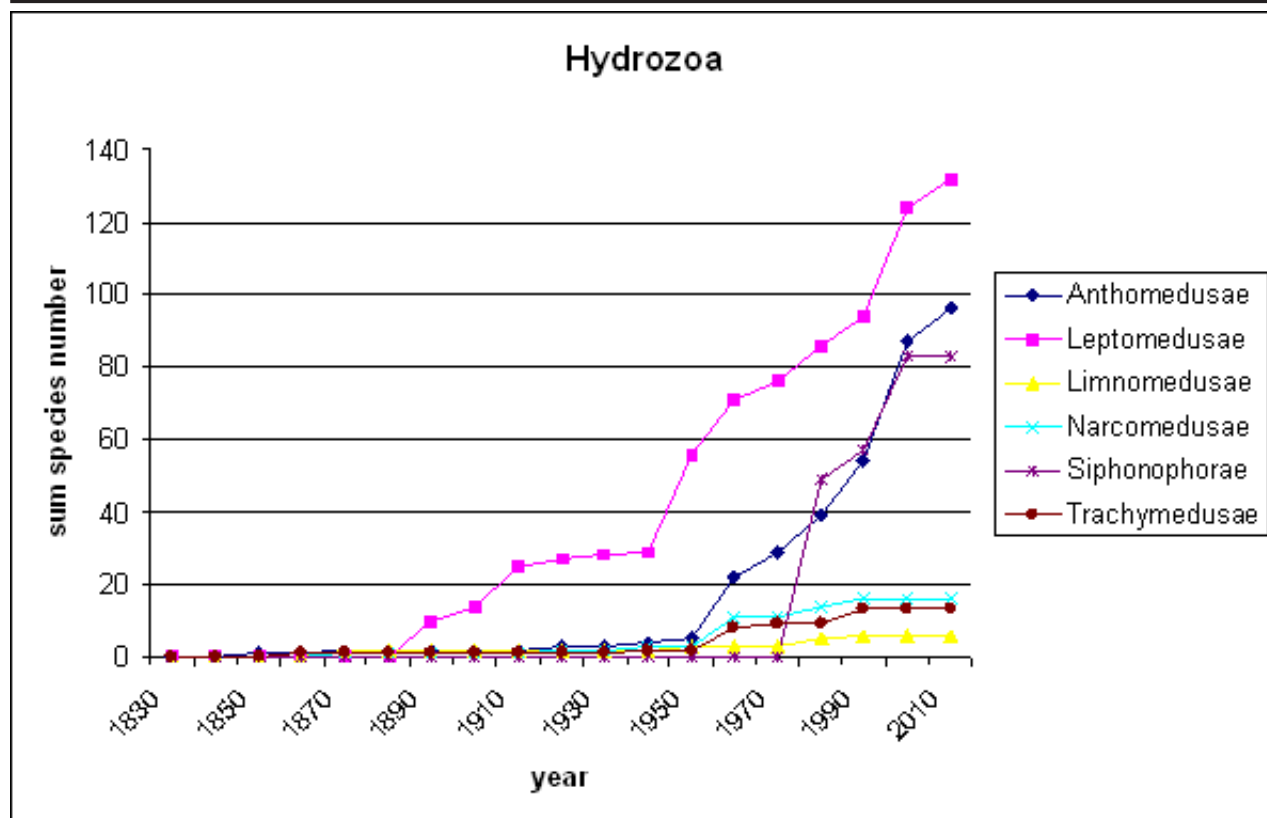


Figure 2.- Sum of accumulated new records for species for Hydrozoa.

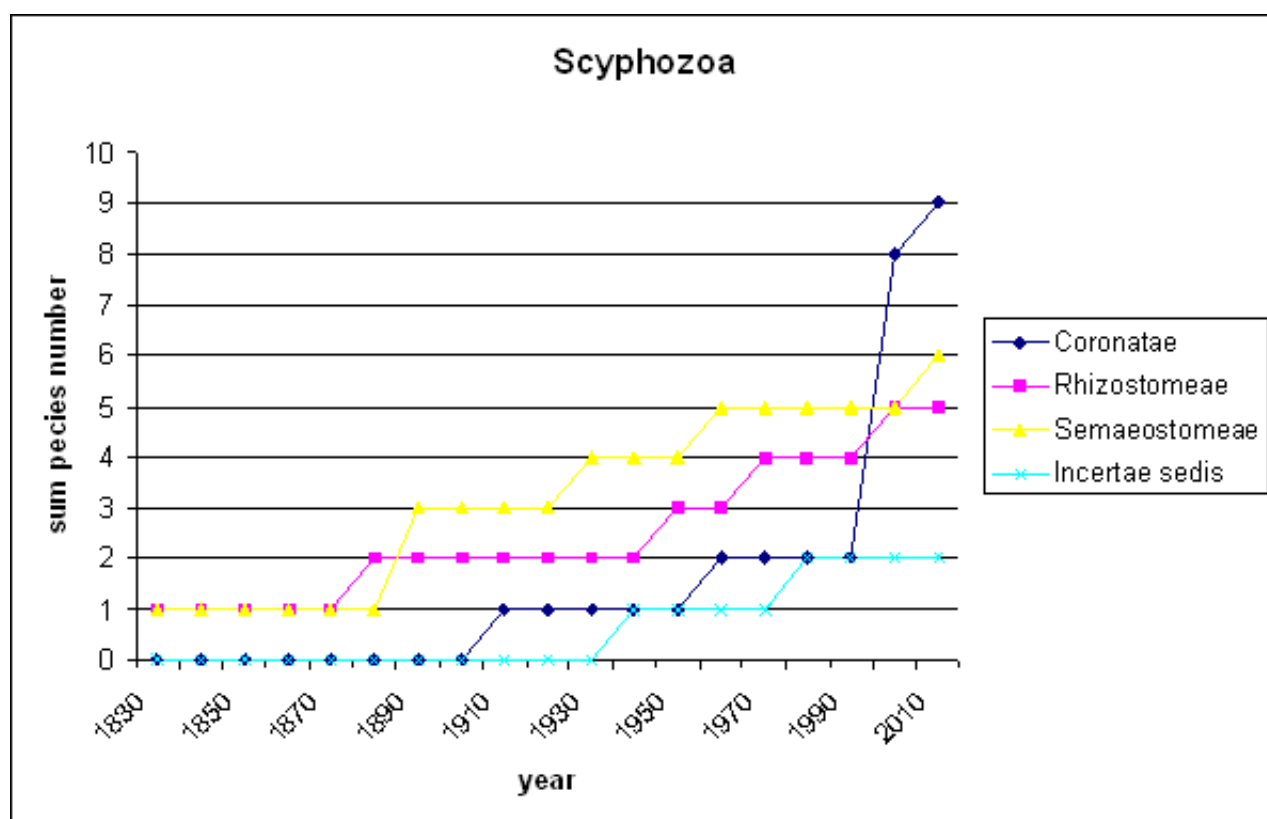


Figure 3.- Sum of accumulated new records for species for Scyphozoa.

others (0% for limnomedusans, siphonophores, and trachymedusans). This can be attributed to the low number of species of limnomedusans and trachymedusans. For siphonophores, the absence of undetermined species is possibly due to the few monographs dealing with the South Atlantic fauna. In some cases, the authors of these monographs were highly decisive with respect to species identification (Alvariño, 1971, 1981), indicating no doubts concerning species records even if the material was possibly not collected and not deposited in museums (Pugh, 1999). As for certain other groups, the higher number of undetermined species is attributed to different reasons. Species of narcomedusans (*Solmaris* spp. by Moreira, 1973; and *Pegantha* sp. by Goy, 1979) reflect occasional difficulties found in the taxonomy of specific genera. As for anthoathecates and leptothecates, their often complex and incompletely known life cycles sometimes hinder species identification. A metagenesis between polyp and medusa stages is typical in representatives of these two taxa, although there is often some degree of reduction in one of the phases. The identification of these leptolids is therefore dependent, to a considerable extent, on knowledge of the life cycles of the species.

Assessments of total species numbers of medusozoans in a given geographic area are rare, and none is recent. Hence, comparisons of the total number of medusozoans with other regions are difficult, and only comparisons within groups can be taken as parameters.

The richest group in number of species of medusozoans (and cnidarians) in Brazil is Hydrozoa (348 species, 173 genera, 66 families), corresponding to 10.7% of the known species of the world (3260 species in the estimation by Schuchert, 1998, for species described up to 1997). In turn, most hydrozoans are included in the Leptothecata (133 species, 58 genera, and 20 families), Anthoathecata (96 species, 54 genera, and 29 families), and Siphonophorae (83 species, 36 genera, and 10 families).

The knowledge on siphonophores, as already remarked, is based on a small number of papers. The last report on the group relevant to Brazilian waters was published by Pugh (1999). Species distributions in his publication were inferred from water masses present here and not on primary sources or on zoological collections. Considering the total estimated number of species per group, siphonophores would appear to be the best known in Brazilian waters (ca. 46% of the total number of species, ca. 180 for the world after Schuchert, 1998). As noted by Schuchert (1998: 214), the siphonophore curve of accumulation of species per time shows no sign of convergence in the near future, meaning a continuous increase in their species richness. For the Brazilian coast, studies will certainly increase knowledge and verify that certain species occur there.

Considering other hydrozoan groups, the high per-

centage of species recorded for each group in comparison to the total number of species described (after Schuchert, 1998) is also noticeable for Narcomedusae (ca. 40 % of the ca. 43 total species) and Trachymedusae (ca. 23.6% of the ca. 55 total species). Coincidentally, the best-known groups (siphonophores, narcomedusans, and trachymedusans) are mostly planktonic. However, knowledge on Narcomedusae and Trachymedusae worldwide can be considered stable, the curve of accumulation of species per time approaching the convergence, although not much taxonomic work or descriptions of species have been carried out during recent decades (only ca. 20% of the species of the group were described since 1900; see Schuchert, 1998); a situation apparently not different in Brazil (also for Limnomedusae; see figure 1).

Knowledge of Brazilian Anthoathecata and Leptothecata (traditionally called “hydroids”) is based on numerous publications, only two of which are monographs (Migotto, 1993; Marques, 2001). Totaling 229 species (112 genera, 49 families), these two groups are actually the poorest known in Brazil in comparison with the other Hydrozoa. They represent about 9.4% (Anthoathecata) and 7% (Leptothecata) of the total species worldwide, ca. 1020 and 1900 species respectively (see Schuchert, 1998). For Brazil, these groups seem to be far from the convergence of their curves of accumulation of species (figure 2). The literature data indicate that both the less diverse and planktonic groups of hydrozoans, in which description of new species was slower during the 20th century, are the best known, whereas the highly rich species groups including both benthic and planktonic phases (Anthoathecata and Leptothecata) are not satisfactorily known.

The other medusozoans – Staurozoa (Marques & Collins, 2004), Scyphozoa, and Cubozoa – are small groups in number of species. Scyphozoans and cubozoans are relatively well known by the layman because they include some large and poisonous species. Cubozoa includes ca. 16 species (Bouillon, 1994), mostly restricted to warmer waters of the globe. For Brazil, Migotto *et al.* (2002) presented records of three species of Cubozoa (ca. 19 % of the total). A single species of Staurozoa has been recorded in Brazilian waters, possibly an underestimated number.

The total number of the species of Scyphozoa is about 200 (Mianzan & Cornelius, 1999), 22 of which have been recorded to date from Brazil (11% of the total). After the paper by Vannucci (1957a), no well-established research teams focused on the group and few publications dealing with scyphozoans appeared until the 1970s. By the mid-1990s, however, a subsequent increase of almost 1/3 occurred in the number of known scyphozoans, due exclusively to new records of species of Coronatae (especially the polyp stages). This indicates that the lack of species records may be due to inadequate study rather than actual

faunal impoverishment. For the Scyphozoa in particular, we believe that numbers of species are likely to rise.

The families with the largest numbers of species are the Diphyidae (10% of the total number of species), Sertulariidae and Campanulariidae (7.5%), Aglaopheniidae (4.3%), and Bougainvilliidae (4.0%). Therefore five families (7.5% of the total) account for 33% of the diversity of Hydrozoa. Among the Scyphozoa the families with the largest numbers of species are Nausithoidae (22.7% of the total number of species of scyphozoans) and Pelagiidae (13.6%). Similarly, two families (14.3% of the total) account for 35% of the species of Scyphozoa.

Quantitative comparisons of the medusozoan fauna of Brazil with that of other geographical regions provides clues about the extent of our current faunal knowledge. Patterns of diversity among mostly planktonic hydrozoan groups (Trachymedusae, Narcomedusae and Siphonophorae), seem consistent with those reported elsewhere. For instance, reported diversity in waters of the Benguela Current (southeastern Atlantic, off the coast of southern Africa) included 52 species of siphonophores (Pagès & Gili, 1992), 10 of Narcomedusae (Pagès *et al.*, 1992) and four of Trachymedusae (Pagès *et al.*, 1992). All of these numbers are lower than existing records from Brazil. In British waters, 56 species of siphonophores are known (Kirkpatrick & Pugh, 1984). By contrast, 20 species of Narcomedusae and 18 species of Trachymedusae have been reported from the Mediterranean Sea (Boero & Bouillon, 1993). Such numbers exceed the known diversity of these groups in Brazil, possibly because the fauna of that area has been studied more intensively over a much longer period of time. The number of species of these taxa may certainly experience a high increase with more intense studies in great depths and along the water column. A marked increase in the number of species of these taxa from Brazil may certainly be expected following more intensive studies of the fauna at great depths and along the water column.

Conversely, for the so-called hydroids (Anthoathecata + Leptothecata), the Antarctic continent (coastline of 17968 km) has only *ca.* 130 species (*ca.* 30 genera; Peña Cantero, *pers. comm.*) and its fauna is considered depauperate due to habitat conditions, isolation, and high endemism.

The coast around Bermuda a small subtropical island with a depauperate West Indian fauna, yielded 118 species of hydroids (*ca.* 60 genera; Calder, 2000). Moreover, a comparison with equivalent regions having better-known faunas (*e.g.*, Mediterranean Sea, mostly European records, 296 species, *ca.* 150 genera, Boero & Bouillon, 1993, Boero *et al.*, 1997; southern Africa, 251 species, *ca.* 90 genera, Millard, 1975, 1978) suggests that the fauna of Brazil is still inadequately known. Such data indicate that the hydroids (Leptothecata and Anthoathecata) of Brazil are more poorly

known than the planktonic groups (Narcomedusae, Trachymedusae, and Siphonophorae).

As already stated, Brazil has an extensive and highly diverse territory and coastline. Opportunities for scientific study vary from one region to another along the coast as a result of differences in funding, availability of scientific personnel, equipment, etc. Wealthier states such as São Paulo and Rio de Janeiro have more resources to carry out extensive research programs. Moreover, the diverse physiographical conditions of the Brazilian coastline demand different requirements regarding accessibility of the environments and establishment of research infrastructure. The northern coast, highly influenced by Amazon River outflow, has extensive mangrove ecosystems which are still unstudied. The northeast coast is characterized by reef formations (only a small part of them being true coral reefs), along with high temperatures and intense incidence of light in shallow waters. Southeastern Brazil has many accessible coastal habitats, characterized by rocky shores bordering estuaries with mangrove and sandy beaches. Most of the coast of southern Brazil is sandy beach. These differences emphasize that knowledge of the fauna is uneven geographically, and determined in part by historical trends such as the greater emphasis of work on hydrozoans and scyphozoans in the state of São Paulo.

The uneven knowledge is clearly seen when the number of species recorded for each state and region is compared (Table 2). For instance, São Paulo has more catalogued hydrozoans than all other states have catalogued cnidarians in general (Rio de Janeiro excepted). The proximity to key states of Brazil (São Paulo and Rio de Janeiro) has a synergistic action and the neighbor areas are also consequently better known (*e.g.*, Espírito Santo and Bahia).

However, as far as the state/region is distant from the axis São Paulo-Rio de Janeiro (and its area of influence and collections – basically from São Paulo to Bahia), less is known about the fauna (with few exceptions like Pernambuco). For instance, except for generalizations such as those made for siphonophores, it seems unlikely that there are no Cubozoa or Scyphozoa in Atol das Rocas, Fernando de Noronha, and Trindade; nor Hydrozoa in Amapá; or only a few (one to 12 species) of hydrozoans in Alagoas, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará; Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe, Atol das Rocas, and Trindade. Even in southern states, like Paraná and Santa Catarina, biodiversity is certainly underestimated (20 and 18 species of Hydrozoa, respectively; siphonophores excluded). Therefore, although we note progress in some areas, the total knowledge is unevenly distributed, and much more stimulated by individual actions than by wide research programs.

Finally, another constraint in knowledge of Brazilian cnidarians is related to the bathymetry of the samples. The majority of the samples and, consequently, the records al-

ready done, are from shallow waters. This seriously constrains the possibilities for an adequate idea about the faunistic components of the Brazilian shore. It is known that many different species do exist at different depths in the same area (e.g., the shallow and deep fauna of Bermuda studied by Calder, 1988, 1991, 1996, 1997, 1998; Marques & Calder, 2000). In Brazil this fauna is almost completely underestimated.

Studies on Brazilian medusozoans began in the 19th century. The first paper, by Eschscholtz (1829), described *Chrysaora lactea*. The next was by Lesson (1830), who recorded both *C. lactea* and *Catostylus cruciatus* (Lesson, 1830). These authors were followed by Müller (1859a, 1859b, 1861a, 1861b, 1865, 1883), who provided a series of accounts describing two species of Cubozoa, four of Hydrozoa, and one of Scyphozoa for Santa Catarina state where the naturalist lived. The first major oceanographic expedition to visit Brazilian waters, that of H.M.S. Challenger, occurred toward the end of the century. The first accounts of polypoid phases from Brazil, based on 10 species of leptothecates, were from Challenger collections (Allman, 1883, 1888). The 20th century began with 11 new records of species of leptothecates (Jäderholm, 1903; Nutting, 1904; and Ritchie, 1909). By that time, and up to the 1990s, only sporadic records appeared of cubozoans and scyphozoans (maximum of 2, generally 0-1 records per decade). Meanwhile, a rapid increase occurred during the mid-20th century in numbers of species of hydrozoans reported from the country. This commenced in the late 1940s (one new record each of Anthoathecata and Limnomedusae; 27 of Leptothecata); reached an apogee during the 1950s (17 new records of Anthoathecata; 15 of Leptothecata; eight of Narcomedusae; and six of Trachymedusae), declined again during the 1960s (seven new records of Anthoathecata; five of Leptothecata; and one of Trachymedusae). This burst of knowledge of hydrozoan systematics was due to the studies of Dr. Marta Vannucci (Vannucci Mendes, 1946, 1948; Vannucci, 1949; 1950, 1951a, 1951b; 1954; 1956; 1957a; 1957b; 1960; 1963; Vannucci & Ribeiro, 1955; Vannucci & Rees, 1961; Vannucci & Moreira, 1966). Vannucci was followed during the '1970s by her student, Maria da Gloria B.S. Moreira (Moreira & Yamashita, 1972; Moreira, 1973, 1975; Moreira *et al.*, 1978, 1979). Her work and important contributions by Goy (1979) and Navas-Pereira (1980) comprised the primary contributions to Brazilian hydrozoan studies of the decade. The first records of siphonophores were also made in the 1970s when Alvarinho (1971) reported 49 species. Later, Alvarinho (1981) provided eight new records and Pugh (1999) contributed 26 new records. During the 1980s, Navas-Pereira (1981, 1984a, 1984b) commenced her studies on medusae, especially along the coast of Rio Grande do Sul; and Ramirez & Zamponi (1981) published their compilation study on the subject. After a hiatus of more than 20 years, polyp studies were resumed by Moreira (Moreira *et al.*, 1978, 1979), Mañal

(Mañal, 1983) and Silveira and Migotto (Silveira & Migotto 1984, Silveira *et al.*, 1988; Migotto & Silveira, 1987). Polyps continued to be the subject of research of the latter authors, and they were followed by Marques and other students. As a result, at the end of 1990's the number of recorded species for hydroids had increased significantly (33 new records for Anthoathecata and 30 for Leptothecata; cf. e.g., Bouillon & Grohmann, 1990, 1994; Silveira & Migotto, 1991, 1992; Pires *et al.*, 1992; Marques, 1993, 1995; Migotto, 1996, 1998; Grohmann *et al.*, 1997; Nogueira *et al.*, 1997; Calder & Mañal, 1998; Kelmo & de Santa-Isabel, 1998; Migotto & Calder, 1998; Migotto & Vervoort, 1998; Migotto & Marques, 1999a, b; Migotto & Andrade, 2000; Lindner & Migotto, 2001, 2002). Subsequent works have added new records for Brazilian waters (e.g., Marques, 2001; Migotto *et al.*, 2001) including plankton studies (Tronolone, 2001). Many new records of scyphozoans and especially Coronatae have been added since the 1990s, with studies by Silveira & Morandini (1996, 1997, 1998a, 1998b), Grohmann *et al.*, 1999, Silveira & Cornelius (2000), Morandini & Silveira (2001a, 2001b), Jarms *et al.* (2002), and Tronolone *et al.* (2002).

An account of new species records of Hydrozoa and Scyphozoa is summarized in Table 3 and the data of Table 3, figures 2 and 3. For Hydrozoa (figure 2), it is interesting to notice that Narcomedusae, Trachymedusae, and Limnomedusae have convergent curves, probably because of the lack of studies on these groups in recent decades; Siphonophorae had pulses of growth and stagnation. Anthoathecata and Leptothecata, on the contrary, have ascending curves, suggesting many records will occur with intensification of studies. For the Scyphozoa, the curves gradually ascend, except that of Coronatae, with a rapid rise in the last decade.

3. General remarks and guidelines for the future

At the most basic biological level of knowledge, the alpha-taxonomy of species, the medusozoan biota of Brazil is still poorly known in relation to many of the other regions of the globe. Even in the most studied parts of the country, such as the states of the Southeast region, faunal knowledge is inadequate. There is a need for 1) more intensive work on several groups (e.g., Anthoathecata, Leptothecata, Coronatae), 2) more funds for sampling and museum collections, 3) decentralization of collections and studies.

The most critical points highlighted by our results are: 1) poor general knowledge of all medusozoans, benthic and planktonic alike, of the North and Northeast (from Sergipe to Amapá); 2) insufficient knowledge of both benthic and planktonic medusozoans of the South region; 3) insufficient knowledge of planktonic forms across the entire Brazilian coast; 4) complete lack of knowledge of the whole medusozoan benthic and mesopelagic faunae of deeper

continental shelf, bathyal, and abyssal waters.

