



JULIANE MARIA FERNANDES BELLAVER

**EFEITO DE BORDA E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE BORBOLETAS
FRUGÍVORAS EM FRAGMENTOS DE MATA PALUDOSA NA PLANÍCIE
COSTEIRA NORTE DO RIO GRANDE DO SUL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientadora: Prof. Dra. Helena Piccoli Romanowski

Co-orientador: Dr. Cristiano Agra Iserhard

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2012

**EFEITO DE BORDA E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE BORBOLETAS
FRUGÍVORAS EM FRAGMENTOS DE MATA PALUDOSA NA PLANÍCIE
COSTEIRA NORTE DO RIO GRANDE DO SUL.**

JULIANE MARIA FERNANDES BELLAVER

Aprovada em ____ de _____ de 2012.

Prof. Dr. Milton de Souza Mendonça Jr.

Dra. Aline Barcellos Prates dos Santos

Dr. Danilo Bandini Ribeiro

Dedico este trabalho ao meu futuro marido Márcio Torres pelo carinho e dedicação; e ao meu co-orientador e amigo Cristiano A. Iserhard, a pessoa mais apaixonada pelo mundo das borboletas que eu já conheci.

AGRADECIMENTOS

São várias as pessoas que gostaria de dar um abraço bem apertado em forma de agradecimento por este manuscrito, pois sem algumas eu nada seria e sem outras, eu não teria conseguido concluir este trabalho.

Gostaria de agradecer, imensamente, aos meus pais que suportaram minha ausência durante todo este tempo com muito carinho. Sou grata pela educação que me deram, pelos ensinamentos, pelo amor despendido, pela compreensão e pelo apoio às minhas escolhas como a minha profissão. Pai, tu és sinônimo de garra, paciência e amor ao próximo; mãe, tu és muito guerreira! Se teu objetivo era me passar toda tua garra e perseverança, tu conseguistes! Sou muito feliz em ter os melhores pais do mundo.

À professora Helena P. Romanowski pela compreensão, empenho, oportunidades e contribuição concedidos. Também agradeço, pelos ensinamentos transmitidos e por ter aceitado me orientar.

Às famílias Torres e Lerin, pela atenção, carinho e preocupação sempre concedidos. Sou feliz em fazer parte da família de vocês.

Ao programa de Pós-Graduação em Biologia Animal e à UFRGS, pela contribuição na realização deste trabalho. À CAPES pela bolsa concedida e ao CNPQ – Sisbiota (RedeLep) pela verba das amostragens de campo.

À dona Marlene do seminário de Dom Pedro de Alcântara, pela simpatia e ajuda concedida; ao centro Ecológico; aos proprietários dos 12 fragmentos de mata Paludosa; ao diretor de Itapeva Paulo Grubler e à SEMA pela liberação da licença em Itapeva.

À Carla Penz e ao Phil DeVries pela recepção em New Orleans, pela extrema ajuda concedida, conselhos, estadia e contribuição ao trabalho.

Ao Ricardo Dobrovolski e Andreas Kindel pelas informações e fornecimento dos mapas da região; ao Dr. Olaf Mielke, Carla Penz, Diego Dolibaina, Fernando Dias, Eduardo de Proença Barbosa, Noemy Seraphim Pereira, Curtis Callaghan e Alfred Moser pelas identificações de alguns espécimes; ao professor Leandro Duarte pela contribuição com a parte analítica do trabalho.

Ao meu querido namorado e futuro marido Márcio Torres, pela extrema contribuição nas paludosas, por ter ‘pegado junto’ comigo durante todo este tempo e por estar sempre ao meu lado incondicionalmente. Só eu sei o quanto foste importante nos campos, participando de todos e sempre suportando as quedas em valas, barros, poças, com o carro. Participaste, sempre, com muita dedicação, hiperatividade e muito entusiasmo. Obrigada por sempre ter acreditado em mim, por ter suportado minha ausência, minha impaciência e angústia, bem presentes durante o período do mestrado. És meu porto-seguro, meu grande amigo e meu grande amor! Obrigada, de coração, por tudo; tu és exemplo de caráter e de grande coração! Estarei sempre torcendo e acreditando em ti em toda minha vida!

Às minhas grandes e eternas amigas: Poliana Gurak, Aline Nondillo e Adriana Perini, mesmo distantes, só o fato de tê-las como amiga fazem de mim e da minha vida melhores. Guardo-as sempre em meu coração!

Ao meu grande co-orientador e amigo, Cristiano A. Iserhard pelo incentivo a trabalhar na mata paludosa, pela insubstituível e exímia orientação que me deste. Transmitiu-me parte de sua paixão e conhecimento destes insetinhos tão simpáticos que são as borboletas sempre acreditando em mim. Foste um ombro amigo e profissional dando-me segurança nos momentos mais tensos do mestrado. Risadas, mangolices e palhaças também foram muito frequentes, obrigada! A ti devo grande parte desta realização! Minha admiração por ti é gigantesca! És um tipo de pessoa rara de se encontrar hoje em dia.