Solutions for these problems demand organization and financial support. We believe that training of systematists should be a priority policy, not only those studying cnidarians but also many other animal groups (*cf. e.g.*, Migotto & Marques, in press). Comprehensive monographs on specific groups should be undertaken because they bring thorough and qualified results over a relatively short period. An improvement in the quality and number of Brazilian collections is of utmost importance for continuity of studies, preservation of data, and availability of specimens for the future. The present number of natural history museums in Brazil is small, and the conservation of their collections is usually neglected due to scarce personnel and low budgets.

In our view Brazil is one hundred years behind Europe in knowledge of Medusozoa, and more so for some other groups. All proposals herein are indispensable to reach even a most basic informational level. A better understanding of the taxonomy of our marine biota will facilitate other research, such as that on pharmacology, ecology, and phylogeny. We do not suggest postponing these studies, but call attention in particular to our lack of most fundamental knowledge, that of basic organismal biodiversity.

4. Acknowledgements

The authors thank Fábio L. da Silveira (IBUSP) and two anonymous referees for suggestions to the manuscript. The study received financial support from the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 1996/1415-2, 1996/1416-9, 1996/10544-0, 1997/03325-3, 1997/08137-0, 1998/11072-0, 1998/07090-3, 1999/05374-7, 1999/12433-0, 2001/02626-7, 2003/02432-3). A.C. Marques and A.E. Migotto have financial support from CNPq (300271/2001-8 and 300194/1994-3).

5. References

- ALLMAN, G.J. 1883. Report on the Hydroida dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Rep. Sci. Res. Challenger Exp. (Zool. Ser.) 7(20): 1-55.
- ALLMAN, G.J. 1888. Report on the Hydroida dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Part II. The Tubularinae, Corymorphinae, Campanularinae, Sertularinae and Thalamophora. Rep. Sci. Res. Challenger Exp. (Zool. Ser.) 23: 1-90.
- ALVARIÑO, A. 1971. Siphonophores of the Pacific with a review of the world distribution. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 16: 1-432.
- ALVARIÑO, A. 1981. Siphonophorae. In Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino (D. Boltovskoy, ed.). INIDEP, Mar del Plata, p. 383-441.
- BOERO, F. & BOUILLON, J. 1993. Zoogeography and life cycle patterns of Mediterranean hydromedusae (Cnidaria). Biol. J. Linn. Soc. 48(3): 239-266.
- BOERO, F., GRAVILI, C., DENITTO, M., MIGLIETTA, M.P. & BOUILLON, J. 1997. The rediscovery of *Codonorchis octaedrus* (Hydroidomedusae, Anthomedusae, Pandeidae), with an update of the Mediterranean hydroidomedusan biodiversity. It. J. Zool. 64: 359-365.
- BOLTOVSKOY, D., GIBBONS, M.J., HUTCHINGS, L. & BINET, D. 1999. General biological features of the South Atlantic. 1-42. In: South Atlantic Zooplankton (D. Boltovskoy, ed.). Backhuys Publishers, Leiden, Vol. 1, p. 1-42.
- BOUILLON, J. 1994. Embranchement des cnidaires (Cnidaria). In Traité de Zoologie, Tome III, Fascicule 2. Cnidaires et Ctenaires (J. Bouillon, C. Carré, D. Carré, A. Franc, J. Goy, M-L. Hernandez-Nicaise, Y. Tiffon, D. van de Vyver & M. Wade, eds). Masson, Paris, p. 1-28.
- BOUILLON, J. & GROHMANN, P.A. 1990. *Pinushydra chiquitita* gen. et sp. nov. (Cnidaria, Hydrozoa). Cah. Biol. Mar. 31: 291-305.
- BOUILLON, J. & GROHMANN, P.A. 1994. A new interstitial stolonal hydroid: *Nannocoryne* gen. nov. *mammylia* sp. nov. (Hydroidomedusae, Anthomedusae, Corynidae). Cah. Biol. Mar. 35: 431-439.
- CALDER, D.R. 1988. Shallow-water hydroids of Bermuda: The Athecatae. Life Sci. Contr. R. Ontario Mus. 148: 1-107.
- CALDER, D.R. 1991. Shallow-water hydroids of Bermuda: The Thecatae, exclusive of Plumularioidea. Life Sci. Contr. R. Ontario Mus. 154: 1-140.
- CALDER, D.R. 1996. Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) recorded from depths exceeding 3000 m in the abyssal western North Atlantic. Can. J. Zool. 74(9): 1721-1726.
- CALDER, D.R. 1997. Shallow-water hydroids of Bermuda: superfamily Plumularioidea Life Sci. Contr. R. Ontario Mus. 161: 1-85.
- CALDER, D.R. 1998. Hydroid diversity and species composition along a gradient from shallow waters to deep sea around Bermuda. Deep-Sea Res. I 45: 1843-1860.
- CALDER, D.R. 2000. Assemblages of hydroids (Cnidaria) from three seamounts near Bermuda in the western North Atlantic. Deep-Sea Res. I 47: 1125-1139.
- CALDER, D.R. & MAYAL, E.M. 1998. Dry season distribution of hydroids in a small tropical estuary, Pernambuco, Brazil. Zool. Verh. Leiden 323: 69-78.

- ESCHSCHOLTZ, F. 1829. System der Acalephen. Eine ausführliche Beschreibung aller medusenartigen Strahltiere. Ferdinand Dümmler, Berlin.
- FREITAS, J.C., SCHIOZER, W.A. & MALPEZZI, E.L.A. 1995. A case of envenoming by Portuguese man-of-war from the Brazilian coast. *Toxicon* 33(7): 859-861.
- GOY, J. 1979. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962) - 35. Méduses. *Resul. scient. camp. Calypso* 11: 263-296.
- GROHMANN, P.A., SOUZA, M.M. & NOGUEIRA, C.C. 1997. Hydroids from the vicinity of a large industrial area in Vitória, Espírito Santo, Brazil. *Proceedings of the VI International Conference on Coelenterate Biology, Leiden, The Netherlands*: 227-232.
- GROHMANN, P.A., M.P. MAGALHÃES & Y.M. HIRANO 1999. First record of the order Stauromedusae (Cnidaria, Scyphozoa) from the tropical Southwestern Atlantic, with a review of the distribution of Stauromedusae in the southern hemisphere. *Species Diversity* 4: 381-388.
- HADDAD JR., V., SILVEIRA, F.L., CARDOSO, J.L.C. & MORANDINI, A.C. 2002. A report of 49 cases of cnidarian envenoming from southeastern Brazilian coastal waters. *Toxicon* 40(10): 1445-1450.
- JÄDERHOLM, E. 1903. Aussereuropäische hydroiden in Schwedischen Reichsmuseum. *Ark. Zool.* 1: 259-312.
- JARMS, G., MORANDINI, A.C. & SILVEIRA, F.L. 2002. Polyps of the families Atorellidae and Nausithoidae (Scyphozoa: Coronatae) new to the Brazilian fauna. *Biota Neotropica* 2(1).
- KELMO, F. & DE SANTA-ISABEL, L.M. 1998. The athecatae hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Northern Bahía, Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 46 (supl.5): 61-72.
- KIRKPATRICK, P.A. & PUGH, P.R. 1984. Siphonophores and Vellelids. *Synopsis of the British Fauna (New Series)*, n. 29. Linnean Society of London, London.
- LESSON, R.P. 1830. Voyage autour du monde, exécuté par ordre du Roi sur la corvette *La Coquille*, pendant les années 1822-1825. *Zoologie* t.2(2): 1-135.
- LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2002. Biodiversidade Brasileira. Síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo.
- LINDNER, A. & MIGOTTO, A.E. 2001. Merotrichous isorhiza, a new nematocyst in the Campanulariidae (Cnidaria; Hydrozoa), and its relevance for the classification of cnidae. *Proc. biol. Soc. Wash.* 114(4): 825-832.
- LINDNER, A. & MIGOTTO, A.E. 2002. The life cycle of *Clytia linearis* and *Clytia noliformis*: metagenic campanulariids (Cnidaria Hydrozoa) with contrasting polyp and medusa stages. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 82: 541-553.
- MACILWAIN, C. 1999. Collapse of real sharpens Brazil's contrasts. *Nature* 398(6726): A16-A18 Suppl.
- MARQUES, A.C. 1993. Sistemática dos Eudendriidae L. Agassiz, 1862 (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral Paulista. São Paulo. MSc. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARQUES, A.C. 1995. *Eudendrium pocaruquarum* n. sp. (Hydrozoa, Eudendriidae) from the southeastern coast of Brazil, with remarks on taxonomic approaches to the family Eudendriidae. *Contr. Zool.* 65(1): 35-40.
- MARQUES, A.C. 2001. O gênero *Eudendrium* (Cnidaria, Hydrozoa, Anthoathecata) no Brasil. *Pap. Av. Zool.* 41(22): 329-405.
- MARQUES, A.C. & CALDER, D.R. 2000. *Eudendrium bathyalis*, a new species of hydroid (Hydrozoa: Anthomedusae: Eudendriidae) from Bermuda. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 113(1): 124-128.
- MARQUES, A.C. & COLLINS, A.G. 2004. Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. *Inv. Biol. (in press)*.
- MARQUES, A.C., HADDAD, V. & MIGOTTO, A.E. 2002. Envenomation by a benthic Hydrozoa (Cnidaria): the case of *Nemalecium lighti* (Haleciidae). *Toxicon* 40: 213-215.
- MAÏAL, E.M. 1983. Distribuição de hidróides (Hydrozoa, Thecata) na costa do estado de Pernambuco, Brasil. *Bolm. Zool. Univ. S. Paulo* 8: 1-13.
- MIANZAN, H.W. & CORNELIUS, P.F.S. 1999. Cubomedusae and Scyphomedusae. In *South Atlantic Zooplankton* (D. Boltovskoy ed.). Backhuys Publishers, Leiden, Vol. 1, p.513-559.
- MIGOTTO, A.E. 1993. Hidróides (Hydrozoa, Cnidaria) marinhos bentônicos da região costeira de São Sebastião, SP. PhD Dissertation. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MIGOTTO, A.E. 1996. Benthic shallow-water hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) of the coast of São Sebastião, Brazil, including a checklist of Brazilian hydroids. *Zool. Verh.* 306: 1-125.
- MIGOTTO, A.E. 1998. The life cycle of *Sertularia marginata* Kirchenpauer, 1864 (Cnidaria: Hydrozoa): a medusoid-producing sertulariid. *J. nat. Hist.* 32: 1-12.
- MIGOTTO, A.E. & ANDRADE, L.P. 2000. The life cycle of *Hebella furax* (Cnidaria: Hydrozoa): a link between a lafoeid hydroid and a laodiceidae medusae. *J. nat. Hist.* 34: 1871-1888.
- MIGOTTO, A.E. & CALDER, D.R. 1998. *Sertularia vervoorti* (Hydrozoa: Sertulariidae), an undescribed species of hydroid from Brazil. *Zool. Verh.* 323:169-174.

- MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. 1999a. Hydroid and medusa stages of the new species *Ectopleura obypa* (Cnidaria: Hydrozoa: Tubulariidae) from Brazil. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 112(2):303-312.
- MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. 1999b. Redescription of *Dentitheca bidentata* (Hydrozoa, Leptomedusae, Plumulariidae) with notes on its life cycle. *J. Nat. Hist.* 33: 949-960.
- MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade de invertebrados marinhos no Brasil. In Ministério do Meio Ambiente - Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil. MMA – GTB/CNPq. (in press)
- MIGOTTO, A.E., MARQUES, A.C. & FLYNN, M.N. 2001. Seasonal recruitment of hydroids (Cnidaria) on experimental panels in the São Sebastião Channel, Southeastern Brazil. *Bull. Mar. Sci.* 68: 287-298.
- MIGOTTO, A.E., MARQUES, A.C., MORANDINI, A.C. & SILVEIRA, F.L. 2002. Checklist of the Cnidaria Medusozoa of Brazil. *Biota Neotropica* 2(1).
- MIGOTTO, A.E. & SILVEIRA, F.L. 1987. Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral sudeste e sul do Brasil: Halocordylidae, Tubulariidae e Corymorphidae. *Iheringia. Sér. Zool.* 66: 3-32.
- MIGOTTO, A.E. & VERVOORT, W. 1998. Redescription of *Sertularia notabilis* Fraser, 1947 (Sertulariidae, Hydrozoa). *Zool. Med.* 72: 89-100.
- MILLARD, N.A.H. 1975. Monograph on the Hydroida of southern Africa. *Ann. S. Afr. Mus.* 68: 1-513.
- MILLARD, N.A.H. 1978. The geographical distribution of southern African hydroids. *Ann. S. Afr. Mus.* 74(6): 159-200.
- MMA/SBF 2002. Biodiversidade Brasileira: avaliação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. MMA, Brasília.
- MORANDINI, A.C. & MARQUES, A.C. 1997. "Morbakka" syndrome: first report of envenomation by Cubozoa (Cnidaria) in Brazil. In *Boletim de Resumos Expandidos VII COLACMAR*, Santos, v. 2, p.188-189.
- MORANDINI, A.C. & SILVEIRA, F.L. 2001a. Sexual reproduction of *Nausithoe aurea* (Scyphozoa, Coronatae). Gametogenesis, egg release, embryonic development, and gastrulation. *Sci. Mar.* 65(2): 139-149.
- MORANDINI, A.C. & SILVEIRA, F.L. 2001b. New observations and new record of *Nausithoe aurea* (Scyphozoa, Coronatae). *Pap. Av. Zool.* 41(27): 519-527.
- MOREIRA, G.S. 1973. On the diurnal vertical migration of hydromedusae off Santos, Brazil. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 20: 537-566.
- MOREIRA, G.S. 1975. Sobre duas Leptomedusae do litoral do estado de São Paulo. *Ciênc. Cult., S. Paulo* 27(5): 556-558.
- MOREIRA, G.S., LEITE L.R. & NIPPER, M.G. 1978. Notes on *Dipurena reesi* Vannucci 1956 (Hydrozoa, Corynidae) with a description of an unusual method of asexual reproduction. *Bolm Fisiol. Anim., Univ. S. Paulo* 2: 159-164.
- MOREIRA, G.S., NIPPER, M.G. & LEITE, L.R. 1979. On *Stylactis hooperi* Sigerfoos, 1899 (Hydrozoa, Hydractiniidae, a new addition to the fauna of southern Brazil. *Proc. Internat. Symp. Mar. Biogeogr. Evolut. Southern Hemisph. New Zealand* 2: 679-689.
- MOREIRA, G. S. & YAMASHITA, C. 1972. *Aglauroopsis kawari* (Limnomedusae: Olindiasidae), a new species from the South Atlantic. *Mar. Biol.* 14(3): 271-274.
- MÜLLER, F. 1859a. Polypen und Quallen von Santa Catharina. Die Formwandlungen der *Liriope catharinensis* n.sp. *Archiv für Naturgeschichte* 1: 310-321. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 93-100.
- MÜLLER, F. 1859b. Zwei neue Quallen von Santa Catharina. *Tamoya haplonema* und *quadrumana*. *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle* 5: 1-12. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 85-92.
- MÜLLER, F. 1861a. Polypen und Quallen von Santa Catharina. *Olindias sambaquiensis* n.sp. *Archiv für Naturgeschichte* 1: 312-319. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 132-136.
- MÜLLER, F. 1861b. *Cunina Köllikeri* n.sp. Beitrag zur Naturgeschichte der Aeginiden. *Archiv für Naturgeschichte* 1: 42-52. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 116-122.
- MÜLLER, F. 1865. Über die Randbläschen der Hydroidquallen. *Arch. mikr. Anat.* 1: 143-147.
- MÜLLER, F. 1883. *Drymonema* an der Küste von Brasilien. *Zool. Anz.* 6: 220-222. In Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben. Erster Band: Gesammelte Schriften soweit sie bereits früher in Druck erschienen sind (A Möller ed., 1915) Jena, vol. 1, p. 999-1000.
- NAVAS-PEREIRA, D. 1980. Hydromedusae of the Bay of Sepetiba (Rio de Janeiro, Brazil). *Revta. bras. Biol.* 40(4):817-824.

- NAVAS-PEREIRA, D. 1981. Distribuição das hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) na região da plataforma continental do Rio Grande do Sul. In Seminários de Biologia Marinha, São Paulo. Academia Brasileira de Ciências. p. 221-276
- NAVAS-PEREIRA, D. 1984a. New record of budding in *Zanclea costata* (Anthomedusae, Zancleidae) Dusenien 14(3): 89-93.
- NAVAS-PEREIRA, D. 1984b. On the morphological variability of *Phialucium carolinae* (Mayer, 1900) (Leptomedusae, Phialuciidae). Dusenien 14(2): 51-53.
- NIELSEN, C. 2001. Animal Evolution: interrelationships of the living phyla. Oxford University Press, Oxford.
- NUTTING, C.C. 1904. American hydroids. Part I. The Sertulariidae. Spec. Bull. U.S. natn. Mus. 4: 1-325.
- PAGÈS, F. & GILI, J.-M. 1992. Siphonophores (Cnidaria, Hydrozoa) of the Benguela Current (southeastern Atlantic). Sci. Mar. 56(Supl. 1): 65-112.
- PAGÈS, F., GILI, J.-M. & BOUILLON, J. 1992. Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa) of the Benguela Current (southeastern Atlantic). Sci. Mar. 56(Supl. 1): 1-64.
- PALACIO, F.J. 1982. Revisión zoogeográfica marina del sur del Brasil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 31(1): 69-92.
- PIRES, D.O., CASTRO, C.B., MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. 1992. Cnidários bentônicos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. Bolm Mus. nac. Rio de Janeiro, Zool. 354: 1- 21.
- PUGH, P.R. 1999. Siphonophorae. In South Atlantic Zooplankton (D. Boltovskoy, ed.). Backhuys Publishers, Leiden, Vol. 1, p. 467-511.
- PURCELL, J.E., GRAHAM, W.M. & DUMONT, H.J. (eds) 2001. Jellyfish blooms: ecological and societal importance. Hydrobiologia 451(Dev. Hydrob. 155): 1-333.
- RAMÍREZ, F.C. & ZAMPONI, M.O. 1981. Hydromedusae. In Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino (D. Boltovskoy, ed). INIDEP, Mar del Plata, p 443-469.
- RITCHIE, J. 1909. Supplementary report on the hydroids of the Scottish National Antarctic Expedition. Trans. R. Soc. Edinb. 47: 65-101.
- SCHUCHERT, P. 1998. How many hydrozoan species are there ? Zool. Verh. 323: 209-219.
- SILVEIRA, F.L. & CORNELIUS, P.F.S. 2000. Novas observações sobre medusas (Cnidaria, Scyphozoa, Rhizostomeae) no nordeste e sul do Brasil. Acta Biol. Leopold. 22(1): 9-18.
- SILVEIRA, F.L. & MIGOTTO, A.E. 1984. *Serehyba sanctisebastiani* n.gen., n.sp. (Hydrozoa, Tubulariidae), symbiont of a gorgonian octocoral from the southeast coast of Brazil. Bijdr. Dierk. 54(2):231-242
- SILVEIRA, F.L. & MIGOTTO, A.E. 1991. The variation of *Halocordyle disticha* (Cnidaria, Athecata) from the Brazilian coast: an environmental indicator species? Hydrobiologia 216/217: 437-442.
- SILVEIRA, F.L. & MIGOTTO, A.E. 1992. Rediscovery of *Corymorpha januarii* Steenstrup, 1854 (Hydrozoa, Corymorphidae) on the southeastern and southern coasts of Brazil. Steenstrupia 18(4): 81-89.
- SILVEIRA, F.L., MIGOTTO, A.E. & VIEITAS, C.F. 1988. *Staurocladia* Hartlaub, 1917 (Hydrozoa, Anthomedusae, Eleutheriidae) do infralitoral de Itaipava, ES, ocorrência nova. In Resumos do XV Congresso Brasileiro de Zoologia. SBZ, Curitiba, p 22.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1996. *Stephanoscyphistoma corniformis* (Komai, 1936) (Cnidaria, Scyphozoa, Coronatae) from the north coast of São Paulo, Brazil; redescription and the first record in the western South Atlantic. Semina 17(2):137-145.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1997. *Nausithoe aurea* n. sp. (Scyphozoa, Coronatae, Nausithoidae), a species with two pathways of reproduction after strobilation: sexual and asexual. Contr. Zool. 66(40):235-246.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1998a. Asexual reproduction in *Linuche unguiculata* (Swartz, 1788) (Scyphozoa: Coronatae) by planuloid formation through strobilation and segmentation. Proc. biol. Soc. Wash. 111(4):781-794.
- SILVEIRA, F.L. & MORANDINI, A.C. 1998b. New observations on dormancy mechanisms in *Linuche unguiculata* (Swartz, 1788) (Scyphozoa: Coronatae). Bol. Mus. Nac., N.S., Zool. 393:1-7.
- TRONOLONE, V.B. 2001. Hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) do canal de São Sebastião, SP. MSc Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TRONOLONE, V.B., MORANDINI, A.C. & MIGOTTO, A.E. 2002. On the occurrence of scyphozoan ephyrae (Cnidaria, Scyphozoa, Semaestomeae and Rhizostomeae) in the southeastern Brazilian coast. Biota Neotropica 2(2)
- UNEP 1991. Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II Workshop on Jellyfish in the Mediterranean Sea. MAP Tech. Rep. Series 47: 1-320.
- VANNUCCI-MENDES, M. 1946. Hydrozoa Thecaphora do Brasil. Arq. Zool. Estado São Paulo 4: 535-538.
- VANNUCCI-MENDES, M. 1948. On *Vallentinia gabriellae*, n. sp. (Limnomedusae). Bolm Fac. Filos. Ciênc. Univ. S Paulo, Zool. 13: 73-91.
- VANNUCCI, M. 1949. Hydrozoa do Brasil. Bolm Fac. Filos. Ciênc. Univ. S Paulo 99(14): 219-266.

- VANNUCCI, M. 1950. Resultados científicos do Cruzeiro do “Baependi” e do “Vega” a Ilha da Trindade. Hydrozoa. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 1(1): 81-96.
- VANNUCCI, M. 1951a. Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Paulista de Oceanografia. I. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 2(1): 67-98.
- VANNUCCI, M. 1951b. Distribuição dos Hydrozoa até agora conhecidos nas costas do Brasil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 2(1): 105-124.
- VANNUCCI, M. 1954. Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Oceanográfico. II. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 5(1-2): 95-149.
- VANNUCCI, M. 1956. Biological notes and description of a new species of *Dipurena* (Hydrozoa, Corynidae). Proc. Zool. Soc. Lond. 127:479-487.
- VANNUCCI, M. 1957a. On Brazilian hydromedusae and their distribution in relation to different water masses. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 8(1-2): 23-109.
- VANNUCCI, M. 1957b. Distribuição de Scyphozoa nas costas do Brasil. An. acad. bras. Ciênc. 29(4): 593-598.
- VANNUCCI, M. 1960. On the young stage of *Eucheilota duodecimalis* (Leptomedusae). An. acad. bras. Ciênc. 32(3/4): 395-397.
- VANNUCCI, M. 1963. On the ecology of Brazilian Medusae at 25o lat. S. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 13(1):143-184.
- VANNUCCI, M. & MOREIRA, G.S. 1966. New species and new record of Anthomedusae from southern Brazil. Bolm. Inst. oceanogr., S Paulo 15: 85-90.
- VANNUCCI, M. & REES, W.J. 1961. A revision of the genus *Bougainvillia* (Anthomedusae). Bolm Inst. oceanogr., S Paulo 11(2): 57-100.
- VANNUCCI, M. & RIBEIRO, L.C. 1955. O ciclo reprodutivo de *Clytia cylindrica* L. Agass., 1862 (Hydrozoa: Campanulariidae). Dusenía 6(3/4): 69-80.
- VILAÇA, R. 2002. Recifes Biológicos. In Biologia Marinha (R.C. Pereira & A. Soares-Gomes, eds). Interciência, Rio de Janeiro. p. 229-248.

Title: Synopsis of knowledge on Cnidaria Medusozoa from Brazil

Authors: Antonio C. Marques, André C. Morandini
Alvaro E. Migotto

Biota Neotropica, Vol. 3 (number 2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?inventory+BN01203022003>

Date Received : 07/14/2003
Accepted : 08/26/2003

ISSN 1676-0611

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: a utopia possível ?

Os que gostam de romancear a história do ambientalismo dizem que a formulação do conceito de desenvolvimento sustentado, que aparece pela primeira vez no relatório da [Comissão Brundtland em 1987](#), baseou-se no dito popular africano "*Nós não herdamos a Terra de nossos pais nós a emprestamos de nossos filhos*". Outros postulam que o conceito é uma evolução do termo ecodesenvolvimento, utilizado por Maurice Strong em 1973, na primeira reunião do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), e posteriormente definido por Ignacy Sachs em 1974 no clássico "*Environnement et styles de développement*" (Sachs, 1986).

De qualquer forma, é inegável que, nas últimas três décadas, centenas de especialistas se envolveram na discussão teórica e conceitual do termo, que rapidamente passou de sustentado para sustentável, com a clássica definição dada pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável da ONU - desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (<http://www.un.org/esa/sustdev/>). A expressão ganhou status suficiente para adjetivar a Rio + 10, realizada em Joanesburgo em agosto de 2002, ([Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável](#)), e passou a ser um dos jargões mais utilizados pela mídia.

Nos últimos trinta anos discutiu-se acirradamente a fundamentação teórica do conceito de desenvolvimento sustentável. Em um rápido levantamento nas bases de dados disponíveis "on line" acharemos centenas de documentos, teses e artigos que abordam esta temática. Infelizmente, a evolução conceitual e teórica não foi acompanhada pela prática. As experiências bem sucedidas de utilização sustentável de um recurso natural invariavelmente esbarram na questão da escala.

Pouquíssimas são as experiências documentadas de práticas onde, de fato, o uso sustentável dos recursos naturais gera ou mantém o desenvolvimento econômico, social e/ou cultural de grupos e/ou comunidades que extrapolem umas poucas dezenas de famílias. Exemplos considerados paradigmáticos, como o do ecoturismo na região de Bonito/MS, não resistem a uma avaliação mais criteriosa como mostra o [Ponto de Vista](#) deste número da BIOTA NEOTROPICA.

Contrapondo-se ao inevitável pessimismo resultante destas constatações, a consolidação e o sucesso do Programa BIOTA/FAPESP, teimosamente, insistem em reafirmar diariamente que o esforço coletivo transforma a utopia em realidade. A implantação da Rede Biota de Bioprospecção e Bioensaios/RedeBio (<http://www.redebio.org.br>), é apenas mais uma etapa deste processo de transformação.

A meta da RedeBio é integrar os grupos de pesquisa que atuam nas várias etapas da prospecção de compostos orgânicos de interesse econômico, tendo como premissa que um percentual dos royalties, oriundos da comercialização de produtos resultantes da pesquisa desenvolvida no âmbito da rede, seja obrigatoriamente investido na infraestrutura de conservação in situ do Estado de São Paulo. Com a criação desta rede o Programa BIOTA/FAPESP dá um passo importante, pois, através da bioprospecção, o Programa poderá gerar os recursos e contribuir para a criação dos mecanismos

econômicos necessários para a viabilizar a conservação da biodiversidade. Esta é uma forma indireta de assegurar o uso sustentável deste inestimável patrimônio, mas talvez seja através de formatos inovadores deste tipo que vamos encontrar os mecanismos para transformar a conservação no sustentáculo de um novo modelo econômico. E, novamente, a utopia se transformaria em realidade!

Carlos Alfredo Joly

Corrdenador do Programa Biota/Fapesp

- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD) 1988. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 430 p.
- SACHS, I. 1974. Environnement et styles de développement. Annales 3: 533-570.
- SACHS, I. 1986. Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. São Paulo, Vértice, 280 p

DESCRIPTION OF *SIMULIUM (CHIROSTILBIA) FRIEDLANDERI* PY-DANIEL, 1987 (INSECTA: DIPTERA: SIMULIIDAE) FEMALE.

*Mateus Pepinelli*¹
*Susana Trivinho-Strixino*²
*Neusa Hamada*³

Biota Neotropica v3 (n2) –<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN00203022003>

Date Received 03/27/2003

Revised 05/18/2003

Accepted 07/01/2003

1. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos. FAX: (16) 260-8316.
E-mail: mateuspepi@hotmail.com
2. Departamento de Hidrobiologia, Laboratório de Entomologia Aquática, UFSCar, Caixa Postal 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.
3. Coordenação de Pesquisas em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa Postal 478, 69011-970 Manaus, AM, Brasil.

Abstract

In this paper, the female of *S. friedlanderi*, collected near São Carlos, State of São Paulo, Brazil, is described and additional information on the male and immature stages are provided.

Key words: *Simulium friedlanderi*, Simuliidae, female description.

Resumo

Neste artigo é feita a descrição da fêmea de *Simulium friedlanderi*, coletada no Córrego da Lagoa, em São Carlos, no Estado de São Paulo, Brasil, e são fornecidas informações adicionais sobre os machos, os imaturos e do criadouro da espécie.

Palavras-chave: Simuliidae, *Simulium friedlanderi*, descrição da fêmea.

Introduction

The family Simuliidae (Diptera: Nematocera) has 31 genera, 53 subgenera and 1787 species in the world. Until the present, 4 species of *Lutzsimulium* d'Andretta & d'Andretta, 1947 genus and 83 of *Simulium* Latreille, 1802 have been reported from Brazil (Crosskey & Howard 1997; Crosskey 2002).

The Neotropical subgenus *Chirostilbia* was divided by Coscarón (1987) in two species-groups: *pertinax* and *subpallidum*. The *pertinax* group is composed of 10 species and the *subpallidum* group of three (Crosskey & Howard 1997). *Simulium friedlanderi* Py-Daniel, 1987, belongs to the *pertinax* group, together with *S. distinctum* Lutz, 1910, *S. empascae*, Py-Daniel & Moreira, 1988, *S. laneportoi*, Vargas, 1941, *S. obesum*, Vulcano, 1959, *S. pertinax*, Kollar, 1832, and *S. riograndense*, Py-Daniel, Souza & Caldas, 1988; *S. serranus*, Coscarón, 1981; *S. spinibranchium*, Lutz, 1910 and *S. strignotum* (Enderlein 1934). According to Coscarón (op. cit.), species in the *pertinax* species-group are black, females have tarsal claws with basal tooth and the gonostylus of males does not have a longitudinal ridge on the latero-superior region.

S. friedlanderi is known only from its original description, which was based on the larval and pupal stages and on an male adults extracted from its pupal involucre. The present study provides the description of the female and morphological additional characteristics of the male.

Material and Methods

The larvae and pupae (Fig. 17) of *S. friedlanderi* were collected in a small stream (Lagoa stream) located in the experimental farm of CPPSE - EMBRAPA (São Carlos County, São Paulo, Brazil - 21°56'12" S and 47° 54'15" W), during the dry season of 2002 and preserved in 70% ethanol. Pupae containing pharate adults were reared in plastic vials containing wet filter paper to obtain the adults that were stored in 70% ethanol, with the pupal exuviae. The adults were dehydrated in ethyl glycol (Cellosolve) and xylol (Sabrosky 1966) and then pinned; head and genitalia were clarified in 10 % KOH and mounted between slide and coverslip, using Euparal®.

Simulium friedlanderi Py-Daniel

(Fig. 1-18)

Simulium friedlanderi Py-Daniel, 1987: 331, Figs 1-31.

Male (complementary information) (n = 1): general body color black, body length: 2.94 mm; thorax general color dark brown, lateral thorax length: 1.07 mm. Wing length: 2.52 mm, width: 1.26 mm. Scutum black with golden reddish

hairs (Fig. 18b). Leg color pattern as the female.

Female (n = 1): general body color black; body length: 3.0 mm; thorax general color dark brown; lateral thorax length: 1.23 mm. Wing length: 2.85 mm, width: 1.36 mm. Frons and occiput dark brown with silver pruinosity; clypeus grayish with silver pruinosity; frons as large as wide; fronto-ocular triangle well developed (Fig. 1). Antenna length: 0.5 mm; pedicel, scape and all flagellomeres pale yellowish brown (Fig. 2). Maxillary palpus dark brown; sensory vesicle occupying ¼ of palpomere III (Fig. 3), palpomere V 2.9 times as long as palpomere IV and 2.6 times as long as palpomere III. Mandibles with 11-12 external serrations. Lacinia with 27 retrorse teeth. Cibarium without teeth (Fig. 4). Scutum black with golden reddish hairs, unevenly distributed; these golden reddish hairs form a U letter pattern when observed with frontal light (Figs 5, 6, 18a). Katepisternum dark brown. Scutellum pale yellow, with brown hairs; postnotum black with silver pruinosity. Wing veins yellowish brown; setae and spines brown; Sc and R bare (Fig. 7). Halter with basal region brown; terminal whitish. Fore leg with coxa, trochanter and femur pale yellowish brown, tibia pale yellowish brown with distal apex dark brown; all tarsal segments dark brown (Fig. 8). Middle leg with coxa, trochanter, femur, tibia and proximal half of basitarsus pale yellowish brown, distal half of basitarsus and other tarsal segments dark brown (Fig. 9). Hind leg with coxa and femur pale yellowish brown, tibia and 2/3 proximal basitarsus yellowish brown and 1/3 distal dark brown; other tarsal segments dark brown (Fig. 10). Tarsal claws with one basal tooth (Fig. 11). Calcipala and pedisulcus well developed (Fig. 12). Femur and tibia with scale-like setae distributed among the filiform setae (Fig. 13). Abdominal sclerites brown with silver pruinosity, except tergite II that is yellowish brown. Abdominal segments ventrally whitish. Cercus semicircular; paraproct 2.3 times longer than width at its base (Fig. 14); hipogynial lobes subtriangular, without microtrichia, with internal marginal area sclerotized (Fig. 15). Genital fork (Fig. 16) with stem long and slender. Spermatheca subspherical and bare; spermathecal duct and area of attachment unpigmented.

Larva (n=13): body length: 6.44 – 7.63 mm; cephalic capsule width: 0.63 – 0.68 mm; pos-gena length: 0.48 – 0.50 mm.

Pupa (n=17): dorsal length: 5.5 – 6.04 mm; ventral length – base: 3.34 – 4.16 mm. Ventral length - anterior segment: 1.46 – 1.67 mm; gills length maximum: 1.15 mm.

Material examined: BRAZIL, SP, São Carlos, Córrego da Lagoa, CPPSE- EMBRAPA: 1 pinned female with pupal exuvia and cocoon; head and genitalia on permanent slide mount, 30 Aug. 2002, Pepinelli, M.; 1 pinned male with pupal exuviae and cocoon; head and genitalia on permanent slide mount, 18 Sept. 2002, Pepinelli, M.; 9 pupae and 5 last-instar larvae stored in 70% ethanol, 10 Aug. 2002, Pepinelli, M.; 8

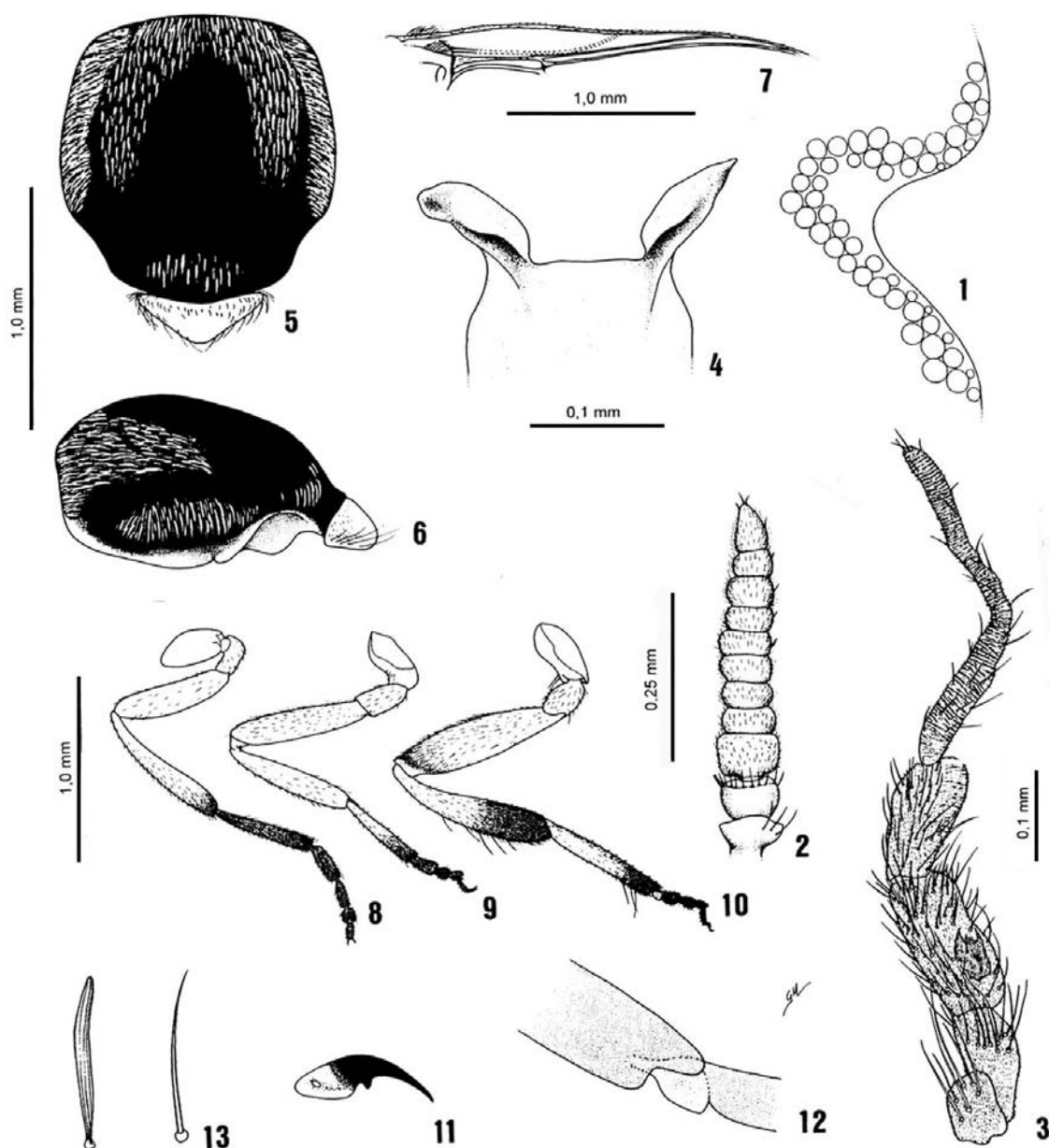


Fig.1-13. *Simulium friedlanderi* female. 1. Fronto-ocular triangle. 2. Antenna. 3. Maxillary palpus. 4. Cibarium. 5. Scutum, dorsal view. 6. Scutum, lateral view. 7. Wing. 8. Fore leg. 9. Middle leg. 10. Hind leg. 11. Tarsal claw. 12. Calcipala. 13. Filiform and scale-like setae from legs.

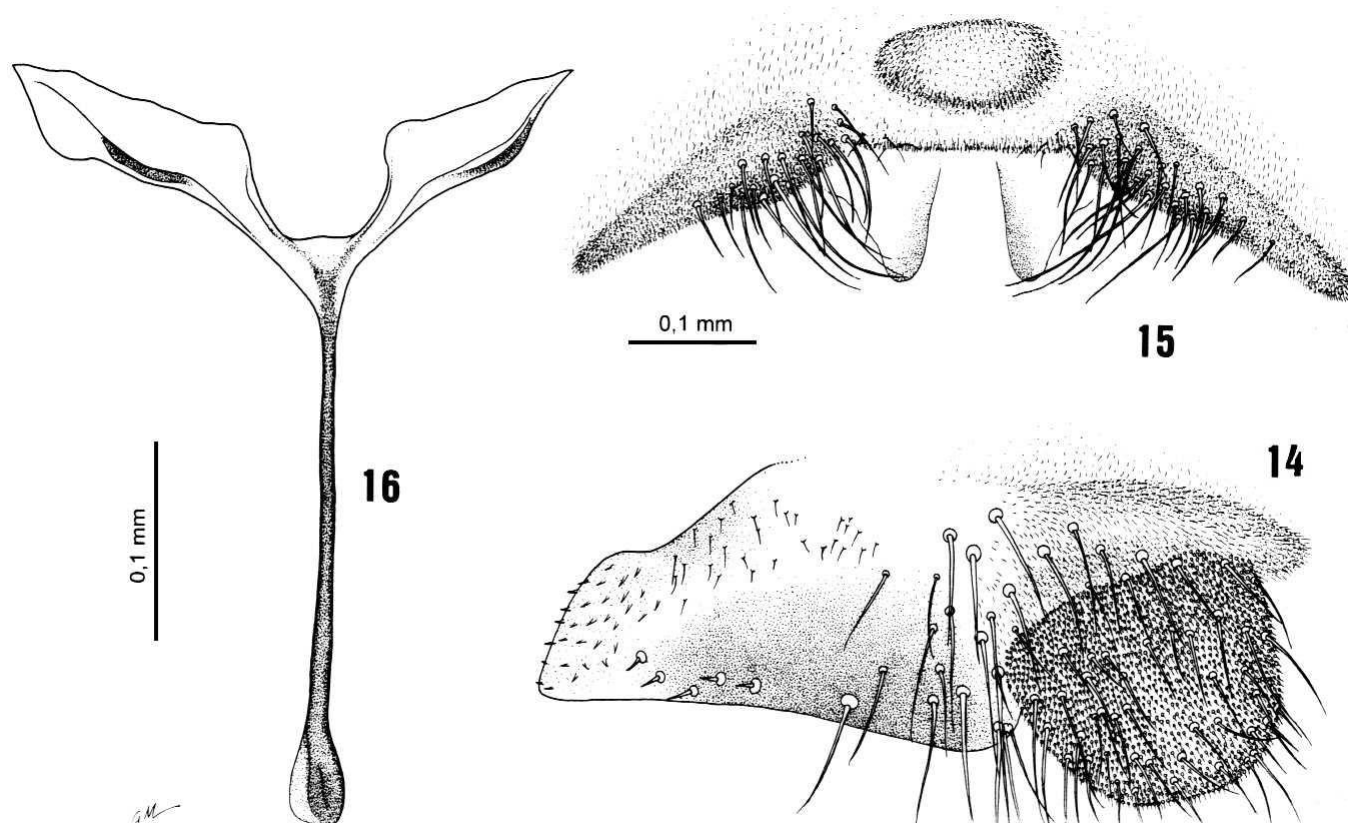


Fig. 14 - 16. *Simulium friedlanderi* female. 14. Cercus and paraproct, lateral view. Fig. 15. Hypogynal lobes, lateral view. Fig. 16. Genital fork.



Fig. 17. *Simulium friedlanderi*. a. Larva. b. Pupa and cocoon.

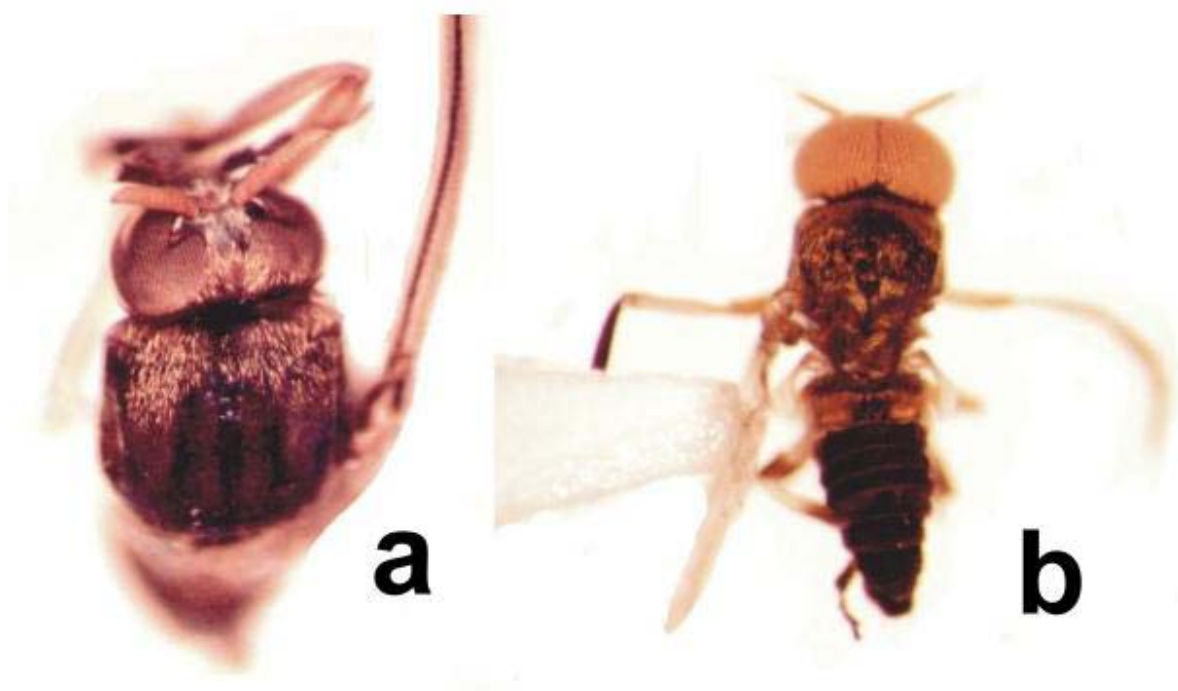


Fig. 18. *Simulium friedlanderi*. a. Female. b. Male.

pupae and 8 last-instar larvae stored in 70% ethanol, 18 Sept. 2002, Pepinelli, M.