Um agradecimento mais que especial aos auxílios que obtive nos campos: Jessie mendigo da foto, grande presença e contribuição na abertura de trilhas, amostragem e na preparação das iscas; Chambão, excepcional ajuda, também és uma grande figura, dos campos saiu um momento memorável do engasgamento com a carne de churrasco; Maury, grande amigo (é nestas horas que vemos os amigos de verdade); Ana Kristina Titina-explicação, grande companheira, grande amiga e muito esforçada em fazer o melhor trabalho do mundo, sou muito grata à contribuição que deste durante todo o período do mestrado (o banho de chuva e a armadeira que ganhamos de presente do Márcio são bons momentos para ficar na memória); Pablo armadeira, tua contribuição foi gigantesca, nunca irei esquecer. Patrick, grande

contribuição no reconhecimento das áreas e parceria nos atolamentos; Nicolás o homem-vala, há pouco tempo tinha entrado no lab se dispôs a ir ao campo, sou muito grata pela ajuda; Beatriz, muito querida, destes uma boa contribuição aos campos; Luiza Uou, grande persistência e coragem para enfrentar a paludosa que é um grande desafio; Andressa costurinha, contribuição em 2 campos e preparação das iscas/materiais, sempre muito solícita; Cris blefe 'mestre borboleteiro' (segundo o Pablo), sou imensamente grata pela segurança, pela colocação do carro (agradecimento à Tina também) e pelos ensinamentos; Márcio sinforoso, ajuda essencial, participaste de todos os campos, sempre dando um jeito com teu trabalho, sem se importar com o cansaço, serei eternamente agradecida. Acredito que as histórias sobre a bússola, a perna da cadeira quebrada e o 'fragmento caro parrado' ficarão na memória de todos. Foram inúmeros os apelidos que ganhei nos campos: gringa, polaca, pomarola, paulista, bisnaga, lua-cheia... E por aí vai! Mais uma vez, muito obrigada a todos e espero conseguir recompensá-los de alguma forma. Tenho certeza que a paludosa não será inesquecível apenas para mim.

Ao laboratório de Ecologia de Insetos, pela recepção que tive no momento que entrei no lab, pelas longas risadas, descontrações e pelas rodadas de cevas decorrentes ao longo destes 2 anos. Ao Ricardo (Salsicha) pela atenção, auxílio, parceria e pelas risadas, sentirei muito tua falta; à Maria Ostília, pelas longas conversas, conselho e atenção que me deste ao longo destes anos; ao Nicolás, pelas conversas e conselhos e a Lidi, pela parceria e amizade.

Aos colegas de mestrado e laboratórios vizinhos, em especial à Carolina, Danessa, Rosângela e Sabrina, pela parceria, conselhos e apoio.

Ao André Freitas pelos conselhos e atenção concedidos em minhas visitas à UNICAMP; aos guris do laboratório do André, sempre muito queridos e com admiráveis trabalhos, deram-me boas contribuições.

Ao meu time do coração que me deu exemplo de força, garra e determinação. Tive o privilégio de vê-lo ser campeão da Libertadores da América durante o período do mestrado. As idas ao Gigante da Beira Rio, torcendo e vendo a garra de alguns jogadores, eternizados na memória de muitos colorados, foram excepcionais até para o andamento do meu trabalho; quem é torcedor de verdade sabe, força e honra sempre!

Um agradecimento especial às pessoas que mesmo não citadas, contribuíram de uma forma ou de outra fazendo dos meus dias melhores.

SUMÁRIO

Resumo.....	xi
Introdução.....	1
1. Apresentação.....	1
2. <i>Trabalhos e as borboletas no Rio Grande do Sul.....</i>	1
3. <i>Borboletas.....</i>	2
4. <i>Borboletas frugívoras.....</i>	2
5. <i>Fragmentação e efeito de borda.....</i>	3
6. <i>Mata Atlântica.....</i>	5
7. <i>Borboletas na Mata Atlântica e conservação.....</i>	6
8. <i>Matas Paludosas.....</i>	6
9. <i>Hipóteses de trabalho.....</i>	7
Objetivos.....	8
1. <i>Geral.....</i>	8
2. <i>Específicos.....</i>	8
Resultados Gerais.....	9
Referências Bibliográficas.....	11
Artigo 1 - Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) registradas em Matas Paludosas e Matas de Restinga na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul, Brasil.....	20
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	23
1. <i>Área de Estudo.....</i>	23
2. <i>Amostragem.....</i>	23
3. <i>Elaboração da Lista de Espécies.....</i>	24
Resultados e Discussão.....	24
Agradecimentos.....	26
Referências Bibliográficas.....	27
Legenda da Figura.....	32
Artigo 2 - Efeito de borda e estruturação das assembleias de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa no Sul do Brasil.....	39
Introdução.....	41
Material e Métodos.....	42
1. <i>Área de Estudo.....</i>	43
2. <i>Amostragem.....</i>	43

3. <i>Análise Estatística</i>	43
Resultados.....	44
Discussão.....	45
Agradecimentos.....	48
Referências Bibliográficas.....	49
Legenda das Figuras.....	54
Considerações Finais.....	64
Apêndice.....	66