Ecological notes

The larvae and pupae of *S. friedlanderi* were collected in Lagoa stream near the city of São Carlos, located in area with semideciduous forest in an enclave of Cerrado in the central region of São Paulo State. The immature stages of this species live attached to rocks in areas of the stream with faster water and with complete canopy cover. Of the total of 48 pupae collected and reared only 2 adults were obtained. This small number of adults obtained is explained by the difficulty to collect the pupae from natural substrate without damaging them. The Lagoa stream is a first order stream with large pebble and coarse sand bed and bolder substrate in the small waterfall areas. Stream water had pH = 7.06; electrical conductivity = 2.0 μ S/s and temperature = 18.3 °C. During the fieldwork, no females were collected biting humans, suggesting that *S. friedlanderi* is not anthropophilic.

Acknowledgements

We thank all the people who collaborated with this study.

References

- COSCARÓN S 1987. El género *Simulium* Latreille en la región Neotropical: Análisis de los grupos supraespecíficos, especies que los integran y distribución geográfica (Simuliidae, Diptera). Museu Paraense Emílio Goeldii, Coleção Emilie Snethlage, MCT, CNPq, 111 pp.
- CROSSKEY, R.W. & HOWARD, T. 1997. A new taxonomic and geographical inventory of blackflies (Diptera: Simuliidae). The Natural History Museum, London. 144p.
- CROSSKEY, R.W. 2002. Second Update to the Taxonomic and Geographical Inventory of World Blackflies (Diptera: Simuliidae). The Natural History Museum, London. 14p.
- PY-DANIEL, V. 1987. Simuliidae (Diptera: Culicomorpha) no Brasil. V. - Sobre o *Simulium* (*Chirostilbia*) *friedlanderi* sp. n. e revisão do *Simulium* (C.). *laneportoi* Vargas, 1941. Rev. Saúde Públ., S. Paulo, 21(4): 331-341.
- SABROSKI, C.W. 1966. Mounting insects from alcohol. Bull. Am. Entomol. Soc. 12:349.

Title: Description of *Simulium* (*Chirostilbia*) *friedlanderi* Py-Daniel, 1987 (Insecta: Diptera: Simuliidae) female.

Authors: Mateus Pepinelli - Susana Trivinho - Strixino Neusa Hamada

Biota Neotropica, Vol. 3 (number2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN00203022003>

Date Received: 03/27/2003 - Revised: 05/18/2003
Accepted: 07/01/2003

ISSN 1676-0611

NINFAS DE *THRAULODES* ULMER, 1920 (INSECTA: EPHEMEROPTERA: LEPTOPHLEBIIDAE) OCORRENTES NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL.

Elidiomar Ribeiro Da-Silva

Biota Neotropica v3 (n2) –<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN01803022003>

Recebido em: 11/09/2003

Revisado em: 19/10/2003

Publicado em: 30/11/2003

Departamento de Ciências Naturais, Escola de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (<http://www.unirio.br>). Av. Pasteur, 458 – 4º andar, Urca, CEP 22290-240, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: labiaqua@unirio.br. Bolsista de Pesquisa do CNPq (<http://www.cnpq.br>).

Abstract

Nymphs of *Thraulodes* Ulmer, 1920 (Insecta: Ephemeroptera: Leptophlebiidae) from Rio de Janeiro State, Brazil.

An undescribed nymph of *Thraulodes*, herein called as *Thraulodes* sp., is described and illustrated based on a specimen from Itatiaia, Rio de Janeiro State, Brazil. Also is described and illustrated the nymph of *T. itatiajanus* Traver & Edmunds, 1967. In the nymphal stage both species are diagnosed mainly based on details of the mouthparts, gills, and colour pattern of the abdomen.

Key words: *Atalophlebiinae; mayflies; aquatic insects; taxonomy; Neotropics.*

Resumo

Ninfas de *Thraulodes* Ulmer, 1920 (Insecta: Ephemeroptera: Leptophlebiidae) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Uma ninfa inédita de *Thraulodes*, aqui denominada *Thraulodes* sp., é descrita e figurada com base em um exemplar procedente de Itatiaia, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Também é descrita e ilustrada a ninfa de *T. itatiajanus* Traver & Edmunds, 1967. No estágio ninfal, ambas as espécies são diagnosticadas principalmente com base em detalhes das peças bucais e das brânquias, além do padrão de coloração do abdome.

Palavras-chave: *Atalophlebiinae; efemerópteros; insetos aquáticos; taxonomia; Região Neotropical.*

1. Introdução

Gênero de distribuição pan-americana, *Thraulodes* Ulmer, 1920 (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) apresenta sua maior diversidade na Região Neotropical (Traver & Edmunds 1967). Com aproximadamente 45 espécies descritas, é um dos mais ricos da família Leptophlebiidae, sendo dos componentes de maior destaque da fauna bentônica sul-americana (Chacón et al. 1999). Das 25 espécies registradas para a América do Sul, sete ocorrem no Brasil (Ferreira & Froehlich 1992, Domínguez et al. 2001), sendo que *T. itatiajanus* Traver & Edmunds, 1967, descrita a partir de adulto coligido no município de Itatiaia, era a única com ocorrência registrada no Estado do Rio de Janeiro (Traver & Edmunds 1967). No presente trabalho são descritas uma ninfa não associada a qualquer espécie conhecida de *Thraulodes*, também procedente de Itatiaia, além da até então desconhecida ninfa de *T. itatiajanus*.

O presente estudo é parte integrante do plano de trabalho “Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) do Estado do Rio de Janeiro” (Edital Universal – CNPq), que por sua vez está inserido no projeto institucional “Estudos taxonômicos e biológicos de insetos da ordem Ephemeroptera de diferentes regiões do Brasil” (UNIRIO).

2. Material e Métodos

As descrições aqui realizadas seguem padrões corriqueiros para Leptophlebiidae neotropicais, especialmente *Thraulodes* (cf. Domínguez 1987, Lopes et al. 2003). Os desenhos foram realizados a lápis, a partir de micrométrica quadriculada acoplada ao microscópio estereoscópico, sendo posteriormente digitalizados e editados em computador. As fotografias foram tomadas a partir de câmera filmadora digital acoplada ao microscópio estereoscópico.

As coordenadas geográficas dos municípios de procedência dos exemplares estudados foram obtidas no sítio <http://www.cide.rj.gov.br>. As coordenadas geográficas do Parque Nacional da Serra dos Órgãos e do Parque Nacional do Itatiaia foram obtidas no sítio <http://www.parquesnacionais.hpg.ig.com.br>. O material estudado encontra-se depositado nas seguintes instituições, ambas vinculadas à Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil: Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia (DZRJ), e Departamento de Entomologia, Museu Nacional (MNRJ).

3. Resultados e Discussão

3.1. *Thraulodes* sp.

3.1.1. Ninfa madura (Figs. 1, 3-25):

Comprimento do corpo 10 mm; filamentos caudais quebrados. Coloração geral castanho-clara, com marcações castanhas e castanho-escuras (Fig. 1). Cabeça com uma faixa

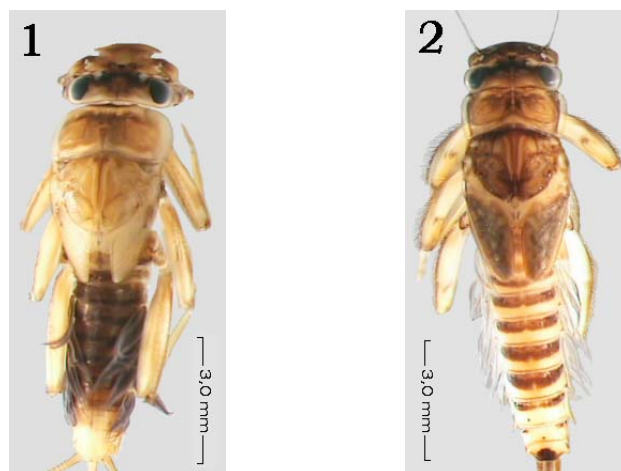
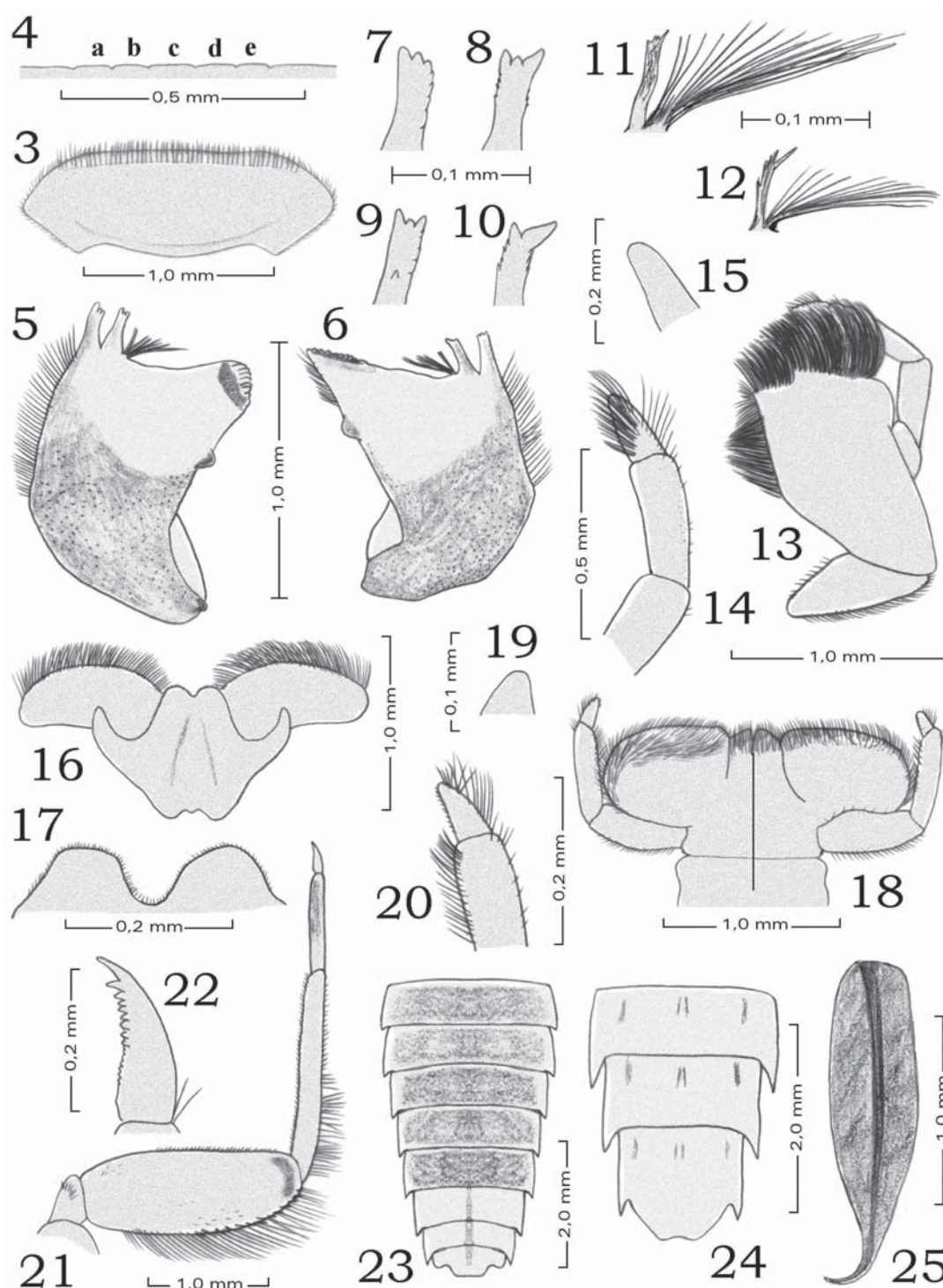


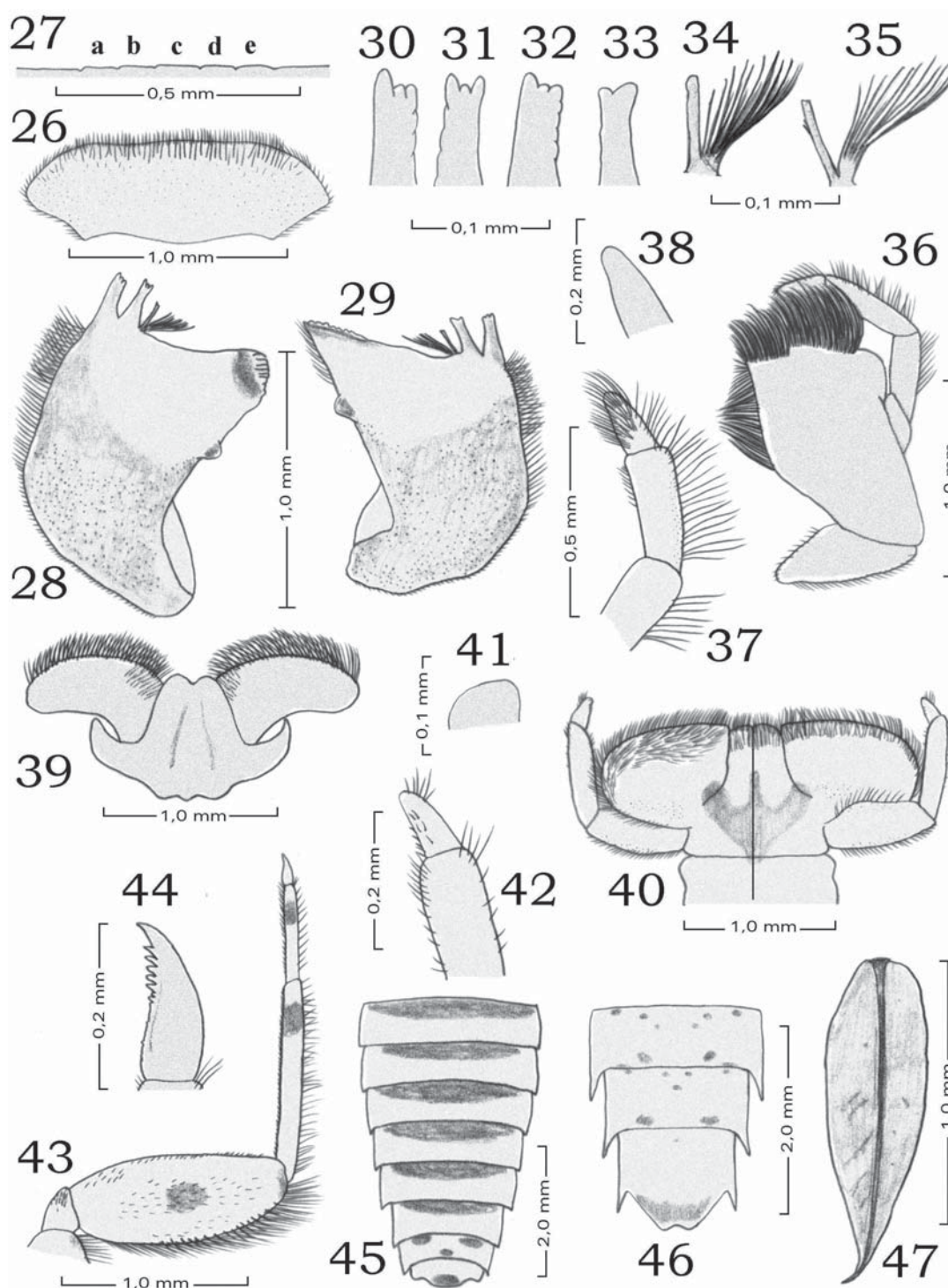
Figura 1. Ninfa madura de *Thraulodes* sp. (foto E.R. Da-Silva).

Figura 2. Ninfa madura de *Thraulodes itatiajanus* Traver & Edmunds, 1967 (foto: E.R. Da-Silva)..

irregular castanho-escuro entre os olhos e ocelos; área anterior ao ocelo mediano castanho-amarelada. Antenas quebradas no flagelo. Olho negro, porção turbinada (no caso do macho) castanho-escuro. Ocelo lateral cinza, ocelo mediano esbranquiçado, parcialmente circundados por uma faixa negra na margem interna. Labro (Figs. 3-4) com uma fileira apical e outra subapical de cerdas curtas; margem anterior reta, com cinco discretas crênulas medianas bastante achatadas; margem lateral angulosa. Mandíbulas (Figs. 5-12) com tufo de cerdas longas na face dorsal; margem externa com cerdas restritas à metade superior; pequena projeção mediana na margem externa; incisivos mandibulares com pequenos espinhos marginais. Mandíbula direita com três dentículos apicais no incisivo externo e dois no interno; prosteca formada por uma haste basal mais delgada, de onde partem cerdas. Mandíbula esquerda com três dentículos apicais nos incisivos externo e interno; prosteca formada por uma haste basal mais robusta, de onde partem as cerdas. Maxila (Figs. 13-15) com duas fileiras diferenciadas de cerdas apicais, a primeira formada por cerdas longas, em “escova”, e a outra formada por cerdas pectinadas, próxima à margem interna, medindo cerca de 1/3 do comprimento da anterior; artigo mediano do palpo maxilar medindo cerca de 3/2 do comprimento do basal, artigo apical medindo cerca de 1/3 do comprimento do mediano; artigos basal e mediano com cerdas marginais diminutas e esparsas; artigo apical de ápice cônico-arredondado, cerdas longas na metade basal da margem externa e tufo de cerdas direcionadas apicalmente, cobrindo a metade interna. Hipofaringe (Figs. 16-17) com língua de ápice pronunciadamente bifurcado, em forma de “U”. Lábio (Figs. 18-20) com glossa de ápice algo acuminado; metade apical da paraglossa com cerdas dorsais direcionadas internamente, margem inferior sem cerdas; artigos basal e mediano aproximadamente de mesmo tamanho, artigo apical diminuto; artigo basal com cerdas



Figuras 3-25. Nífa madura de *Thraulodes* sp. 3, labro (dorsal); 4, crênulas anteromedianas do labro (a-e); 5, mandíbula esquerda (dorsal); 6, mandíbula direita (dorsal); 7, ápice do incisivo externo da mandíbula esquerda (dorsal); 8, ápice do incisivo interno da mandíbula esquerda (dorsal); 9, ápice do incisivo externo da mandíbula direita (ventral); 10, ápice do incisivo interno da mandíbula direita (ventral); 11, prosteca da mandíbula esquerda (dorsal); 12, prosteca da mandíbula direita (ventral); 13, maxila esquerda (ventral); 14, artículos basal (parte), mediano e apical do palpo maxilar (ventral); 15, contorno do artículo apical do palpo maxilar (ventral); 16, hipofaringe (ventral); 17, ápice da língua da hipofaringe (ventral); 18, lábio (dorsal à esquerda, ventral à direita); 19, ápice da glossa esquerda (dorsal); 20, artículos mediano (parte) e apical do palpo labial (ventral); 21, perna anterior direita (dorsal); 22, garra tarsal da perna anterior direita; 23, tergitos abdominais (3ª a 10ª); 24, esternitos abdominais (7ª a 9ª); 25, lamela dorsal da brânquia direita do 3º segmento abdominal.



Figuras 26-47. Nífa madura de *Thraulodes itatiajanus* Traver & Edmunds, 1967. 26, labro (dorsal); 27, crênulas anteromedianas do labro (a-e); 28, mandíbula esquerda (dorsal); 29, mandíbula direita (dorsal); 30, ápice do incisivo externo da mandíbula esquerda (dorsal); 31, ápice do incisivo interno da mandíbula esquerda (dorsal); 32, ápice do incisivo externo da mandíbula direita (ventral); 33, ápice do incisivo interno da mandíbula direita (ventral); 34, prosteca da mandíbula esquerda (dorsal); 35, prosteca da mandíbula direita (ventral); 36, maxila esquerda (ventral); 37, artículos basal (parte), mediano e apical do palpo maxilar (ventral); 38, contorno do artículo apical do palpo maxilar (ventral); 39, hipofaringe (ventral); 40, lábio (dorsal à esquerda, ventral à direita); 41, ápice da glossa esquerda (dorsal); 42, artículos mediano (parte) e apical do palpo labial (ventral); 43, perna anterior direita (dorsal); 44, garra tarsal da perna anterior direita; 45, tergitos abdominais (3ª a 10ª); 46, esternitos abdominais (7ª a 9ª); 47, lamela dorsal da brânquia direita do 3º segmento abdominal.

nas margens interna e externa; artículo mediano com cerdas bem desenvolvidas na margem interna, mais concentradas junto ao ápice; artículo apical com cerdas mais longas na margem externa e mais curtas na interna. Tórax dorsalmente salpicado de pequenas manchas mais claras, pouco visíveis. Pronoto com uma faixa transversal irregular castanho-escura, próxima à margem anterior. Mesonoto com ângulos anterolaterais castanho-escuros. Fêmures com ápice escurecido, face dorsal com escassos espinhos curtos, margem interna preenchida por espinhos curtos, margem externa com espinhos e cerdas mais longos; tíbias com metade basal da margem externa portando cerdas longas; tarsos escurecidos apicalmente (Fig. 21); garras (Fig. 22) com denticulos progressivamente maiores em direção ao ápice, culminando em um subapical distintamente maior. Abdome com 1^a a 7^a tergitos castanho-escuros, com margens mais claras; 8^a a 10^a tergitos castanho-claros, com uma faixa longitudinal castanha à altura da linha mediana (Fig. 23). Esternitos (Fig. 24) castanho-claros, com duas curtas faixas longitudinais castanhas a cada lado da linha mediana. Brânquias (Fig. 25) com largura máxima medindo cerca de 2/9 a 1/5 do comprimento, cinza-escuras, com tronco traqueal principal escurecido e demais traquéias pouco visíveis.