Resumo

Uma das consequências do processo de fragmentação de biomas florestais é o aumento na proporção de áreas de borda das florestas. Os efeitos dessas alterações – chamados de efeitos de borda - geram modificações na estrutura das comunidades de invertebrados. As borboletas são consideradas um excelente grupo indicador da qualidade ambiental. Entretanto, há carência de estudos que indiquem possíveis mudanças na composição desse grupo através do efeito de borda. O presente estudo teve como objetivos: (i) testar o efeito de borda nas comunidades de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa (ii) verificar influências da distância e do tamanho dos fragmentos com a composição e abundância de borboletas (iii) avaliar diferenças e a influência de fatores abióticos na distribuição de borboletas (iv) gerar uma lista de espécies para os ambientes estudados através de uma compilação de dados pregressos (ano de 2005) com os dados gerados nas amostragens do presente trabalho. As amostragens ocorreram em fragmentos de Mata Paludosa e de matas de Restinga na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul. As amostragens do ano de 2005 foram realizadas em um fragmento de Mata Paludosa e três áreas de Restinga através das metodologias de rede entomológica e armadilhas. As amostragens com redes tiveram, para cada ocasião amostral, duração de cinco dias, com esforço padronizado em três horas/amostrador. Já para o segundo método, um grupo três de armadilhas foi disposto formando uma Unidade Amostral (UA). Cada uma destas permaneceram instaladas durante 48 horas na Mata Paludosa e na Mata de Restinga. Para as amostragens do presente estudo (2011), foram escolhidos dez fragmentos, nos quais quatro UAs foram delimitadas, sendo duas na borda e duas no interior, com três armadilhas em cada. As UAs foram dispostas em duas transecções lineares, cada uma com 50 metros de extensão e separadas por 100 metros. Em cada fragmento, variáveis abióticas foram registradas. Os resultados obtidos foram testados em relação à abundância, riqueza, composição de espécies e variáveis abióticas. Com um total de 10560 horas de esforço amostral, 342 indivíduos e 29 espécies de borboletas frugívoras foram registradas. Para a lista de espécies, a compilação dos dados totalizou 205 espécies para ambientes de Mata Paludosa e de Restinga. Novos registros foram encontrados para o RS com um total de 21 espécies e 37 novos registros para a Mata Atlântica no Estado. As curvas de acúmulo obtidas não atingiram a assíntota, porém, com uma maior ascendência na borda. A riqueza de espécies não apresentou diferenças significativas para estes ambientes. Resultados diferentes foram encontrados quando a composição de espécies foi comparada entre a borda e o interior através dos índices de similaridade de Morisita ($p < 0,01$) e Jaccard ($p = 0,05$). O teste multivariado Simper também encontrou diferenças apresentando alta dissimilaridade (88,44%) com três táxons explicando grande parte da variação encontrada na composição de espécies dos fragmentos. A borda, notadamente, foi significativamente ($p < 0,01$) mais abundante em relação ao interior com espécies associadas a habitats generalistas. Os fragmentos mais próximos mostraram maior similaridade em relação à composição de espécies. Este padrão encontrado reforça as discussões existentes entre as teorias vigentes de fragmentação, pois alguns fragmentos, embora pequenos, podem estar contribuindo para a conexão de espécies entre tais remanescentes mais próximos. Não houve relação entre a comparação do tamanho dos fragmentos e a abundância, indicando que o número de indivíduos é independente do tamanho dos fragmentos. As variáveis ambientais obtidas foram significativamente diferentes ($p < 0,01$) quando borda e interior foram comparados, mostrando diferenças nas condições ambientais. Porém, não houve correlação representativa quando a composição de espécies e variáveis abióticas foram testadas. Os padrões encontrados neste trabalho indicam que o efeito de borda foi evidenciado a partir de diferenças representativas entre a borda e o interior. Alguns resultados importantes também foram verificados a partir do processo da fragmentação de florestas contribuindo, portanto, para um conhecimento mais abrangente de determinados parâmetros de diversidade.

Introdução

1. Apresentação

O presente trabalho será apresentado na forma de artigo, conforme a resolução nº 23/2009, artigo 43, parágrafo único do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UFRGS. Primeiramente, será introduzido um panorama geral dos principais assuntos da dissertação, com a descrição dos objetivos e uma rápida síntese dos resultados obtidos. Seguidamente, serão apresentados os capítulos I e II que tratam dos artigos desenvolvidos. O primeiro artigo apresenta uma listagem de espécies de borboletas de Matas Paludosas e de Restinga na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul, compilada através de dados obtidos em 2005 e 2011 através de amostragens com redes entomológicas e armadilhas com iscas atrativas para borboletas frugívoras. O segundo artigo aborda o tema principal, juntamente com a parte analítica do trabalho, avaliando o efeito de borda e aspectos da fragmentação na composição e nos padrões de diversidade das espécies de borboletas frugívoras em diferentes fragmentos de Mata Paludosa. O primeiro manuscrito será submetido para publicação na Biota Neotropica e o segundo em um periódico internacional. A última parte apresenta as conclusões gerais da dissertação.

2. Trabalhos e as borboletas no Rio Grande do Sul

Projetos acerca de borboletas no Rio Grande do Sul vêm sendo desenvolvidos desde 1996 pelo Laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul através do Programa “Borboletas do Rio Grande do Sul”. Este programa vem realizando inventários e análises de diversidade de borboletas ocorrentes em diversas regiões do Estado com o objetivo de conhecer a ocorrência e distribuição deste grupo de insetos, além de fornecer subsídios para a sua conservação e dos ambientes aos quais eles se associam.

Alguns estudos do Programa “Borboletas do Rio Grande do Sul” contemplaram a região nordeste do Estado incluindo diferentes formações de Mata Atlântica. Tais estudos abordaram diferentes enfoques, desde inventários rápidos até análise de diversidade e monitoramento de borboletas ao longo do tempo. Dentre eles pode-se citar a (i) publicação de uma listagem de espécies, (ii) uma avaliação da fauna de borboletas ao longo de um gradiente altitudinal e em diferentes ambientes em uma região de Mata Atlântica no município de Maquiné (Iserhard 2003, Iserhard & Romanowski 2004, Iserhard 2009), (iii) análise da diversidade de borboletas frugívoras com armadilhas atrativas em um ambiente de Mata Atlântica no Vale do rio Maquiné (Teixeira 2008, Santos et al. 2011), (iv) estudos de diversidade de borboletas das superfamílias Papilionoidea e Hesperioidea através de amostragens com redes entomológicas e de borboletas frugívoras com amostragens com armadilhas atrativas em ambientes de reflorestamento de *Pinus elliotii* em campos de altitude e matas nativas de Floresta Ombrófila Mista

na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (Iserhard 2009, Quadros 2009, Romanowski et al. 2009, Iserhard et al. 2010, Santos 2010, Santos et al. 2011, Marchiori 2012). Um breve levantamento da riqueza de borboletas com diferentes metodologias de amostragem em um fragmento de mata paludosa já foi realizado no Parque Estadual de Itapeva, em Torres, onde encontrou-se espécies associadas apenas àquela região (Iserhard et al. 2005, capítulo 1 desta dissertação).