3.1.2. Material estudado.

Brasil, Estado do Rio de Janeiro, município de Itatiaia, Parque Nacional do Itatiaia, 22°20'S, 44°40'W (em um pequeno riacho), 1 ninfa ♀, 17/x/1997, Equipe do Laboratório de Entomologia/UFRJ col. [DZRJ].

3.1.3. Comentários.

Além do fato de *Thraulodes* sp. não se enquadrar na descrição de qualquer ninfa conhecida do gênero, seu padrão de coloração abdominal não pode ser associado ao de nenhum adulto conhecido de *Thraulodes*, o que indica que tal espécie possa ser ainda inédita. Não obstante, preferiu-se aqui não nomeá-la até que adultos venham a ser a ela associados. *Thraulodes* sp. é, aparentemente, bastante semelhante a uma espécie ilustrada e resumidamente descrita (não foi fornecida qualquer informação acerca de coloração, por exemplo) por Demoulin (1955), como "*Thraulodes* sp.", também procedente de Itatiaia, principalmente quanto ao formato da glossa e ao padrão de organização das cerdas nas mandíbulas, na hipofaringe e no palpo labial, além da distribuição geográfica. A espécie ilustrada por Demoulin (1955) difere apenas da descrita presentemente por não apresentar crênulas na margem anterior do labro. *Thraulodes* sp. aqui descrita pode ser diferenciada das demais ninfas do gênero pela seguinte combinação de características: (1) margem anterior do labro reta, com cinco discretas crênulas medianas bastante achatadas (Figs. 3-4); (2) margem lateral do labro angulada (Fig. 3); (3) margem externa das mandíbulas

com uma pequena projeção mediana (Figs. 5-6); (4) incisivos mandibulares com pequenos espinhos marginais (Figs. 7-10); (5) ápice da língua pronunciadamente bifurcado, em forma de "U" (Figs. 16-17); (6) glossa de ápice algo acuminado (Fig. 19); (7) brânquias cinza-escuras, largura máxima medindo cerca de 2/9 a 1/5 do comprimento (Fig. 25); (8) padrão de coloração dos tergitos e esternitos (Figs. 23-24). O padrão morfológico de *Thraulodes* sp. é aparentemente próximo ao descrito para *T. traversae* Thew, 1960, espécie que ocorre em Santa Catarina (Brasil) e, possivelmente, no Uruguai (Traver & Edmunds 1967). Tal suposta semelhança tem sua confirmação dificultada pelo fato da descrição das ninfas dessa última espécie (Traver & Edmunds 1967: 380-381) não incluir ilustrações. De qualquer forma, *T. traversae* apresenta brânquias e garras tarsais compatíveis aos aqui descritos para *Thraulodes* sp., além de também ter cinco crênulas achatadas na margem anterior do labro. Contudo, diferentemente dessa, *T. traversae* apresenta o labro com um ligeiro recorte mediano e as mandíbulas sem qualquer projeção mediana na margem externa. Com base no formato das brânquias, *Thraulodes* sp. seria enquadrada no grupo "*brunneus*", proposto por Allen & Brusca (1978) na revisão das ninfas de *Thraulodes* das Américas Central e do Norte, por apresentar lamelas branquiais largas, afilando-se abruptamente em direção ao ápice. Como as demais ninfas conhecidas de *Thraulodes* (cf. Traver 1944, Edmunds et al. 1976, Domínguez 1987, Ferreira & Froehlich 1992, Callisto & Goulart 2000; Lopes et al. 2003), o exemplar de *Thraulodes* sp. foi registrado em um habitat ritral de tamanho moderado e forte correnteza, onde se abrigava da força da água posicionando-se sob e entre os seixos no leito do rio.

3.2. *Thraulodes itatiajanus* Traver & Edmunds, 1967

3.2.1. Ninfa madura (Figs. 2, 26-47):

Comprimento do corpo 11 mm; cerco 13-15 mm; filamento mediano 15-16 mm. Coloração geral castanha, com marcações castanho-claras e castanho-escuras (Fig. 2). Cabeça com uma pequena mancha castanho-clara entre o olho, o ocelo lateral e a base da antena; pequena mancha castanho-clara anterior ao ocelo mediano; área entre os olhos, próxima à margem posterior, com marcações castanhas irregulares; área entre os ocelos castanho-escura. Antena medindo cerca de 2,5 vezes o comprimento da cabeça. Olho negro, porção turbinada (no caso do macho) castanho-escura. Ocelo lateral cinza, ocelo mediano cinza-claro, parcialmente circundados por uma faixa negra na margem interna. Labro (Figs. 26-27) com uma fileira apical e outra subapical, irregular, de cerdas curtas; margem anterior reta, com cinco discretas crênulas medianas bastante achatadas; margem lateral angulosa. Mandíbulas (Figs. 28-35) com tufos de cerdas longas na face dorsal; margem

externa com cerdas longas na metade superior, e curtas na metade inferior; pequena projeção mediana na margem externa; incisivos mandibulares com crênulas na margem interna. Mandíbula direita com três dentículos apicais no incisivo externo e dois no interno; prosteca formada por uma haste basal mais delgada, de onde partem cerdas. Mandíbula esquerda com três dentículos apicais nos incisivos externo e interno; prosteca formada por uma haste basal mais robusta, de onde partem as cerdas. Maxila (Figs. 36-38) com duas fileiras diferenciadas de cerdas apicais, a primeira formada por cerdas longas, em “escova”, e a outra formada por cerdas pectinadas, próxima à margem interna, medindo cerca de 1/3 do comprimento da anterior; artigo mediano do palpo maxilar medindo cerca de 2/3 do comprimento do basal, artigo apical medindo cerca de 1/3 do comprimento do mediano; artigos basal e mediano com cerdas longas na margem externa; artigo mediano com cerdas curtas na metade apical da margem interna; artigo apical de ápice cônico-arredondado, cerdas longas na metade basal da margem externa e tufo de cerdas direcionadas apicalmente, cobrindo a metade interna. Hipofaringe (Fig. 39) com língua de ápice fendido, em forma de “V”; base da superlíngua com cerdas ventrais. Lábio (Figs. 40-42) com glossa de ápice ligeiramente truncado; metade apical da paraglossa com cerdas dorsais direcionadas internamente, cerdas da margem inferior bem desenvolvidas; artigos basal e mediano aproximadamente de mesmo tamanho, artigo apical diminuto; artigo basal com cerdas nas margens interna e externa; artigo mediano portando poucas cerdas marginais, sendo diminutas em toda a sua extensão e maiores junto ao ápice; artigo apical com cerdas concentradas na extremidade apical da margem externa e pequenos espinhos junto à margem interna. Tórax dorsalmente salpicado de pequenas manchas castanho-claras. Pronoto com uma faixa sinuosa castanho-escura, transversal, próxima à margem posterior; margem lateral castanho-clara. Mesonoto com uma faixa longitudinal castanho-clara, a cada lado da linha mediana. Pernas (Fig. 43) castanho-claras; trocanteres com uma mancha castanha apical; fêmures com uma mancha castanha mediana e outra, menor, apical, face dorsal e margem interna com espinhos curtos, margem externa com espinhos e cerdas mais longos; tíbias e tarsos com uma faixa transversal castanha subapical; garras (Fig. 44) com dentículos progressivamente maiores em direção ao ápice, culminando em um subapical distintamente maior. Abdome com tergitos castanho-escuros anteriormente, castanho-claros posteriormente, 9ª e 10ª tergitos com mancha castanho-escura mediana, próxima à margem posterior (Fig. 45). Esternitos (Fig. 46) castanho-claros, 1ª a 8ª esternitos com três pequenas manchas castanho-escuras a cada lado da linha mediana (o par mais posterior pode estar fusionado, originando uma mancha única), sendo que o conjunto aparentemente representa o esboço de uma faixa transversal sinuosa; pequena mancha

castanha a castanho-escura posterior, a cada lado da linha mediana; 9ª esternito com margem posterior castanha. Brânquias (Fig. 47) com largura máxima medindo cerca de 1/4 do comprimento, cinzentas, com tronco traqueal principal escurecido e demais traquéias pouco visíveis.

3.2.2. Material estudado.

Brasil, Estado do Rio de Janeiro - município de Angra dos Reis, 23°00'S, 44°19'W, Bracuí, tributário do Rio Bracuí (1 ninfa ♂, 18/x/2000, A.H. Araújo & J.L. Nessimian col.); município de Itatiaia, 22°29'S, 44°33'W, Fazenda Aleluia, Rio Campo Belo (1 ninfa ♀, 28/ix/1997, F.F. Salles col.; 1 ninfa ♂ e 2 ninfas ♀ ♀, iv/1999, E.R. da Silva col.; 2 ninfas ♂ ♂ e 4 ninfas ♀ ♀, 12/vi/2000, C.N. Francischetti col.); município de Mangaratiba, 22°57'S, 44°02'W, Fazenda Batatal, Rio Santo Antônio (1 ninfa ♀, 24/ii/2001, C.N. Francischetti col.); município de Nova Friburgo, 22°16'S, 42°31'W, Caledônia, Rio Caledônia (perto do Hotel Caledônia Inn) (2 ninfas ♀ ♀, 01/xii/1991, E.R. da Silva & A.M. Sanseverino col.); município de Parati, 23°13'S, 44°42'W, Estrada Parati-Ubatuba, Piscina do Amor (1 ninfa ♀, 01/vi/1985, M.C.C. de Pinna col.) [DZ RJ]; município de Teresópolis, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, 22°28'S, 43°00'W (1 ninfa ♂ e 2 ninfas ♀ ♀, 17/iii/1991, S.M. Pereira col.) [MNRJ].

3.2.3. Comentários.

T. itatiajanus foi descrita com base em uma imago macho procedente do Parque Nacional do Itatiaia (Traver & Edmunds 1967). As ninfas aqui descritas são associadas a essa espécie com base no tamanho corporal, na distribuição geográfica e no padrão de coloração do abdome, especialmente dos esternitos, características compatíveis com a descrição do adulto (cf. Traver & Edmunds 1967). *T. itatiajanus* parece ser coespecífica a uma ninfa resumidamente descrita e ilustrada por Traver & Edmunds (1967) como “*Thraulodes* sp.”, de Águas de Prata, Estado de São Paulo. As poucas ilustrações relativas a essa espécie - labro e mandíbula esquerda (Traver & Edmunds 1967: 395) - ratificam essa possibilidade. *T. itatiajanus* pode ser diferenciada das demais espécies de *Thraulodes* conhecidas no estágio ninfal pela seguinte combinação de características: (1) margem anterior do labro reta, com cinco discretas crênulas medianas bastante achatadas (Figs. 26-27); (2) margem lateral do labro angulosa (Fig. 26); (3) margem externa das mandíbulas com cerdas curtas na metade inferior e uma pequena projeção mediana (Figs. 28-29); (4) incisivos mandibulares com crênulas marginais (Figs. 30-33); (5) artigos basal e mediano do palpo maxilar com cerdas

longas na margem externa, artículo apical com cerdas longas na metade basal da margem externa e tufo de cerdas direcionadas apicalmente, cobrindo a metade interna (Fig. 37); (6) margem inferior da paraglossa com cerdas bem desenvolvidas (Fig. 40); (7) artículo mediano do palpo labial com poucas cerdas marginais, sendo diminutas em toda a sua extensão e maiores junto ao ápice (Fig. 42); (8) artículo apical do palpo labial com cerdas concentradas na extremidade apical da margem externa e pequenos espinhos junto à margem interna (Fig. 42); (9) largura máxima das brânquias medindo cerca de 1/4 do comprimento (Fig. 47); (10) padrão de coloração dos tergitos e esternitos (Figs. 45-46). Levando-se em conta que a grande maioria das ninfas conhecidas de *Thraulodes* não tem as peças bucais detalhadamente descritas, com exceção ocasional do labro e da mandíbula esquerda, torna-se difícil a comparação de *T. itatiajanus* com as demais espécies do gênero. Com base no formato das brânquias, a espécie seria enquadrada no grupo “*brunneus*”, proposto por Allen & Brusca (1978) na revisão das ninfas de *Thraulodes* das Américas Central e do Norte, por apresentar lamelas branquiais largas, afilando-se abruptamente em direção ao ápice. Com relação ao padrão de coloração abdominal, o de *T. itatiajanus* é ligeiramente semelhante ao de *T. salinus* Kilgore & Allen, 1973, do Arizona, Estados Unidos da América (Allen & Brusca 1978), que também apresenta a parte anterior dos tergitos escurecida. Contudo, essa última espécie foi enquadrada por aqueles autores no grupo “*gonzalesi*”, por apresentar brânquias estreitas, afilando-se progressivamente em direção ao ápice (Allen & Brusca 1978: 415). As informações acerca de hábitat e meso-hábitat de ocorrência das ninfas de *T. itatiajanus* são, em geral, as mesmas descritas anteriormente para *Thraulodes* sp. *T. itatiajanus* foi registrada em riachos de tamanho moderado e forte correnteza, onde os exemplares abrigam-se da força da água posicionando-se sob e entre os seixos no leito do rio. As ninfas coligidas no Rio Caledônia foram obtidas trechos com acúmulo de material orgânico alóctone. A ocorrência da espécie nos municípios fluminenses de Angra dos Reis, Mangaratiba, Nova Friburgo, Parati e Teresópolis é pela primeira vez registrada.

4. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento parcial do presente trabalho. Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Nessimian (Universidade Federal do Rio de Janeiro), ao Prof. Dr. Alcimar do Lago Carvalho (Universidade Federal do Rio de Janeiro), ao Dr. Darcílio Fernandes Baptista (Instituto Oswaldo Cruz), ao Prof. Dr. José Roberto Pujol-Luz (Universidade de Brasília) e ao Dr. Carlos Rafael Lugo-Ortiz (San José, Porto Rico), pela leitura crítica do manuscrito. Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Fiuza Ferreira e ao Prof. Dr. Raul Narciso Guedes (Universidade Federal de Viçosa), pela permissão de uso de

equipamento para a realização das fotografias.

5. Referências Bibliográficas

- ALLEN, R.K. & BRUSCA, R.C. 1978. Generic revisions of mayfly nymphs II. *Thraulodes* in North and Central America (Leptophlebiidae). Can.Ent. 110:413-433.
- CALLISTO, M. & GOULART, M.D.C., 2000. Phoretic association between *Nanocladius* (*Plecoptera*: *Leptophlebiidae*) sp. (Chironomidae: Diptera) and *Thraulodes* sp. (Leptophlebiidae: Ephemeroptera). An.Soc.Ent.Bras. 29(3):605-608.
- CHACÓN, M.M.; SEGNINI, S. & DOMÍNGUEZ, E., 1999. Three new species of *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) from Venezuela. Aquat.Insects 21(4):249-257.
- DEMOULIN, G. 1955. Une mission biologique belge au Brésil. Éphéméroptères. Bull.Inst.r.Sci.Nat.Belg. 31(20):1-32.
- DOMÍNGUEZ, E. 1987. El género *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) en la República Argentina. Acta Zool.Lilloana 39:47-65.
- DOMÍNGUEZ, E., HUBBARD, M.D., PESCADOR, M.L. & MOLINERI, C. 2001. Checklist of the Ephemeroptera of South America [edition date 14 October 2001]. URL <http://www.famu.org/mayfly/sacat.html>.
- EDMUNDS, G.F., JENSEN, S.L. & BERNER, L. 1976. The mayflies of North and Central America. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- FERREIRA, M.J.N. & FROELICH, C.G. 1992. Estudo da fauna de Ephemeroptera (Insecta) do Córrego do Pedregulho (Pedregulho, SP, Brasil) com aspectos da biologia de *Thraulodes schlingeri* Traver & Edmunds, 1967. Revta bras.Ent. 36(3):541-548.
- LOPES, M.J.N., FROELICH, C.G. & DOMÍNGUEZ, E. 2003. Description of the larva of *Thraulodes schlingeri* (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). Iheringia, Sér.Zool. 93(2):197-200.
- TRAYER, J.R. 1944. Notes on Brazilian mayflies. Bolm Mus.Nacional, N.S. 22:1-53.
- TRAYER, J.R. & EDMUNDS, G.F. 1967. A revision of the genus *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). Misc.Pub.Ent.Soc.Am. 5:349-404.

Título: Ninfas de *Thraulodes* do Rio de Janeiro.

Autor: Elidiomar Ribeiro Da-Silva

Biota Neotropica, Vol. 3 (number 2): 2003

<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN01803022003>

Recebido em: 11/09/2003 Revisado em: 19/10/2003

Publicado em: 30/11/2003 - ISSN 1676-0603

AVALIAÇÃO DA INTRODUÇÃO DA CRIAÇÃO RACIONAL DE *MELIPONA FASCICULATA* (APIDAE: MELIPONINA), ENTRE OS AGRICULTORES FAMILIARES DE BRAGANÇA - PA, BRASIL

Giorgio Cristino Venturieri¹ - Vanessa de Fátima Oliveira Raiol² - Charles André Barbosa Pereira³

Biota Neotropica v3 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00103022003>

Recebido em: 28/03/2003

Publicado em: 01/08/2003

1 Embrapa Amazônia Oriental, C. Postal 48, Belém-PA, Brasil, CEP: 66.017-970; Pesquisador; giorgio@cpatu.embrapa.br.

2 UFRA, C. Postal 917, Belém-PA, Brasil, CEP: 66.077-550; Acadêmica de Agronomia; vanessaraiol@yahoo.com.br.

3 Associação Comunitária São Sebastião, Cocal do Tauá, CEP: 68.786-000, Sto. Antônio do Tauá-PA, Brasil; Téc Agrícola stotaua@yahoo.com.br.

Abstract

Meliponiculture, the name given to stingless bee keeping, is a practical example of the concepts of diversification of sustainable use in Amazonia. It is an activity that can be integrated into forestry, fruit crop plantation and short cycle cultivar and can contribute through pollination to the increase of the agricultural production and regeneration of natural vegetation. The objective of this work was to evaluate the introduction of management techniques for the bee keeping of the bee known as urucu-cinzenta (*Melipona fasciculata*) among the traditional beekeepers in Bragança, Pará State, Brazil. Using participative methods, from June to December of 2002, 30 families of bee, in rustic bee boxes, were replaced for boxes adapted to improve colony multiplication and increase honey production. Traditional method are described, evaluated and compared with the new method. Results demonstrated the new system to be efficient and economically viable, increasing the amount of honey obtained, facilitating crop yield and producing honey under stricter conditions of hygiene. The blooming period coincides with the dry period, in the area ranging from June to December. The largest honey production occurred, however, between August and November. The most important botanical species in the constitution of the honeys include: cashew (*Anacardium occidentale* - Anacardiaceae), cashew-açu (*A. giganteum* - Anacardiaceae), mangrove-siriuba (*Avicennia nitida* - Avicenniaceae), sapateira (*Miconia minutiflora* - Melastomataceae) and lacre (*Vismia guianensis* - Clusiaceae). The adopted method was well accepted, piquing interest of experienced creators' as well as of the community in general.

Key words: Meliponiculture, Bee, Family agriculture, Sustainable management, Amazon.

Resumo

Meliponicultura, nome dado à criação de abelhas indígenas sem ferrão, se enquadra perfeitamente dentro dos conceitos de diversificação e uso sustentado da terra da Amazônia. É uma atividade que pode ser integrada a plantios florestais, de fruteiras e de culturas de ciclo curto, podendo contribuir, através da polinização, com o aumento da produção agrícola e regeneração da vegetação natural. Este trabalho teve por objetivo avaliar a introdução de técnicas de manejo para a criação racional da espécie urucu-cinzenta (*Melipona fasciculata*) entre os criadores tradicionais de abelhas em Bragança, PA, Brasil. Nos meses de junho a dezembro de 2002, de forma participativa com os criadores, foi realizada a transferência de 30 famílias de abelhas de caixas rústicas para caixas de criação racional. São descritas e avaliadas práticas tradicionais de manejo, comparando-as com as vantagens da adoção do método de criação racional. O sistema demonstrou ser bastante eficiente e economicamente viável, aumentando a quantidade de mel obtida, facilitando a sua colheita e produzindo mel com mais higiene. O período de maior floração coincide com o de menores índices pluviométricos, em que na região vão de junho a dezembro. A maior produção de mel concentra-se, entretanto, de agosto a novembro. As espécies botânicas locais mais importantes na constituição dos méis são: caju (*Anacardium occidentale* - Anacardiaceae), caju-açu (*A. giganteum* - Anacardiaceae), siriuba (*Avicennia nitida* - Avicenniaceae), sapateira (*Miconia minutiflora* - Melastomataceae) e lacre (*Vismia guianensis* - Clusiaceae), entre outras. O método adotado foi bem aceito, despertando o interesse de criadores experientes e da comunidade em geral.

Palavras-chave: Meliponicultura, Abelha, Agricultura Familiar, Manejo sustentado, Amazônia

Introdução

A meliponicultura, nome dado à criação de abelhas da subtribo MELIPONINA (também conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão) (Siveira et al. 2002), se enquadra perfeitamente dentro dos conceitos de diversificação e uso sustentado da terra da Amazônia. Os meliponíneos são abelhas dóceis, de fácil manejo e necessitam de pouco investimento para a sua criação. É uma atividade que pode ser integrada a plantios florestais, de fruteiras e de culturas de ciclo curto, podendo contribuir, através da polinização, com o aumento da produção agrícola e regeneração da vegetação natural.

Apesar da existência de uma vasta literatura sobre diversos aspectos da biologia das abelhas sem ferrão brasileiras (Soares & Jong 1992, Heard 1999), poucas são as publicações que têm por objetivo investigar o potencial econômico dos meliponíneos no Brasil.

Este trabalho teve por objetivo descrever, de forma participativa com agricultores, a atividade de criação tradicional e avaliar a introdução de novas técnicas de manejo para a criação racional da espécie *Melipona fasciculata* Smith 1858, localmente conhecida como uruçucinzenta, entre os criadores de abelhas da Comunidade da Flecheira, Município de Bragança, PA.