3. Borboletas

A ordem Lepidoptera é a segunda maior entre os insetos com cerca de 146.000 espécies descritas (Heppner 1991). No Brasil, ocorrem, aproximadamente, 71 famílias de lepidópteros, englobando mais de 26.000 espécies. Entre estas, cerca de 3.280 são espécies de borboletas (Beccaloni & Gaston 1995, Brown & Freitas 1999). De acordo com a última compilação elaborada por Morais et al. (2007), são registradas para o Rio Grande do Sul 769 espécies, mas estima-se que este valor possa ultrapassar 1000 espécies de borboletas.

As borboletas pertencem às superfamílias Papilionoidea e Hesperioidea e se subdividem em seis famílias: Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae. A história natural destes organismos na região Neotropical é relativamente bem conhecida, quando comparada a outros grupos de insetos; são conspícuas, relativamente fáceis de amostrar, possuem alta riqueza de espécies e abundância. Além disso, têm importância em pesquisas sobre biogeografia, evolução, migração, fisiologia, estudos de comportamento, interações inseto/planta, entre outras (Brown 1992).

As borboletas possuem íntima correlação ao tipo de vegetação (New et al. 1995), alta fidelidade e associação a microhabitats e, também, a paisagem como um todo (Simonson et al. 2001). Espécies raras e grupos indicadores fornecem informações a respeito de áreas preservadas, pois pequenas alterações no ambiente podem levar as populações destas espécies a entrar em declínio (Pollard & Eversham 1995, Brown & Freitas 1999, 2000a). Portanto, são consideradas um grupo indicador da qualidade ambiental (Beccaloni & Gaston 1995, Brown 1996, New 1997) e indicadoras de diversidade (Freitas et al. 2006).

A história natural de borboletas é bem conhecida quando comparada a outros grupos de insetos neotropicais (DeVries 1987, Nelson & Andersen 1994) e são consideradas um grupo ideal para estudos com efeitos de fragmentação florestal (Bonebrake et al. 2010). Dessa forma, são potencialmente promissoras para detecção de padrões de diversidade e conservação de habitats (DeVries 1987, Brown 1991). Além disso, possuem um grande apelo popular favorecendo o fortalecimento de sua conservação (New et al. 1995). Portanto, estudos que envolvam borboletas e ambientes alterados contribuem para a conservação do grupo e para avaliação da magnitude dos danos ambientais.

4. Borboletas frugívoras

Borboletas podem ser separadas em duas guildas, de acordo com o modo de alimentação dos adultos (DeVries 1987): 1 - borboletas que se alimentam de néctar: Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae, Hesperidae e as subfamílias de Nymphalidae: Libytheinae, Danainae, Heliconiinae, Limenitidinae, Apaturinae e Nymphalinae (exceto tribo Coeini); 2 – borboletas que se alimentam de frutas fermentadas, exsudações de plantas e animais em decomposição: as demais subfamílias de Nymphalidae (Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae (tribo Coeini) (Wahlberg et al. 2009).

Alguns subgrupos de Nymphalidae são eficazes previsores da riqueza de espécies total de borboletas na Mata Atlântica (Brown & Freitas 2000b) e constituem opções adequadas para estudos espaço-temporais a longo prazo e em gradientes de perturbação (De Vries & Walla 2001), podendo ser aplicados satisfatoriamente em programas de monitoramento ambiental (Freitas et al. 2003) o que constitui um dos elementos vitais a qualquer projeto de conservação (Kremen et al. 1994).

As borboletas frugívoras apresentam algumas vantagens práticas na amostragem que facilitam o estudo de suas populações. Elas são facilmente capturadas em armadilhas contendo isca de fruta fermentada, de modo que a amostragem pode ser simultânea e o esforço pode ser padronizado em diferentes áreas e meses durante o ano (DeVries & Walla 2001).

5. Fragmentação e efeito de borda

O principal efeito destrutivo de origem antrópica em paisagens é a perda de habitat e, posteriormente, a conversão de habitats intactos para remanescentes, frequentemente, degradados com uma ampla matriz circundante (Bossart & Opuni-Frimpong 2009). O processo de fragmentação tem sido um assunto central desde que trabalhos em campo iniciaram; entretanto, ainda há carência de evidências em campo (Harrison & Bruna 1999). A fragmentação de biomas florestais pode influenciar uma série de componentes ecológicos, como a diversidade de espécies (Murcia 1995) e cria barreiras para a dispersão (Mader 1984). Uma das consequências desse processo é o aumento da proporção da borda para um interior de floresta intacto gerando mudanças estruturais e expondo organismos que estão no fragmento para as condições de um ecossistema diferente; estas alterações são chamadas de ‘efeito de borda’.

O efeito de borda se caracteriza por uma interação entre dois ecossistemas adjacentes onde ambos estão separados por uma abrupta transição também referida como ecótono (Murcia 1995, Odum 1988). O microambiente numa borda de fragmento florestal também é diferente daquele do interior da floresta. Entre alguns dos efeitos de borda mais importantes estão o aumento do nível de radiação solar, a temperatura, a umidade e o vento (Kapos 1989, Bierregaard et al. 1992). Essas alterações modificam a composição de várias comunidades bióticas, afetando diversos processos biológicos como interações entre espécies (Laurence 2000). Nesses

ambientes adjacentes, podem ser encontradas espécies exclusivas e uma maior diversidade em relação ao interior das comunidades adjacentes mais homogêneas. Portanto, o efeito de borda depende também da qualidade da matriz, como alternativa para as espécies (Medellin & Equihua 1998, Pardini et al. 2000) ou como uma fonte potencial de invasão por espécies exóticas nos remanescentes (Parsons 1972, Lynam 1997). Com o aumento da fragmentação, os fragmentos tornam-se cada vez mais irregulares e menores aumentando o domínio do habitat da borda (Ries & Sisk 2004).

Resultados de vários estudos confirmam que muitas espécies respondem para o habitat “borda” de diferentes formas. Algumas espécies podem mostrar aumento, diminuição ou nenhuma mudança em sua abundância. Estas variações podem ser devido a mudanças dos fatores bióticos ou abióticos (Murcia 1995). Uma compilação realizada por Ries (2004) considerando a diversidade e abundância encontrada em ambientes de borda para invertebrados encontrou, na maioria dos estudos, uma resposta neutra, ou seja, padrões não foram encontrados para a diversidade e abundância. Entretanto, os padrões diferem para cada grupo de invertebrados (Bolger et al. 2000). Bossart & Opuni-Frimpong (2009) estudaram o impacto do efeito de borda em comunidades de borboletas frugívoras em três fragmentos de diferentes tamanhos. Dentre os principais resultados, encontraram maior abundância na borda e maior riqueza no interior em duas áreas. Alguns efeitos de invertebrados associadas à borda, também chamados de ‘efeito cascata de borda’ são comumente citados na literatura e a borboleta *Lopinga achine* (Scopoli, 1763) é utilizada como exemplo. Esta espécie é frequentemente encontrada em ambientes próximos a borda porque a planta-hospedeira de seu estágio larval é amplamente distribuída em ambientes abertos (Bergman 1999).

Trabalhos evidenciando efeitos de fragmentação com invertebrados mostraram diversos padrões ecológicos quanto à composição, riqueza e abundância de espécies (Uehara-Prado et al. 2009); para a Mata Atlântica, a guilda de borboletas frugívoras foi utilizada para detectar alterações com efeitos deletérios da fragmentação. Uehara-Prado et al. (2007) encontrou diferenças em relação à composição de espécies entre uma área contínua (preservada) e uma área fragmentada, porém, divergências não foram encontradas quando a riqueza de espécies foi comparada. Alterações também foram constatadas quando uma área com elevando grau de distúrbios foi comparada com uma área intacta da mesma floresta; a riqueza e abundância de espécies foram maiores para a área com distúrbio (Uehara-Prado et al. 2009). Um estudo recente de Ribeiro et al. (2012) mostrou que escalas menores da vegetação da matriz dos fragmentos são mais efetivas para explicar a abundância da maioria das espécies de borboletas frugívoras e que diferentes tipos de vegetação são correlacionados com a abundância de diferentes espécies. Ribeiro et al. (2008) também evidenciou uma grande variabilidade na composição de espécies entre fragmentos, enquanto a riqueza de espécies não apresentou diferenças.

As primeiras evidências de habitats de borda ocorreram no início do século XX por Clements (1907) com a introdução do termo 'ecótono'. A influência dessas "zonas de transição" sobre a fauna e flora selvagem tem sido observada ao longo de décadas, com Leopold (1933) usando o termo 'efeito de borda' para descrever o aumento de espécies de caça em paisagens fragmentadas. Outras explicações relatando o aumento da diversidade perto das bordas (Lay 1938, Johnston 1947) adicionaram a concepção que bordas eram boas para as espécies e sua criação foi frequentemente recomendada em manejos (Harris 1988, Yahner 1988). As boas observações constatadas de ambientes com borda começaram a mudar no final dos anos 70 com a descoberta de altas taxas de predação e parasitismo em ninhos perto da borda em algumas espécies de aves (Gates & Gysel 1978, Chasko & Gates 1982). Considerando este padrão e o aumento de número de aves encontradas em ambientes perto das bordas, levou muitos pesquisadores concluir que florestas com bordas eram verdadeiras 'armadilhas ecológicas' (Gates & Gysel 1978). Outras contribuições destrutivas foram encontradas para a borda, associando-a a ambientes com pouca qualidade para espécies especialistas (Mills 1995, Burke & Nol 1998) e de invasão de espécies exóticas em habitats preservados (Morgan 1998, Honnay et al. 2002). Estas questões contribuíram para as concepções e conhecimentos estabelecidos atualmente sobre bordas, sobretudo as de origem antrópica (Harris 1988, Saunders et al. 1991).

Apesar da noção de que a borda se caracteriza por efeitos deletérios à biota dos fragmentos florestais, há pouco consenso sobre o que é uma borda, como medir efeitos de borda ou como elas são (Murcia 1995). Como há, cada vez mais, aumento do processo de fragmentação e, conseqüentemente, formação desses ambientes, torna-se importante entender como as espécies respondem às condições deste novo habitat (Haila et al. 1994).

6. Mata Atlântica

A Mata Atlântica constituía a segunda maior floresta tropical úmida do Brasil. Está situada na costa leste do Brasil e estende-se do Estado do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul cobrindo uma distância de, aproximadamente, 3000 km (Silva & Leitão-Filho 1982). Ao longo de sua extensão, os remanescentes florestais ocorrem de forma isolada devido ao intenso processo de devastação que é resultado de séculos de exploração humana (Rocha et al. 2003). Durante os últimos 500 anos, 90% da floresta original foi antropizada (Câmara 1991, Ribeiro et al. 2009).