Material e Métodos

Nos meses de junho a dezembro de 2002, foi iniciada uma série de transferências de colônias de abelhas de caixas rústicas (caboclas) para caixas de criação racional. Foram selecionados dois criadores com tradição no manejo de abelhas, dispostos a absorver novos ensinamentos e a colaborar, através de pesquisa participativa, com a equipe de pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental.

Para cada criador foram confeccionadas 20 caixas racionais verticais do modelo Portugal-Araújo (1955), com modificações introduzidas por Fernando Oliveira (Oliveira e Kerr 2000) e Giorgio Venturieri (Venturieri 2003) (figuras 2 e 3). As caixas foram confeccionadas por uma marcenaria experiente, em madeira da espécie conhecida como louro-vermelho (*Sextonia rubra* – Lauraceae). Com ajuda dos agricultores, as caixas foram montadas no local com cola e pregos e pintadas externamente com tinta acrílica branca ou verde-clara.

Para essas caixas foram transferidas 15 famílias oriundas de caixas caboclas do meliponário de dois agricultores residentes na Comunidade da Flecheira, Município de Bragança, PA. Cinco caixas foram reservadas para que futuramente fossem realizados desmembramentos destes ninhos transferidos.

O processo de transferência dos ninhos foi realizado

com a participação direta dos agricultores, alguns de seus respectivos familiares e membros da equipe do projeto.

Adotando-se os mesmos cuidados e procedimentos descritos por Nogueira-Neto (1997, p. 164), inicialmente eram transferidos pedaços de invólucro, cera e resina para o fundo da nova caixa, imediatamente a rainha e todos os favos de cria eram também cuidadosamente transferidos. Somente dois a três potes de pólen, totalmente íntegros, eram transferidos para a nova caixa, o restante destes potes era guardado para posterior fornecimento às abelhas, quatro a cinco dias após a transferência. Os potes de mel eram deixados na caixa original, para posterior recolhimento e medição de seu volume. Parte do mel recolhido era colocado em um alimentador interno, confeccionado com copos de plástico descartáveis providos de tampa e furos em sua base, estes furos eram fechados com um tufo de algodão, possibilitando, assim, a alimentação das abelhas.

O mel contido nas caixas caboclas foi colhido, filtrado e medido seu volume para posterior comparação com o método racional. Após a coleta dos dados e de amostras, o restante do mel foi disponibilizado para comercialização pelos agricultores.

O volume médio de mel contido em cada pote foi obtido pela divisão do volume total de mel coletado em uma melgueira, pelo número total de potes contidos na mesma. A contagem dos potes foi auxiliada por fotografias digitais tiradas antes dos potes serem violados para a colheita do mel.

Todo o processo de transferência foi documentado fotograficamente, para posterior análise da evolução das famílias (figuras 1.c, d, e, f, g).

Resultados e Discussão

M. fasciculata ocorre no nordeste da Região Amazônica, nos Estados do Pará e Maranhão. Esta espécie é relativamente rara em áreas de terra firme, mas ainda muito abundante nas regiões de mangue, em que ainda existem bastante árvores com ocas suficientemente grandes para alojar suas famílias. Nos manguezais, a árvore onde normalmente o ninho desta abelha é encontrado chama-se siriúba ou mangue seriva (*Avicennia nitida* - Avicenniaceae).

Produz mel de excelente qualidade e em boa quantidade. Possui hábitos higiênicos (não coletam fezes) e armazenam seus méis em potes constituídos quase que exclusivamente de cera. Em geral, é menos agressiva do que a uruçu-amarela (*M. flavolineata*), outra espécie comum na região, também muito utilizada pelas comunidades locais.

Tanto os agricultores como seus familiares participaram ativamente e com interesse em todo o processo de montagem, pintura e transferência das famílias de abelhas das caixas caboclas para as caixas racionais, demonstrando a facilidade em absorver a prática da meliponicultura.



Figura 1. Transferência para caixa racional. a) montagem das caixas; b) caixas prontas, c) ninho em caixa cabocla; d) favos de cria no ninho; e) sobreninho colocado; f) sobreninho com alimentador, g) nova caixa no local definitivo: observar que nesta fase ainda não são colocadas as melgueiras, h) melgueira totalmente preenchida com potes de mel, i) a meliponicultura é de fácil assimilação pelos agricultores, e j) méis de abelhas indígenas: quando produzido de forma racional e acondicionado corretamente, resulta em um produto de excelente qualidade, alto valor nutricional e econômico. Fotografias de Giorgio Venturieri e Vanessa Raiol.

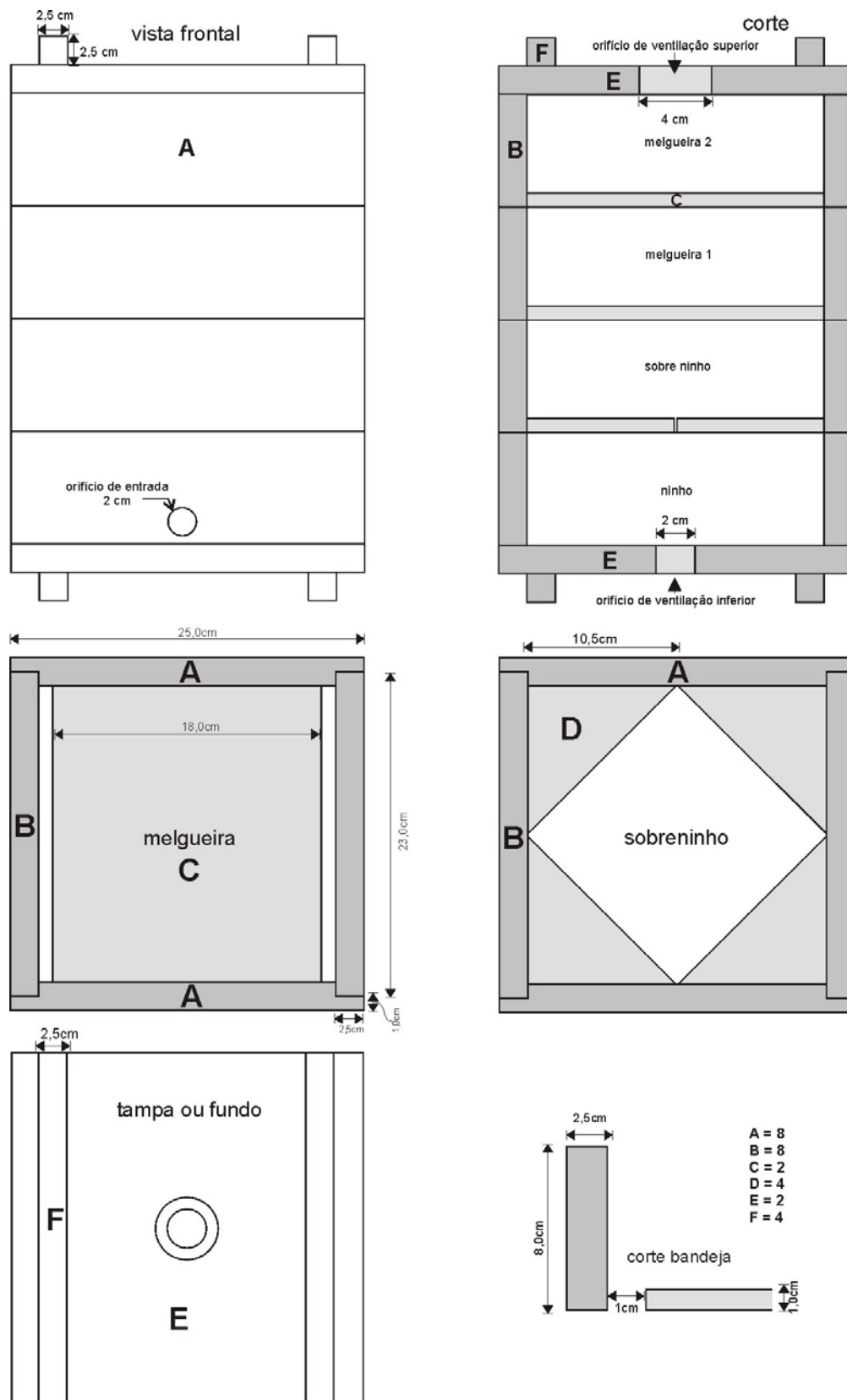


Figura 2. Caixa recomendada para criação racional de *M. fasciculata* no Estado do Pará. Desenho com medidas para sua confecção. Ilustração de Giorgio Venturieri.

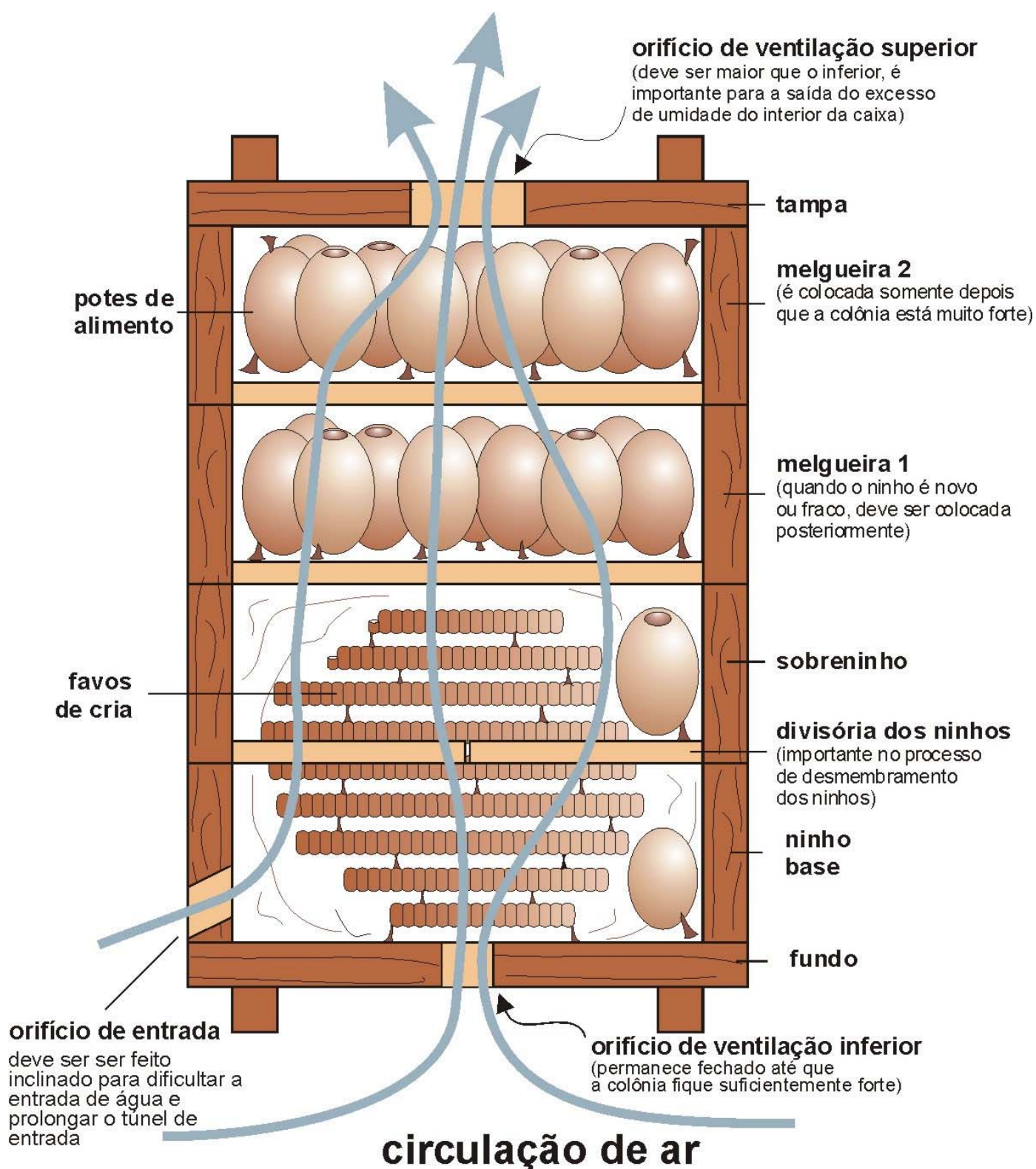


Figura 3. Caixa recomendada para criação racional de abelhas indígenas sem ferrão no Estado do Pará. Ilustração esquemática e comentada. Ilustração de Giorgio Venturieri.

Observou-se que o processo de transferência da caixa cabocla deve ocorrer, preferencialmente, no início da florada, quando os ninhos ainda não possuem um estoque muito grande de mel e as famílias ainda não estão muito numerosas. Na região de Bragança, os meses mais indicados são junho e julho. Desta maneira, o processo é muito mais limpo, não havendo o afogamento de operárias, ou até mesmo da rainha, no mel que escorre dos potes rasgados durante a remoção dos favos de crias.

Em pelo menos três transferências ocorreu a morte da rainha pelas operárias. Provavelmente este fato tenha ocorrido em decorrência do estresse provocado pelo enorme transtorno do processo de transferência. Este fenômeno merecerá maiores estudos no futuro, contudo, é extremamente aconselhado que antes do começo da transferência dos favos, se localize e se realize a transferência em separado da rainha. Essa transferência pode ser auxiliada por pedaços de invólucro, dispostos no caminho da rainha, para que a mesma se transfira para ele, evitando-se, desta maneira, que a rainha seja esmagada ou mesmo tocada, o que poderia provocar sua rejeição na colônia, devido ao cheiro das mãos do meliponicultor.

Das 30 famílias de abelhas transferidas, somente uma morreu em decorrência de sua transferência. A morte foi ocasionada por um erro de manejo em deixar um dos alimentadores escorrendo alimento internamente pela caixa, o que atraiu formigas que liquidaram a colônia.

O volume médio de mel produzido nas caixas caboclas foi de 2.430 ml (n=19) e a produção máxima atingida em uma só colheita neste tipo de caixa foi de 4.400 ml. Neste universo de caixas, muitas eram ainda novas (desmembrada naquele ano pelo próprio agricultor) e a média apresentada não refletiu a real produtividade dessa espécie. A produção média em um grupo de caixas ocupadas há mais de um ano (47% das caixas) gira em torno de 3.000 a 4.400 ml.

Nas figuras 2 e 3 é apresentado o desenho detalhado do modelo de caixa utilizado. Neste modelo de caixa, as abelhas são induzidas a estocar o mel nas “melgueiras”, localizadas acima do ninho. Quando estas melgueiras estão totalmente preenchidas, cada uma delas pode armazenar de 1.250 a 1.350 ml (figura 1.h). Cada melgueira pode conter de 60 a 70 potes, cada pote contém, em média, 20,45 ml de mel (n=66).

Neste sistema, a colheita do mel é realizada da seguinte maneira: os potes são perfurados com uma faca, posteriormente a melgueira é virada sobre um recipiente de plástico contendo uma tela para filtragem do mel e proteção de eventuais abelhas que poderiam cair no mel.

Durante o mês de junho/2002, quatro colônias que estavam em caixas rústicas foram transferidas para caixas racionais. Até meados de dezembro/2002, foram colhidos, no total, 13.300 ml. A primeira destas caixas produziu 5.020 ml, em três colheitas realizadas nos dias 27/09/02, 12/11/02 e

27/11/02. Estes resultados são preliminares, mas já ilustram as potencialidades de aumento na produção de mel neste novo sistema de manejo, indicando que a meliponicultura poderá se tornar uma excelente alternativa na geração de renda local.

O mel das abelhas indígenas sem ferrão é comercializado localmente entre R\$ 10,00 e 15,00 (US\$ 2.94 e 4.41, respectivamente). Estes valores representam de duas a três vezes mais daquilo que é oferecido pelo mel de *Apis mellifera*, outra espécie de abelha também criada na região.

Após a colheita do mel, as melgueiras foram devolvidas às suas respectivas caixas, para serem novamente trabalhadas pelas abelhas. Em uma caixa bem forte podem ser colocadas até três melgueiras, aumentando-se o período entre as colheitas de mel. Contudo, recomenda-se para esta espécie e para as condições encontradas na localidade da Flecheira, a utilização de somente duas melgueiras com inspeções, e se for o caso, colheitas mensais.

A Comunidade da Flecheira está localizada em uma região conhecida como “Campos de Bragança”, composta por grandes extensões de campos aluviais flúvio-marinhos. As espécies botânicas locais mais importantes na constituição dos méis são: caju (*Anacardium occidentale* - Anacardiaceae), caju-açu (*A. giganteum* - Anacardiaceae), siriuba (*Avicennia nitida* - Avicenniaceae), sapateira (*Miconia minutiflora* - Melastomataceae) e lacre (*Vismia guianensis* - Clusiaceae) entre outras. O período de floração coincide com o de menores índices pluviométricos, em que na região vão de julho a dezembro. A maior produção de mel concentra-se, entretanto, de agosto a novembro.

Após o término da florada e com o início do período chuvoso (janeiro de 2003), observou-se uma acentuada redução da quantidade de potes de alimento, em que as abelhas desfizeram os potes que estavam vazios. Em uma das caixas, após a total retirada dos potes, foi observado o completo isolamento da segunda melgueira, em que as abelhas fecharam com batume (mistura de resina e solo) as frestas de acesso para esta.

Foi observado que, no período de pouca oferta de néctar, *M. fasciculata* costuma remanejar cera e cerume, engrossando as estruturas do ninho, como: pilares, invólucro e paredes dos potes remanescentes. Este fato deverá ser mais bem investigado no futuro, podendo indicar a necessidade da retirada da segunda melgueira nos períodos de pouca oferta de alimento, contribuindo com a redução do espaço não-utilizado e conseqüente controle interno da temperatura.

Desconsiderando-se a perda de uma das colônias atacadas por formigas, ocasionada muito mais por um erro de manejo do que pela incapacidade de adaptação da espécie ao método de criação racional, conclui-se que a abelha uruçucinzenta (*M. fasciculata*) é facilmente criada no modelo de caixa apresentado, adaptando-se muito bem ao método aqui

testado. O sistema demonstrou ser bastante eficiente, aumentando a quantidade de mel produzido e facilitando a sua colheita.

Quanto à aceitação do método de criação racional por parte dos criadores tradicionais, pode-se concluir que foi muito boa, despertando o interesse não somente dos criadores experientes, mas também de vizinhos e outros membros da família.

A confecção de caixas de qualidade pode ser um fator de dificuldade na difusão do sistema apresentado. Portanto, é importante que oficinas e aulas de marcenaria para a confecção das caixas sejam providenciadas para as comunidades.

A meliponicultura interfere muito pouco no tempo dedicado a outras atividades praticadas pelos agricultores. O manejo dos meliponíneos é simples e exigindo pouco investimento inicial e de manutenção.

Agradecimentos

Aos criadores Eduardo e Nazareno Mesquita pelo auxílio nos trabalhos de campo e permissão de utilização de seus respectivos meliponários. Ao colega e pesquisador Joaquim Gomes (Lab. de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental), pela identificação da madeira utilizada na confecção das caixas e das plantas apícolas. À Profa. Vera Imperatriz Fonseca (IB-USP), pelas sugestões e revisão do manuscrito. Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão dos recursos necessários a esta pesquisa (Processo n.COAGR/469915/00-5).

Referências Bibliográficas

- HEARD, T. A. 1999. The role of stingless bees in crop plantation. *Ann. Review of Entomol.*, v. 44, n. 183-206.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1997. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo. Editora Nogueirapis, 446p.
- OLIVEIRA, F. & KERR, W. E. 2000. Divisão de uma colônia de japurá (*Melipona compressipes manausensis*) usando-se uma colméia e o método de Fernando Oliveira. Manaus-AM: Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. 10p.
- PORTUGAL-ARAÚJO, V. de. 1955. Colméias para abelhas sem ferrão – Meliponini. *Bol. do Inst. de Angola*. n. 7, vol.9, pg. 9-31.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte, MG, Min. Meio Ambiente/Fund. Araraucária. 253p.

SOARES, A. E. E. & JONG, D. de. 1992. Pesquisas com abelhas no Brasil. Ribeirão Preto, SP. *Rev. Brasileira Genética*. 688p.

VENTURIERI, G. C. 2003. Meliponicultura I: Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão, Caixa Racional para Criação. Belém, PA, Rec. Téc.: Embrapa Amazônia Oriental.

Título: Avaliação Da Introdução Da Criação Racional De *Melipona Fasciculata* (Apidae: Meliponina), Entre Os Agricultores Familiares De Bragança - Pa, Brasil

Autores: Giorgio Cristino Venturieri - Vanessa de Fátima Oliveira Raiol - Charles André Barbosa Pereira

Biota Neotropica, Vol. 3 (número2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00103022003>

Recebido em: 28/03/2003
Publicado em: 01/08/2003

ISSN 1676-0603

ALOMETRIA DE PLÂNTULAS E JOVENS DE ESPÉCIES ARBÓREAS: COPA X ALTURA

Rita de Cássia Quitete Portela^{1,3} & Flavio Antonio Maës dos Santos²

Biota Neotropica v3 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003>

recebido em: 30/04/2003

revisado em: 23/06/2003

publicado em: 01/07/2003

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica, IB, CP 6109, UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP, Brasil

² Departamento de Botânica, IB, CP 6109, UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP, Brasil – www.ib.unicamp.br

³ Autor para correspondência: rita@quiteteportela.com.br, Rua José Linhares 17/401, Leblon, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22430-220.

Abstract

Most of the morphological and developmental characteristics of different parts of a plant may vary in function of the species architecture, microenvironment and degree of ecological restriction where its has begun its growth. This study aimed to analyze the allometric relation between height and the largest horizontal crown axis and, for a community of tree seedlings and saplings up to 1 m in height in the Reserva Estadual do Morro Grande (23°35'S - 23°50'S; 46°45'W - 47°15'W), situated in São Paulo's Atlantic Plateau, SE Brazil. We sampled 600 individuals in 34 1m² plots distant 2.5 m from each other along six transects, 100 individuals per transect. For each individual we measured their height and largest crown axis. We adjusted different regression models (linear, exponential, power, polynomial and logarithmic) to the data. The best fit was for the power model ($r^2 = 0.640$, $p < 0.001$). The fact that juveniles from different species adjust to the same allometric model suggests that ecological factors could have an important restrictive role in the allometry of seedlings and saplings of tree species.

Key words: *allometry, seedling, height, crown, Atlantic forest*

Resumo

Muitos caracteres morfológicos e de desenvolvimento de diferentes partes de uma planta variam dependendo da arquitetura da espécie, do microambiente, e do grau de restrição ecológica onde esta iniciou seu crescimento. Dentro deste contexto, este estudo teve como objetivo analisar a relação alométrica entre o maior eixo de copa e a altura, para a comunidade de plântulas e indivíduos jovens de espécies arbóreas com até 1 m de altura na Reserva Estadual do Morro Grande (23°35'S - 23°50'S; 46°45'W - 47°15'W), situada no Planalto Atlântico de São Paulo. Foram feitas seis transecções onde a cada 2,5 metros foi estabelecida uma parcela de 1x1m, totalizando 34 parcelas. Todos os indivíduos encontrados dentro das parcelas tiveram a altura e o maior eixo horizontal da copa medidos, sendo amostrados em cada transecção 100 indivíduos, totalizando uma amostra de 600 indivíduos. Foram ajustados diferentes modelos de regressão aos dados (linear, exponencial, potencial, polinomial e logarítmica) sendo que a potencial apresentou o melhor ajuste ($r^2 = 0,640$, $p < 0,001$). O fato de jovens de diferentes espécies se ajustarem a um único modelo alométrico sugere que os fatores ecológicos podem ter um papel restritivo na alometria das plântulas e jovens de espécies arbóreas.

Palavras-chave: *alometria, plântula, copa, altura, floresta Atlântica*

1. Introdução

Os estudos de alometria em plantas são importantes para a compreensão de aspectos ecológicos e evolutivos em espécies de plantas e os modelos gerados a partir desses estudos podem ser ferramentas poderosas de previsão em ecologia (Bond *et al.* 1999). O estudo da relação entre tamanho e forma em árvores também é importante no entendimento da estrutura e dinâmica das florestas (King 1996, Sposito & Santos 2001). Muitos caracteres morfológicos e de desenvolvimento de diferentes partes de um indivíduo, variam dependendo da arquitetura específica, do microambiente e do grau de restrição ecológica onde este iniciou seu crescimento (Kohyama 1987, King 1996, Cornelissen 1999, Dalling *et al.* 1999, Nishimura & Suzuki 2001, Wright & Westoby 2001). Essas relações também variam de acordo com a espécie em questão (Kohyama 1987, Niklas 1994, Bond *et al.* 1999, Cornelissen 1999, Kidson & Westoby 2000, Sposito & Santos 2001, Sterck & Bongers 2001, Alves & Santos 2002) e com a fase de desenvolvimento em que a planta se encontra, pois os indivíduos sofrem transformações mecânicas ao longo do seu crescimento (Niklas 1994, Sterck & Bongers 2001, Alves & Santos 2002).

Este estudo teve como objetivo analisar a relação alométrica entre o maior eixo de copa e a altura, para a comunidade de plântulas e indivíduos com até 1 m de altura de espécies arbóreas, em uma Floresta Estacional Semidecidual com elementos da Floresta Ombrófila Densa. A pergunta endereçada neste artigo foi: plântulas e indivíduos pequenos possuem a mesma relação alométrica entre o maior eixo de copa e a altura?

2. Material e Métodos

Área de estudo - A Reserva Estadual do Morro Grande (ca. 11000 ha) localiza-se no município de Cotia, nos bordos do Planalto Atlântico de São Paulo (23°35'S - 23°50'S; 46°45'W - 47°15'W), encontrando-se protegida há cerca de 80 anos. O tipo de vegetação é de Floresta Estacional Semidecidual com elementos da Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al.* 1991), sendo constituída de um grande mosaico sucessional, com áreas que já sofreram corte e áreas que nunca foram cortadas. O clima da região é temperado e chuvoso macrotérmico de inverno seco, do tipo Cwa (Köppen 1948, Ometto 1981), com temperatura anual variando de 11°C a 27°C e precipitação média anual em torno de 1.400 mm (SABESP 1997).

Desenho experimental - Para a caracterização da comunidade de plântulas e árvores jovens com até 1 m de altura (indivíduos pequenos), foram feitas 6 transecções na Reserva, com uma média de distância entre si de 2,1 km. Nenhum indivíduo foi identificado, somente os indivíduos da família Arecaceae foram identificados a nível de família.

Estes foram identificados pois mesmo quando plântulas não deixam qualquer dúvida sobre a sua classificação. Cada transecção teve início a 100 m da estrada principal da Reserva e foi disposta sempre em paralelo a estrada. De 2,5 em 2,5 metros, em cada transecção, foi estabelecida uma parcela de 1x1m. Foram totalizadas 34 parcelas nas 6 transecções, sendo que cada transecção teve um número variável de parcelas. Os 100 primeiros indivíduos pequenos encontrados dentro das parcelas em cada transecção tiveram suas alturas e o maior eixo horizontal da copa medidos, totalizando uma amostra de 600 indivíduos. A altura foi considerada como a distância da superfície do solo até o meristema apical e o maior eixo foi considerado o maior comprimento horizontal da copa. Para a medição do maior eixo horizontal da copa, foi considerado a disposição natural das folhas. Os dados foram coletados com uma régua de 1 m em junho-julho de 2000.

Foram ajustados diferentes modelos de regressão (linear, exponencial, potencial, polinomial e logarítmica) (Zar 1999) aos dados de altura (cm) x maior eixo (cm) para verificar qual descrevia melhor a relação entre as variáveis.

3. Resultados

A maioria dos indivíduos amostrados (mediana) tinha até 11,0 cm de altura, sendo que o menor indivíduo tinha 2,5 cm e o maior 99,0 cm (figura 1). O tamanho máximo do maior eixo horizontal da copa foi 70,0 cm, e o mínimo de 1,0 cm, com a maioria dos indivíduos (mediana) medindo até 8,0 cm (figura 2). Menos de 25 % dos indivíduos possuíam altura superior a 25,0 cm e maior eixo horizontal da copa superior a 15,0 cm.

A melhor relação entre maior eixo horizontal da copa (C) e a altura (H) foi potencial ($C = 1,250H^{0,738}$, $r^2 = 0,64$, $p < 0,001$, figura 3), com as plantas de alturas maiores apresentando proporcionalmente menores eixos. Os demais modelos de regressão (linear, exponencial, polinomial e logarítmico) apresentaram menores ajustes ($r^2 < 0,55$). Os indivíduos da família Arecaceae (1% do total de indivíduos) apresentaram uma relação diferente (pontos mais extremos no gráfico de regressão, figura 3) dos demais indivíduos, onde o maior eixo apresentou um incremento proporcionalmente maior que a altura. Quando estes indivíduos são tirados da análise, a relação entre as duas variáveis continua a mesma, assim como a equação e o coeficiente de determinação.

4. Discussão

A maioria dos indivíduos amostrados (77,2% do total de indivíduos), foi menor que 0,25 m de altura, indicando que na Reserva Estadual do Morro Grande existe uma maior

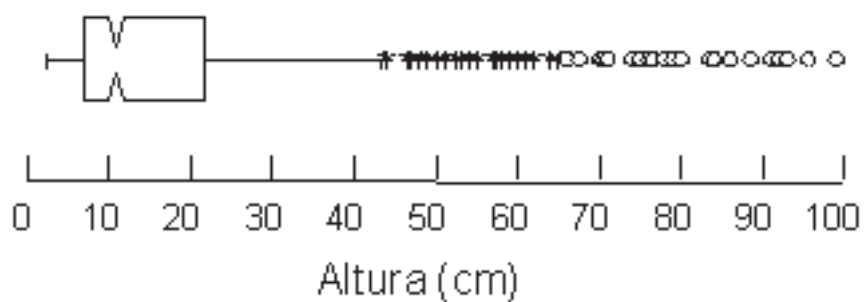


Figura 1: Distribuição de altura dos indivíduos com até 1 m de altura na Reserva Estadual do Morro Grande. Cada caixa ("box") representa 50% das observações, e as barras horizontais inferiores e superiores representam a amplitude total da distribuição (25% e 75%), exceto os valores extremos (*) e os muito extremos (°) ("outliers"). A cintura dentro da caixa representa a mediana, e os limites de confiança de 95% são representados pelas linhas indentadas ao redor da mediana.

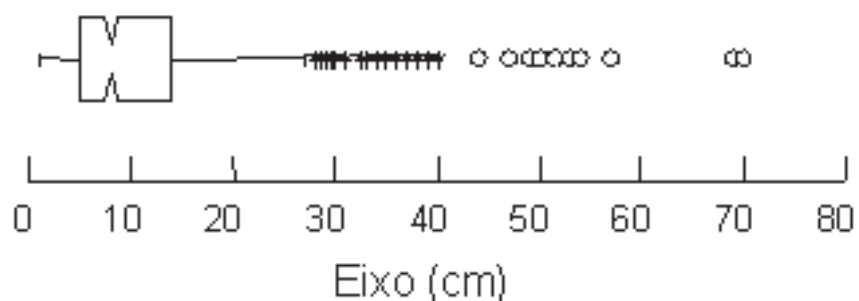


Figura 2: Distribuição de tamanho do maior eixo horizontal da copa dos indivíduos com até 1 m de altura na Reserva Estadual do Morro Grande.

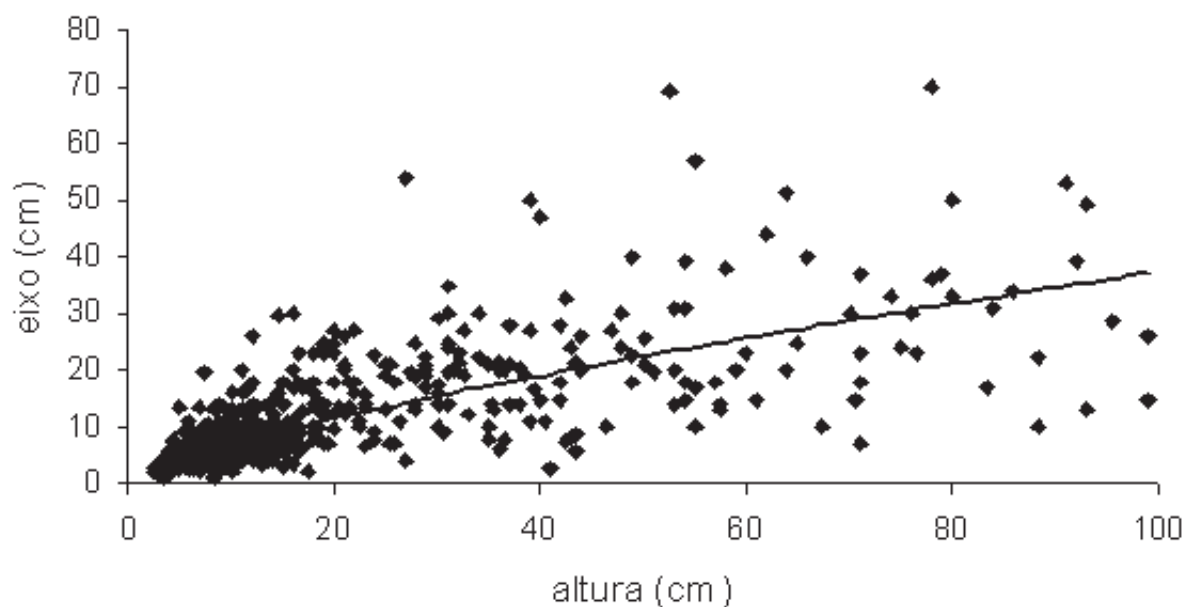


Figura 3: Relação entre maior eixo horizontal da copa (C em cm) e altura (H em cm) de indivíduos de espécies arbóreas com até 1 m de altura, na Reserva Estadual do Morro Grande, Cotia, SP. ($C = 1,250H^{0,738}$, $r^2 = 0,64$, $p < 0,001$)

concentração de plântulas, do que de jovens. Considerando que a coleta de dados foi feita durante a estação seca (junho-julho), época não favorável a germinação de sementes, esse acúmulo de indivíduos pequenos nas áreas amostradas não parece ser resultado de um intenso recrutamento de plântulas recém-germinadas quando da coleta de dados, sugerindo a formação de um banco de plântulas e dificuldades no desenvolvimento inicial dessas plântulas. Tais dificuldades podem ser resultantes de pressões ambientais, como pouca luminosidade no interior da floresta, reduzindo as chances de crescimento de indivíduos no sub-bosque da floresta (Canham 1988, King 1994, Sterck & Bongers 2001, Wright & Westoby 2001) e, consequentemente, causando a formação de banco de plântulas.

O fato de jovens de diferentes espécies se ajustarem a um único modelo alométrico sugere que os fatores ecológicos podem ser bastante restritivos e terem um importante papel na determinação da alometria de plântulas e jovens na área estudada, principalmente por todas estarem sujeitas à condições ambientais severas como a falta de luz. King (1996) obteve resultado semelhante ao analisar a relação de uma medida de copa com a altura, para 14 espécies arbóreas em uma floresta tropical úmida na Costa Rica. As condições próximas ao solo de florestas tropicais são severas, principalmente com relação as limitações impostas pela baixa incidência de luz, podendo limitar a assimilação e produção de recursos, tornando esse ambiente bastante restritivo ao estabelecimento de novos indivíduos (Kohyama 1987). O fato de os indivíduos apresentarem uma tendência de serem mais altos, sem um aumento proporcional no tamanho da copa, sugere que os jovens de espécies arbóreas estariam investindo predominantemente no crescimento vertical, como forma de “fuga” a essas condições adversas. Já os indivíduos de Arecaceae, são plantas de sub-bosque que apresentam um tamanho de copa muito mais relacionado ao tamanho e expansão de suas folhas. Sendo assim, a partir de uma certa altura, os indivíduos já apresentariam folhas iguais àquelas produzidas por adultos (Carvalho *et al.* 1999) e, portanto, o aumento lateral deve ser muito maior, conforme o encontrado. Possivelmente, a partir de uma altura maior, essa relação se inverte novamente, visto que as espécies de Arecaceae não apresentam expansão lateral devido às ramificações.

A pequena variação observada, indicada pelo coeficiente de determinação pode estar relacionada às características específicas, sugerindo pequenas diferenças alométricas entre espécies nesse estágio ontogenético inicial, relacionadas às suas histórias filogenéticas. Sterck & Bongers (2001) observaram que características específicas e diferenças na disponibilidade de luz podem influenciar a arquitetura de espécies arbóreas. Da mesma forma, Nishimura & Suzuki (2001) também encontraram relações alométricas diferentes para comunidades de plântulas ocupando diferentes tipos de floresta, mas observaram uma

convergência na arquitetura das plântulas em cada tipo de floresta. O fato de jovens de diferentes espécies se ajustarem a um único modelo alométrico sugere que os fatores ecológicos podem ter um papel restritivo na alometria das plântulas e jovens, principalmente por todas estarem sujeitas à condições ambientais severas, a despeito de possíveis diferenças alométricas entre espécies, ligadas à restrições filogenéticas.

Portanto, as pressões ecológicas, parecem influenciar a alometria de indivíduos pequenos de espécies arbóreas, podendo ser determinantes da arquitetura dos indivíduos adultos sob diferentes condições ambientais.

5. Agradecimentos

Os autores desejam agradecer ao Prof. Dr. Jean Paul Metzger pelas facilidades oferecidas durante este trabalho, a Luciana F. Alves, Bete Canela, Marquito Liesenfeld, Dani Bertani, Cristiano Verola e ao incansável Renato pela enorme ajuda na coleta de dados, a Luciana F. Alves, Marisa G. Fonseca, Flávio N. Ramos e a dois assessores anônimos pelas importantes sugestões ao manuscrito, a SABESP por permitir o trabalho na Reserva e a FAPESP pelo apoio financeiro (Proc. 00/00596-0). Esta pesquisa fez parte do projeto temático “Consevação da Biodiversidade em Paisagens Fragmentadas no Planalto Atlântico de São Paulo” (Fapesp n. 99/05123-4) e constitui a sua publicação n. 1.

6. Referência bibliográficas

- ALVES, L.F. & SANTOS, F.A.M. 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.* 18:245-260.
- BOND, W.J., HONIG, M. & MAZE, K.E. 1999. Seed size and seedling emergence: an allometric relationship and some ecological implications. *Oecologia* 120:132-136.
- CANHAM, C.D. 1988. Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps. *Ecology* 69:786-795.
- CARVALHO, R.M., MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. 1999. Leaf ecology of pre-reproductive ontogenetic stages of the palm tree *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae). *Ann. Bot.* 83:225-233.
- CORNELISSEN, J.H.C. 1999. A triangular relationship between leaf size and seed size among woody species: allometry, ontogeny, ecology and taxonomy. *Oecologia* 118:248-255.

- DALLING, J.W, LOVELOCK, C.E. & HUBBELL, S.P. 1999. Growth responses of seedling of two neotropical pioneer species to simulated forest gap environments. *J. Trop. Ecol.* 15: 827-839.
- KIDSON, R. & WESTOBY, M. 2000. Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. *Oecologia* 125:11-17.
- KING, D.A. 1994. Influence of light level on the growth and morphology of saplings in a Panamanian forest. *Am. J. Bot.* 81:948-957.
- KING, D.A. 1996. Allometry and life history of tropical trees. *J. Trop. Ecol.* 12:25-44.
- KOHYAMA, T. 1987. Significance of architecture and allometry in sapling. *Funct. Ecol.* 1: 399-404.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia*. Fondo de Cultura Económica. México.
- NIKLAS, K. J. 1994. *Plant allometry: the scaling of form and process*. The University of Chicago Press, Chicago.
- NISHIMURA, T.B. & SUZUKI, E. 2001. Allometric differentiation among tropical tree seedlings in heath and peat-swamp forests. *J. Trop. Ecol.* 17:667-681.
- OMETTO, J.C. 1981. *Bioclimatologia vegetal*. Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo.
- SABESP. 1997. Programa de Conservação do Sistema Cotia. Relatório Conclusivo (tomo 3): Avaliação Ambiental. SABESP/Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, São Paulo.
- SPOSITO, T.C. & SANTOS, F.A.M. 2001. Scaling of stem and crown in eight *Cecropia* (Cecropiaceae) species of Brazil. *Am. J. Bot.* 88:939-949.
- STERCK, F.J. & BONGERS, F. 2001. Crown development in tropical rain forest trees: patterns with tree height and light availability. *J. Ecol.* 89:1-13.
- VELOSO, P. H., RANGEL-FILHO, A. L. R. E LIMA, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- WRIGHT, I.J. & WESTOBY, M. 2001. Understanding seedling growth relationships through specific leaf area and leaf nitrogen concentration: generalisations across growth forms and growth irradiance. *Oecologia* 127:21-29.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th edition. Prentice Hall, New Jersey.

Título: Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura

Autores: Rita de Cássia Quitete Portela & Flavio Antonio Maës dos Santos

Biota Neotropica, Vol. 3 (número 2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003>

recebido em: 30/04/2003
revisado em: 23/06/2003
publicado em: 01/07/2003

ISSN 1676-0603

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *AGALLIA INCONGRUA* OMAN, 1938 (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM VIÇOSA, MINAS GERAIS, BRASIL

Luci Boa Nova Coelho (autora correspondente)
Elidiomar Ribeiro Da-Silva

Biota Neotropica v3 (n2) <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN00303022003>

Recebido em: 29/04/2003

Revisado em: 18/05/2003

Publicado em: 01/07/2003

Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (<http://www.ufrj.br>). Caixa Postal 68044, CEP 21944-970, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: lucibncoelho@superig.com.br.
Departamento de Ciências Naturais, Escola de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (<http://www.unirio.br>). Av. Pasteur, 458 – 4º andar, Urca, CEP 22290-240, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: labiaqua@unirio.br.

Abstract

Population fluctuation of *Agallia incongrua* Oman, 1938 (Hemiptera: Cicadellidae) in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Based on light-trap collections from 1986 to 1988 at Mata do Paraíso, Viçosa county, Minas Gerais State, Brazil, annual fluctuations of the leafhopper *Agallia incongrua* Oman, 1938 were studied. Fluctuations in the population were positively correlated to mean temperature. No significant correlations between the species fluctuations and the rainfall patterns were observed. The population pattern of *A. incongrua* during the wet season was not different from that of the dry season at Mata do Paraíso.

Key words: *Auchenorrhyncha*; *Agallia*; population fluctuation; Neotropics.

Resumo

Flutuação populacional de *Agallia incongrua* Oman, 1938 (Hemiptera: Cicadellidae) em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

A partir de coletas com armadilha luminosa realizadas de 1986 a 1988 na Mata do Paraíso, Viçosa, MG, foi possível o estudo do padrão de variação populacional mensal da cigarrinha *Agallia incongrua* Oman, 1938. Foi verificada a correlação positiva significativa entre os valores populacionais da espécie e a temperatura média, o mesmo não sendo observado em relação à pluviosidade local. Igualmente não foi detectada qualquer diferença significativa entre as estações climáticas (chuvosa e seca) da localidade quanto aos valores de abundância de *A. incongrua*.

Palavras-chave: *Auchenorrhyncha*; *Agallia*; flutuação populacional; Região Neotropical.

1. Introdução

Devido a seu hábito fitossuccívoro, os Cicadellidae (Hemiptera, Auchenorrhyncha) representam um grupo com grande potencial para estudos relacionados à biodiversidade florestal e como indicadores das alterações na composição vegetal. Porém, face à escassez de estudos populacionais, a família não tem sido suficientemente explorada em pesquisas de riqueza e diversidade dos ecossistemas neotropicais (Zanol & Menezes 1982). As publicações sobre sazonalidade populacional e diversidade de Cicadellidae na Região Neotropical estão restritas, na sua maioria, a estudos realizados no Panamá e adjacências (Wolda 1979, 1980, Cwikla & Wolda 1986). No Brasil, dos raros trabalhos sobre ecologia populacional de Cicadellidae destacam-se o de Nessimian & Boa Nova (1987), que inventariaram a fauna de Auchenorrhyncha da Restinga de Maricá, Estado do Rio de Janeiro, comentando brevemente sua abundância relativa e sazonalidade, e o de Felix & Coelho (1992), estudando a densidade populacional dos Xestocephalinae da Restinga de Maricá, associada a parâmetros ambientais.

A partir de coletas periódicas com armadilha luminosa, realizadas entre 1986 e 1988 na Mata do Paraíso, Viçosa, Estado de Minas Gerais, vem sendo possível o estudo de aspectos relacionados à biologia populacional das espécies de Cicadellidae ocorrentes na região (Coelho 1997). No presente trabalho são abordados aspectos da dinâmica populacional de *Agallia incongrua* Oman, 1938 (Agalliinae) (Fig. 2), espécie cuja distribuição conhecida estava restrita à Argentina (Oman 1938). Este trabalho constitui um resultado parcial do projeto institucional "Estudo dos hemípteros (Insecta: Hemiptera) pragas ou potenciais pragas que ocorrem em culturas agrícolas dos estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro" (<http://www.hemipterarjmg.hpg.ig.com.br>).