O bioma Mata Atlântica é um complexo de diferentes formações, incluindo a Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e enclaves florestais do Nordeste (Decreto Federal nº 750/93) (Figura 1). Existem definições de Mata Atlântica mais restritivas entre Mata Atlântica *strictu sensu* formada pela floresta ombrófila e floresta estacional semidecídua associada a "Serra do

Mar” e “Serra Geral” e Mata Atlântica *latu sensu* tendo a primeira como núcleo, mas englobando a Floresta Ombrófila Mista e outros ecossistemas associados. É considerada um hotspot de diversidade e possuidora de alta taxa de endemismos (Myers et al. 2000, Brown & Freitas 2000a) e enquadra-se nas formações florestais mais complexas do Brasil, devido à sua diversidade, clima e vegetação (Rizzini 1997, Brown & Freitas 2000a). Dada sua localização junto à costa do país, a constante exploração de seus recursos naturais e sua substituição por áreas de agricultura e pastagem, a Mata Atlântica acabou por ser dizimada em grande parte. Atualmente, restam apenas cerca de 9% (52.000 km²) de sua extensão original (Câmara 1991) (Figura 2). No Rio Grande do Sul, a área original deste bioma era de aproximadamente 11 milhões de hectares, representando 39,7% da cobertura florestal do Estado. Atualmente a área compreende cerca de 750 mil hectares, representando apenas 2,69% da cobertura original (Fundação SOS Mata Atlântica 1998).

7. Borboletas na Mata Atlântica e conservação

A região da Mata Atlântica possui uma fauna de borboletas muito diversa, representando cerca de 2/3 das espécies brasileiras, muitas das quais raras e difíceis de encontrar (Brown 1996). Ao contrário da maioria das espécies da Floresta Amazônica, grande parte das populações de borboletas da Mata Atlântica encontra-se hoje em fragmentos menores que 1.000 hectares (Brown 1996, Brown & Freitas 2000a,b). Nesses ambientes complexos e variáveis, a instabilidade local das populações é muito alta fazendo com que as comunidades de borboletas estejam sempre em fluxo (Brown & Freitas 1999, 2000a,b, 2003).

A fragmentação de habitat, a degradação e a destruição das paisagens naturais são as causas mais importantes para o declínio nas assembléias de borboletas (New et al. 1995, New 1997). Entretanto, vários grupos de borboletas parecem ser especialmente resistentes aos efeitos da fragmentação do habitat (Brown 1997, Lewis 2001). Muitos estudos sobre os efeitos da perda de habitat, fragmentação e perturbação focaram lepidópteros em florestas tropicais (Singer & Ehrlich 1991, Daily & Ehrlich 1995, Brown & Hutchings 1997, Shahabuddin & Terborgh 1999, Fermon et al. 2000, Ghazoul 2002, Hamer et al. 2003, Schulze et al. 2004, Uehara-Prado et al. 2007, Ribeiro et al. 2008, Uehara-Prado et al. 2009, Ribeiro et al. 2012), pois este grupo é adequado para avaliação ambiental (Brown 1991, Kremen et al. 1994, Sparrow et al. 1994, New 1997, Brown & Freitas 2000a, 2003).

8. Matas Paludosas

As matas paludosas, também conhecidas como brejos, matas brejosas, palustres ou higrófilas caracterizam-se por apresentar alagamento permanente ou temporário, sendo as margens pouco definidas e o solo rico em matéria orgânica vegetal (Rambo 2005). Nestes ambientes, o acúmulo de matéria orgânica vegetal no sedimento combinado com condições desfavoráveis à decomposição aeróbica, como excesso de água, ausência de oxigênio e reação ácida, facilitam o processo de umidificação (Villwock et al. 1980). Segundo Joly et al. (1991) as

matas palustres das restingas costeiras do Sudeste e Sul do Brasil estão inseridas no bioma Mata Atlântica e, portanto, estão sob proteção da legislação ambiental (lei n° 4.771), que as classifica como Áreas de Preservação Permanente. Na planície costeira do Rio Grande do Sul, as Matas Paludosas estão presentes em formas insulares, geralmente adjacentes às matas arenosas (Rambo 2005).

Estão ameaçadas, principalmente, pela agricultura, especulação imobiliária e criação de gado. A maioria dos poucos remanescentes que ainda restam estão sendo modificados, estruturalmente, pela captação de água e utilização desta em grandes arrozais. Entretanto, são caracterizadas por abrigar algumas espécies endêmicas e constituem ecossistemas muito pouco estudados (Kindel 2002). Dessa forma, a realização de estudos é imprescindível para gerar conhecimento desta formação de Mata Atlântica visando sua conservação antes que a rápida devastação desconfigure totalmente este importante ecossistema.

9. Hipóteses de trabalho

A partir de teorias ecológicas de fragmentação e efeito de borda vigentes, esperava-se encontrar mudanças na composição, riqueza e abundância de borboletas frugívoras a partir da borda para o interior dos fragmentos estudados. Esperava-se, também, que a riqueza e abundância de borboletas fossem menores dentro da mata e que a composição de espécies fosse se modificar substancialmente entre a borda e o interior, principalmente pela substituição de espécies associadas a estas manchas florestais por espécies euritópicas de hábitos generalistas.

Para efeitos da abundância e composição de espécies relacionadas com a área e a distância dos fragmentos, esperava-se que fragmentos menores possuiriam menor número de indivíduo e que uma maior similaridade fosse encontrada entre fragmentos mais próximos. Em relação à influência de variáveis abióticas na fauna de borboletas frugívoras, esperava-se haver diferenças entre a borda e o interior de acordo com teorias de efeito de borda vigentes que preveem maior exposição na borda para estas variáveis.

Objetivos

1. Geral

Verificar o efeito de borda nas comunidades de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul e gerar uma listagem de espécies de borboletas amostradas com diferentes metodologias nesta região.

2. Específicos

1. Avaliar riqueza, abundância e composição de espécies de borboletas em fragmentos de Mata Paludosa.
2. Verificar se há efeito de borda na estrutura das comunidades de borboletas frugívoras.
3. Verificar relação entre a abundância de espécies com a área dos fragmentos.
4. Testar similaridade entre a composição de espécies de borboletas e a distância entre os fragmentos.
5. Avaliar diferenças nas variáveis abióticas e testar possíveis relações com a distribuição das espécies de borboletas frugívoras.

Resultados Gerais

- ✓ O esforço amostral total foi de 10920 horas para a amostragem com armadilhas de isca atrativa para borboletas frugívoras e de 360 horas para a amostragem com redes entomológicas.
- ✓ Para a listagem de espécies nas Matas Paludosas e de Restinga foram registradas 205 espécies de borboletas distribuídas em seis famílias e 19 subfamílias.
- ✓ Novos registros foram encontrados através da listagem de espécies: 21 espécies para o Rio Grande do Sul e 37 espécies para a Mata Atlântica no Estado (sete Nymphalidae, 15 Hesperidae, nove Lycaenidae e seis Riodinidae).
- ✓ Um total de 342 indivíduos e 29 espécies (17 espécies de Satyrinae, seis de Charaxinae, quatro de Biblidinae e duas de Nymphalinae) de borboletas frugívoras foram encontradas somente para as amostragens do ano de 2011 em 10 fragmentos de Mata Paludosa. Deste total, 26 espécies ocorreram na borda (com 11 espécies exclusivas) e 18 no interior (com três espécies exclusivas), sendo que estes dois ambientes compartilharam 15 espécies.
- ✓ As três curvas de acúmulo de espécies plotadas para a borda, interior e para ambos ambientes não atingiram a assíntota.
- ✓ A rarefação baseada por indivíduo não indicou diferenças quando os ambientes de borda e interior foram comparados.
- ✓ O teste de Mann-Whitney aponta diferença significativa entre o número de indivíduos registrados na borda e o número de indivíduos registrados no interior ($N=10$; $T=13$; $p=0,005$).
- ✓ Os resultados da análise de ordenamento NMDS indicam uma diferenciação entre a composição de espécies de borboletas frugívoras entre a borda e o interior em relação aos índices de similaridade Morisita e Jaccard. Entretanto, para o índice de similaridade Morisita, a separação entre a borda e o interior é mais evidente.
- ✓ O teste ANOSIM evidencia que a composição de espécies entre a borda e o interior difere significativamente (Jaccard $p=0,05$; Morisita $p=0,0009$).
- ✓ Os ambientes apresentaram dissimilaridade de 88,44% de acordo com os resultados obtidos pelo SIMPER com três táxons explicando a maior parte da variação na composição de espécies de borboletas frugívoras dos fragmentos.
- ✓ A distância geográfica entre os fragmentos apresentou uma correlação significativa com a composição de espécies ($p=0,02$) de acordo com o teste de Mantel.

- ✓ Avaliando a relação entre a área dos fragmentos e a abundância esperada, diferença significativa foi encontrada com o teste qui-quadrado ($p < 0,05$); avaliando individualmente, somente em 2 fragmentos diferenças significativas foram encontradas ($p < 0,05$).
- ✓ Analisando as variáveis abióticas (temperatura, umidade, velocidade do vento, luminosidade) entre a borda e o interior, diferenças significativas foram encontradas para todas as variáveis através do teste T ($p < 0,01$).
- ✓ O CCA mostrou uma separação de um grupo de espécies mais relacionado à variável umidade e de um grupo de espécies mais relacionado às variáveis luminosidade, velocidade do vento e temperatura. Entretanto, não houve correlação significativa quando a composição de espécies e as variáveis abióticas foram comparadas.

Referências Bibliográficas

De acordo com as normas da Revista *Biota Neotropica*

- BECCALLONI, G.W. & GASTON, K.J. 1995. Predicting species richness of Neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biol. Conserv.* 71(1):77-86.
- BERGMAN, K. O. 1999. Habitat utilization by *Lopinga achine* (Nymphalidae: Satyrinae) larvae and ovipositing females: implications for conservation. *Biol. Conserv.* 88:69–74.
- BIERREGAARD, R.O., LOVEJOY, T.E., KAPOV, V., SANTOS, A.A. & HUTCHINGS, R.W. 1992. The biological dynamics of tropical forest fragments. A prospective comparison of fragments and continuous forest. *Bioscienc.* 42:859-866.
- BOLGER, D.T., SUAREZ, A.V., CROOKS, K.R., MORRISON, S.A. & CASE, T.J. 2000. Arthropods in urban habitat fragments in Southern California: area, age, and edge effects. *Ecol. Appl.* 10(4):1230-1248.
- BONEBRAKE, T.C., PONISIO, L.C., BOGGS, C.L., EHRLICH, P.R. 2010. More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biol. Cons.* 143:1831-1841.
- BOSSART, J.L. & OPUNI-FRIMPONG, O. 2009. Distance from Edge Determines Fruit-Feeding Butterfly Community Diversity in Afrotropical Forest Fragments. *Environ. Entomol.* 38(1):43-52.
- BROWN, K.S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators (N.M. Collins & J.A. Thomas, eds). The conservation of insects and their habitats. Academic Press, Londres, p.350-404.
- BROWN, K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal (L.P.C. Morellato, ed.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas, p.142-186.
- BROWN, K.S. 1996. Diversity of Brazilian Lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness. (C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes, eds). Biodiversity in Brazil, a first approach. Instituto de Botânica/CNPq, São Paulo, p.223-253.

BROWN, K.S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Jour. Insec. Conserv.* 1:25-42.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 1999. Lepidoptera (C.R.F. Brandão & E.M. Canello, eds.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil*. São Paulo, FAPESP, p.225-245.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000a. Atlantic forest butterflies: indicators of landscape conservation. *Biotrop.* 32(4b):934-956.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000b. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Bol. Mus. Bio. Mello Leitão* 11(12):71-118.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2003. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Jour. Insec. Conserv.* 6:217-231.

BROWN, K.S. & HUTCHINGS, R.W. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian butterflies (W.F. Laurance & R.O. Bierregaard Jr., eds.). *Tropical forest remnants*. University of Chicago Press, Chicago, p.91-110.