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Mata do Paraíso (Figs. 1-2), área vinculada à Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais. O município de Viçosa, localizado na Zona da Mata Mineira, está dentro dos limites do clima tropical mesotérmico brando úmido, com predomínio de temperaturas amenas durante todo o ano (média anual de 18°C a 19°C) e ocorrência de duas estações climáticas anuais, seca e chuvosa, geralmente durando a primeira de junho a agosto. O verão é brando e a média do mês mais quente apresenta-se inferior a 22°C. O inverno é bastante sensível, com pelo menos um mês de temperatura média inferior a 15°C, mas nunca descendo abaixo de 10°C; junho e julho são os meses mais frios (NIMER, 1977). A precipitação média é de cerca de 1.315 mm anuais (Antunes 1979).

A Mata do Paraíso (20°46'-20°48'S; 45°50'-45°52'W) é uma área de aproximadamente 194 hectares, com altitude variando de 600 a 700 metros. A vegetação é de Mata Atlântica secundária, do subtipo Floresta Subcaducifolia Tropical (*sensu* Alonso 1977), com grande proporção de espécies sempre verdes (Rezende 1971). Características geopedológicas, fisiográficas e climáticas da região foram amplamente abordadas nos trabalhos de Valverde (1958), Galvão (1967) e Rezende (1971). A Mata do Paraíso está atualmente em pleno processo de regeneração, sendo utilizada como laboratório para inúmeras pesquisas de campo (Griffith et al. 1979). Dentre os estudos entomofaunísticos realizados na localidade, destacam-se os de Ferreira & Rossi (1979), Ferreira et al. (1986), Carvalho & Ferreira (1986), Cure et al. (1992), Ferreira et al. (1995a,b), Da-Silva et al. (1996), Paula (1996) e Coelho (1997).

2.2. Amostragens

As amostragens efetuadas na Mata do Paraíso foram baseadas em coletas de indivíduos adultos, realizadas no período de junho de 1986 a maio de 1988. Foi utilizada uma armadilha luminosa modelo "Luiz de Queiroz" (Silveira-Neto & Silveira 1969), de lâmpada ultra-violeta, fluorescente de 15 watts e 100 volts (Fig. 3), adaptada segundo Ferreira & Martins (1982). O funcionamento da armadilha foi crepuscular-noturno, entre 18:00h e 6:00h. Instalada a 2,5 metros do solo, abrangeu uma área representativa dos diversos ecossistemas existentes, como brejos de mata, pastagem e matas secundárias em diferentes estágios de recomposição (Paula 1996, Coelho 1997). Os exemplares coletados estão depositados no Museu de Entomologia da UFV.

2.3. Tratamento e Análise dos Dados

Valores mensais de temperatura média e precipitação em Viçosa foram confrontados às flutuações populacionais de *A. incongrua* (médias mensais) por meio da Correlação de Postos de Spearman (Siegel 1975), visando estimar sua possível influência na dinâmica da espécie. As distintas estações climáticas da localidade foram comparadas quanto aos valores populacionais da espécie. Os totais mensais de precipitação e evaporação serviram de base para o estabelecimento das duas estações climáticas; os meses em que a precipitação superou a evaporação caracterizaram a estação chuvosa, enquanto o contrário definiu a seca (Paula 1996, Coelho 1997). Por meio do Teste de Kruskal-Wallis (Siegel 1975) foram comparadas as estações seca e chuvosa quanto ao número de indivíduos. As informações ambientais da localidade foram obtidas no Setor de Meteorologia Agrícola da UFV, que dista aproximadamente 8 quilômetros da Mata do Paraíso.



Figura 1. Vista parcial da Mata do Paraíso, Viçosa, MG (foto L.B.N. Coelho).

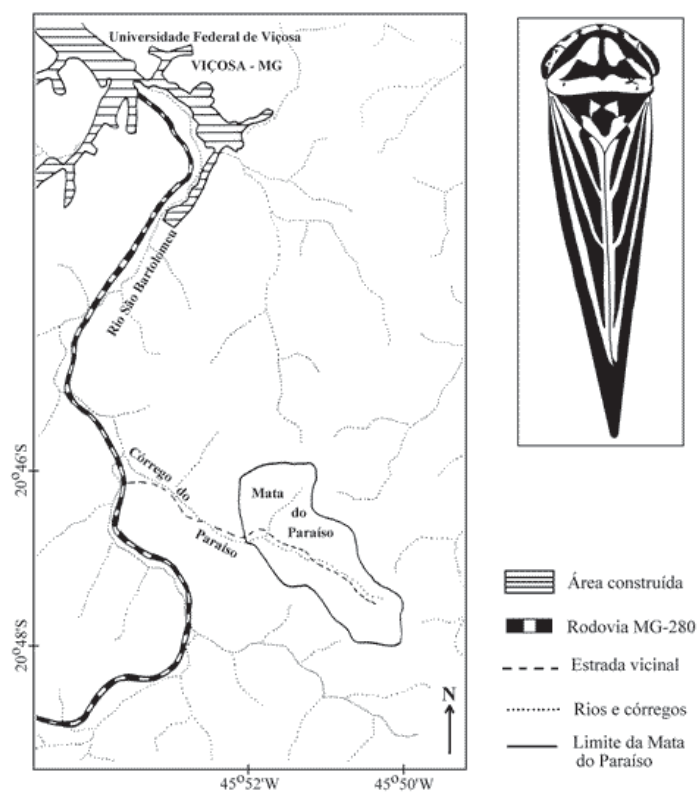


Figura 2. Localização da Mata do Paraíso, Viçosa, MG (adaptada de CURE et al., 1992). Detalhe: adulto macho de *Agallia incongrua* Oman, 1938.



Figura 3. Armadilha luminosa “Luiz de Queiroz” utilizada na Mata do Paraíso, Viçosa, MG (foto P.S.F. Ferreira).

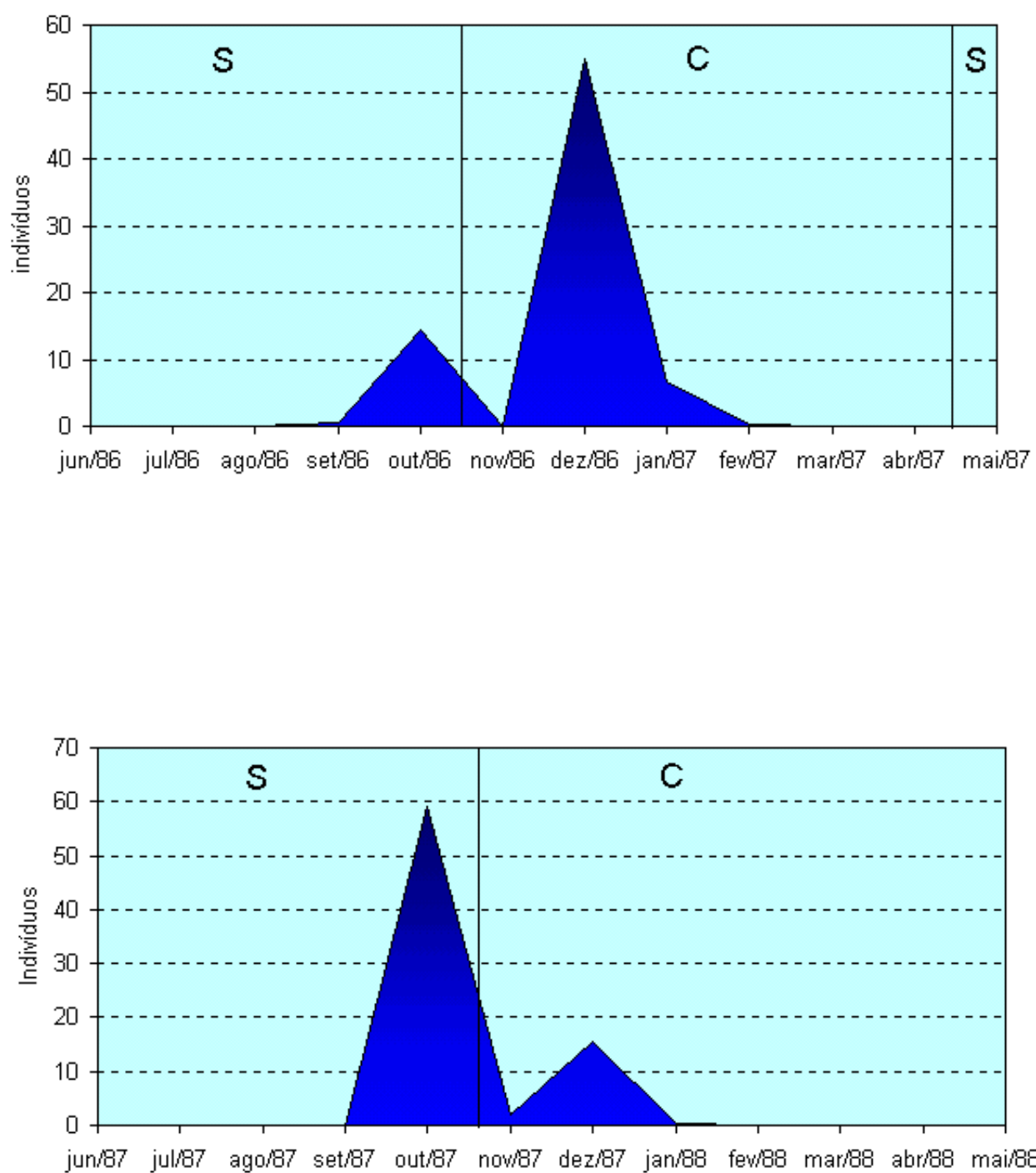


Figura 4. Variação populacional mensal (média de indivíduos) de *Agallia incongrua* Oman, 1938 na Mata do Paraíso, Viçosa, MG, de junho de 1986 a maio de 1988 (S, estação seca; C, estação chuvosa).

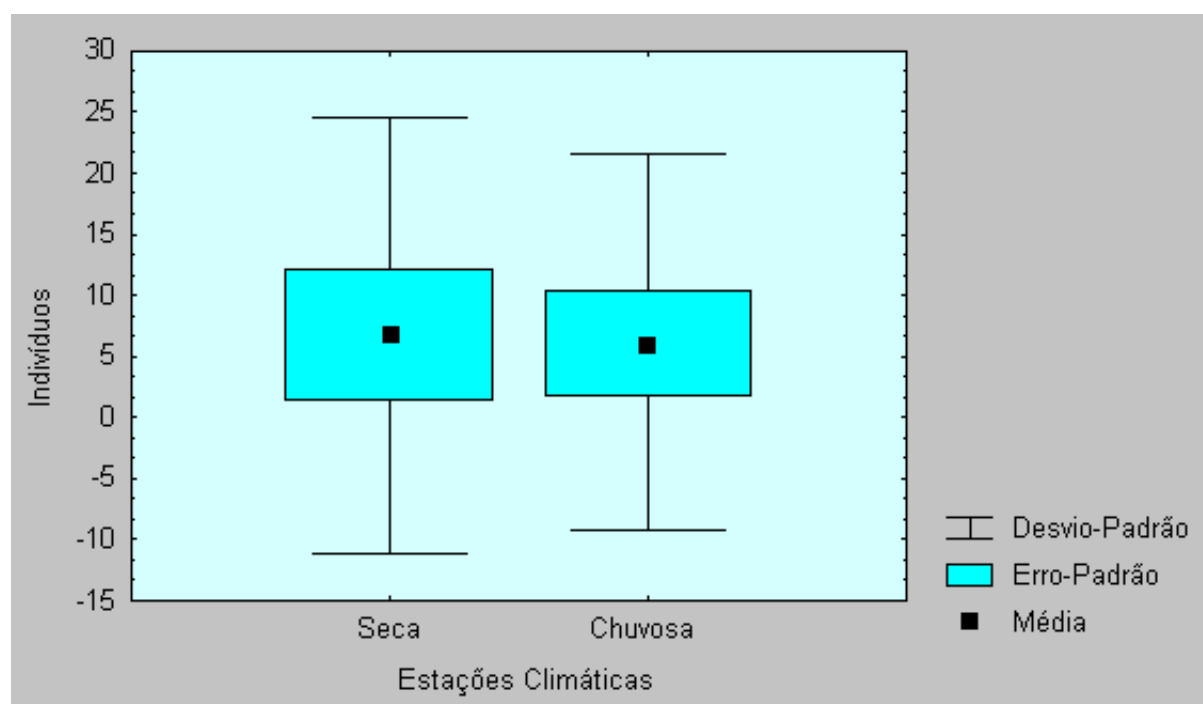


Figura 5. Comparação entre as populações de *Agallia incongrua* Oman, 1938 da Mata do Paraíso, Viçosa, MG, nas diferentes estações climáticas. Kruskal-Wallis: $H=0,4892$; n.s.

3. Resultados e Discussão

Estudos populacionais abordando espécies da subfamília Agalliinae revestem-se de grande importância estratégica, face à atuação potencial daquelas na transmissão de patógenos às plantas (Nielson 1985). Em 24 meses de coletas com armadilha luminosa na Mata do Paraíso (62 amostras), foram obtidos 330 exemplares de *A. incongrua*. Dentro do período amostrado, os registros da espécie ficaram restritos aos períodos compreendidos entre os meses de outubro e janeiro, sendo as médias mais elevadas de abundância obtidas em outubro de 1987 (59 indivíduos), na estação seca, e dezembro de 1986 (55 indivíduos), na estação chuvosa (Fig. 4).

Muito embora o efeito das estações climáticas sobre a flutuação populacional de insetos tropicais seja fato bastante conhecido e documentado (Wolda 1978, 1980), com base no resultado do Teste de Kruskal-Wallis, ficou constatado que as estações climáticas da Mata do Paraíso não diferiram marcadamente entre si quanto ao número de indivíduos de *A. incongrua* ($H=0,4892$; n.s.) (Fig. 5). Tal resultado contraria o ocorrido com a maioria das espécies de Cicadellidae da localidade, que apresentaram valores de abundância significativamente maiores na estação chuvosa (Coelho 1997). Segundo Wolda (1980), a maior parte dos Cicadellidae de Las Cumbres, Panamá, apresentou valores populacionais mais elevados durante a estação chuvosa, embora também ocorressem espécies “não-sazonais” e até outras com picos de abundância na seca.

Por meio da Correlação de Spearman, foi verificada a associação positiva significativa entre os valores de temperatura média e de total de indivíduos de *A. incongrua* ($R=0,5289$; $p<0,01$). Temperatura é um fator tradicionalmente correlacionado a variações nas populações de insetos tropicais (Silveira-Neto et al. 1976, Wolda 1978, Felix & Coelho 1992). Segundo Witsack (1988), o tempo de desenvolvimento em Auchenorrhyncha depende das condições climáticas, sendo o frio durante o inverno e a seca no verão os fatores mais desfavoráveis. A sobrevivência de algumas espécies nesses períodos somente é possível pela redução do metabolismo e restrição do desenvolvimento, induzidos pelo frio e a seca. Transpondo tais informações para os Cicadellidae da Mata do Paraíso, pode-se supor que as espécies, além de apresentarem um ciclo de desenvolvimento mais longo, sejam menos ativas nos períodos de baixa temperatura. A influência da temperatura foi também comprovada para outras ordens de insetos da Mata do Paraíso, como Lepidoptera (Ferreira et al. 1986), Ephemeroptera (Da-Silva et al. 1996) e Hemiptera (Paula 1996). Quanto à pluviosidade, não foi correlacionada significativamente aos valores de abundância mensal de *A. incongrua* da Mata do Paraíso ($R=2509$; n.s.).

4. Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Fiuza Ferreira (Universidade Federal de Viçosa), pela disponibilização dos exemplares estudados. Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Nessimian (Universidade Federal do Rio de Janeiro), pela leitura crítica do manuscrito. À FAPEMIG e à CAPES/UFRJ, pelo auxílio financeiro.

5. Referências Bibliográficas

- ALONSO, M.T.A. 1977. Vegetação. In Geografia do Brasil. Região Sudeste (C. Goldenberg, ed.). IBGE, Rio de Janeiro, p.91-118.
- ANTUNES, F.Z. 1979. Contribuição para a caracterização do regime hídrico de Minas Gerais e aptidão das principais culturas. Inf.Agropec. 5: 43-78.
- CARVALHO, J.C.M. & FERREIRA, P.S.F. 1986. Mirídeos Neotropicais CCLXXVII: espécies do município de Viçosa, Minas Gerais, com descrições de novas taxa (Hemiptera). Experientiae 29: 143-189.
- COELHO, L.B.N. 1997. Análise faunística de Cicadellidae (Insecta: Homoptera) em área de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CURE, J.R., THIENGO, M., SILVEIRA, F.A. & ROCHA, L.B. 1992. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na “Zona da Mata” de Minas Gerais. III. Mata secundária na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). Revta Bras.Zool. 9: 223-239.
- CWIKLA, P.S. & WOLDA, H., 1986 - Seasonality and two new species of Panamanian *Xestocephalus* (Homoptera: Cicadellidae). Proc.Ent.Soc.Wash. 88: 344-350.
- DA-SILVA, E.R., FERREIRA, P.S.F. & COELHO, L.B.N. 1996. Biologia populacional de *Campsurus melanocephalus* Pereira & Da Silva, 1991 (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) em área remanescente de floresta tropical no Estado de Minas Gerais. In XXI Congresso Brasileiro de Zoologia. Sociedade Brasileira de Zoologia, Porto Alegre, p.111.
- FELIX, M.E. & COELHO, L.B.N. 1992. Variação populacional de Xestocephalinae Oman, 1949 (Homoptera, Cicadellidae) na Restinga de Barra de Maricá, RJ. In XIX Congresso Brasileiro de Zoologia. Sociedade Brasileira de Zoologia, Belém, p. 86-87.
- FERREIRA, P.S.F. & MARTINS, D.S. 1982. Contribuição ao método de captura de insetos por meio de armadilha luminosa, para obtenção de exemplares sem danos morfológicos. Ceres 29: 538-543.

- FERREIRA, P.S.F., MARTINS, D.S. & HUBNER, N. 1986. Levantamento, flutuação populacional e análise entomofaunística em mata remanescente da Zona da Mata, Viçosa, Minas Gerais. I. Sphingidae: Lepidoptera. Ceres 33: 516-527.
- FERREIRA, P.S.F., PAULA, A.S. & MARTINS, D.S. 1995a. Análise faunística de Lepidoptera Geometridae em área de floresta tropical no município de Viçosa, Minas Gerais. In 15º Congresso Brasileiro de Entomologia. Sociedade Entomológica do Brasil, Caxambu, p.129.
- FERREIRA, P.S.F., PAULA, A.S. & MARTINS, D.S. 1995b. Análise faunística de Lepidoptera Arctiidae em área de reserva natural remanescente de floresta tropical em Viçosa, Minas Gerais. An.Soc.Ent.Brasil 24: 123-139.
- FERREIRA, P.S.F. & ROSSI, D. 1979. Catálogo das espécies de Miridae (Hemiptera) de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. Experientiae 25: 131-157.
- GALVÃO, M.V. 1967. Regiões bioclimáticas do Brasil. Revta Bras.Geogr. 29: 3-36.
- GRIFFITH, J.J., CASTRO, P.S. & RIBEIRO, J.C. 1979. Levantamentos básicos e recomendações de manejo para a reserva denominada "Mata da Prefeitura": relatório provisório. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 86p.
- NESSIMIAN, J.L. & BOA NOVA, L. 1987. Levantamento preliminar dos Homoptera Auchenorrhyncha da Restinga de Maricá, Rio de Janeiro. In XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Sociedade Brasileira de Zoologia, Juiz de Fora, p.52.
- NIELSON, M.W. 1985. Leafhoppers systematics. In The leafhoppers and planthoppers (L.R. Nault & J.G. Rodríguez, eds.). Wiley, New York, p.11-39.
- NIMER, E. 1977. Clima. In Geografia do Brasil. Região Sudeste (C. Goldenberg, ed.). IBGE, Rio de Janeiro, p.51-89.
- OMAN, P.W. 1938. A contribution to the classification of South American agallian leafhoppers. Ann.Carn.Mus. 25: 351-460.
- PAULA, A.S. 1996. Biodiversidade e análise faunística da heteropterofauna da Mata do Córrego do Paraíso, município de Viçosa, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- REZENDE, S.B. 1971. Estudo de cromo-topossequência em Viçosa, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SIEGEL, S. 1975. Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento. McGraw-Hill, São Paulo.
- SILVEIRA-NETO, S. & SILVEIRA, A.C. 1969. Armadilha luminosa modelo "Luiz de Queiroz". O Solo 61: 15-21.
- SILVEIRA-NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, D. & VILLA NOVA, N.A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. Ceres, São Paulo.
- VALVERDE, O. 1958. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. Revta Bras.Geogr. 20: 1-82.
- WITSACK, W. 1988. Dormancies in Auchenorrhyncha - prospective dormancies. In: VIDANO, C. & ARZONE, A. (Eds.). Proceedings of the 6th Auchenorrhyncha Meeting (C. Vidano & A. Arzone, eds.). Università di Torino, Torino, p.121-127.
- WOLDA, H. 1979. Abundance and diversity of Homoptera in the canopy of a tropical forest. Ecol.Ent.4: 181-190.
- WOLDA, H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. Am.Nat. 112: 1017-1045.
- WOLDA, H. 1980. Seasonality of tropical insects. I. Leafhoppers (Homoptera) in Las Cumbres, Panama. J.Anim.Ecol. 49: 277-290.
- ZANOL, K.M.R. & MENEZES, M. 1982. Lista preliminar dos cicadelídeos (Homoptera, Cicadellidae) do Brasil. Iheringia, ser. Zool. 61: 9-65.

Título: Flutuação populacional de *Agallia incongrua* Oman, 1938 (Hemiptera: Cicadellidae) em Viçosa, Minas Gerais, Brasil

Autora: Luci Boa Nova Coelho, Elidiomar Ribeiro Da-Silva

Biota Neotropica, Vol. 3 (número2): 2003
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?short-communication+BN00303022003>

Recebido em: 29/04/2003 - Revisado em: 18/05/2003
Publicado em: 01/07/2003

ISSN 1676-0603