BURKE, D.M. & Nol, E. 1998. Influence of food abundance, nest-site habitat, and forest fragmentation on breeding ovenbirds. *Auk* 115:96-104.

CÂMARA, I.G. 1991. Plano de Ação para a Mata Atlântica. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo.

CHASKO, GG & GATES, JE. 1982. Avian habitat suitability along a transmission-line corridor in an oak-hickory forest region. *Wildl. Monogr.* 82:1-41

CLEMENTS, FE. 1907. *Plant Physiology and Ecology*. Holt, New York.

DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 1995. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluation using butterfly trapping. *Biodiv. Conserv.* 4:35-55.

DEVRIES, P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, New Jersey.

DEVRIES, P.J. & WALLA, T.R. 2001. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biol. Jour. Lin. Soc.* 74(1):1-15.

FERMON, H., WALTERT, M., LARSEN, T.B., DALL'ASTA, U. & MÜHLENBERG, M. 2000. Effects of forest management on diversity and abundance of fruit-feeding nymphalid butterflies in south-eastern Côte d'Ivoire. *Jour. Insec. Conserv.* 4:173-189.

FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN, K.S. 2003. Insetos como indicadores ambientais (L. Cullen, R. Rudran & C. Valladares-Padua, eds). In *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, p.125-151.

FREITAS, A.V.L., LEAL, J.R., UEHARA-PRADO, M., IANNUZZI, L. 2006. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. In *Biologia da Conservação: Essências* (C.F.D. Rocha, H.G. Bergallo, M.V. Sluys & M.A.S. Alves, eds.). RiMa Editora, São Carlos, 15:357-384.

Fundação SOS Mata Atlântica, INPE & ISA. 1998. Atlas de Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no Período 1990-1995. São Paulo.

GATES, J.E. & GYSEL, L.W. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology* 59:871-83.

GHAZOUL, J. 2002. Impact of logging on the richness and diversity of forest butterflies in a tropical dry forest in Thailand. *Biodiv. Conserv.* 11:521-541.

HAILA, Y.I.K., HANSKI, J., NIEMELA, J., PUNTTILA, P., RAIVIO, S. & TUKIA, H. 1994. Forestry and boreal fauna: matching management with natural forest dynamics. *Ann. Zoo. Fen.* 31:187-202.

HAMER, K.C., HILL, J.K., BENEDICK, S., MUSTAFFA, N., SHERRATT, T.N., MARYATI, M. & CHEY, V.K. 2003. Ecology of butterflies in natural and selectively-logged forests of northern Borneo: the importance of habitat heterogeneity. *Jour. Appl. Ecol.* 40:150-162.

HARRIS, L.D. 1988. Edge effects and conservation of biotic diversity. *Conserv. Biol.* 2:330-32.

HARRISON, S. & BRUNA, E. 1999. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecog.* 22:225-232.

HEPPNER, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera*, Gainesville 2(1):1-85.

HONNAY, O., VERHEYEN, K. & HERMY, M. 2002. Permeability of ancient forest edges for weedy plant species invasion. *For. Ecol. Manag.* 161:109-22.

ISERHARD, C.A. & ROMANOWSKI, H.P. 2004. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea) da região do vale do Rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zoo.* 21(3):649-662.

ISERHARD, C.A. 2003. Levantamento da diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) e sua variação ao longo de um gradiente altitudinal em uma região de Mata Atlântica, município de Maquine, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ISERHARD, C.A. 2009. Estrutura e composição da assembléia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em diferentes formações da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Iserhard, C.A., Quadros, M.T., Romanowski, H.P. & Mendonça-Jr., M.S. 2010. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 10:1-13
<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n1/pt/abstract?article+bn02910012010> (último acesso em 23/12/2011).

- JOHNSTON, V.R. 1947. Breeding birds of the forest edge in Illinois. *Condor* 49:45-53.
- JOLY, C.A., LEITÃO-FILHO, H.F. & SILVA, S.M. 1991. O patrimônio florístico (I.G. Câmara, ed.). *Mata Atlântica*. Rio de Janeiro, p.94-125.
- KAPOS, V. 1989. Effect of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Jour. Trop. Ecol.* 5:173-185.
- KINDEL, A. 2002. Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do faxinal, Torres, RS. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- KREMEN, C., MERENLENDER, A.M. & MURPHY, D.D. 1994. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conserv. Biol.* 8:388-397.
- LAURENCE, W.F. 2000. Do edge effects occur over large spatial scales? *Trend. Ecol. Evol.* 15:134-135.
- LAY, D.W. 1938. How valuable are woodland clearings to birdlife? *Wilson Bull.* 50:254-56.
- LEOPOLD, A. 1933. *Game Management*. Charles Scribner's Sons. New York.
- LEWIS, O.T. 2001. Effects of experimental selective logging on tropical butterflies. *Conserv. Biol.* 15:389-400.
- LYNAM, A.J. 1997. Rapid decline of small mammal diversity in monsoon evergreen forest fragments in Thailand (W.F. Laurance & R.O. Bierregaard, eds.). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. The University of Chicago Press, Chicago, p.222-240.
- MADER, H.J. 1984. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields, *Biological Conservation* 29:81-96.
- MARCHIORI, M.O. 2012. Diversidade de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) em formações de Mata de Restinga e Mata de Araucária no Sul do Brasil: Sazonalidade, variação diária e eficiência amostral.

Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

MEDELLIN, R.A. & EQUIHUA, M. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, México. *Jour. Appl. Ecol.* 35:13-23.

MILLS, L.S. 1995. Edge effects and isolation: rebacked voles on forest remnants. *Conserv. Biol.* 9:395-402.

MORAIS, A.B., ROMANOWSKI, H.P., MARCHIORI, M.O., ISERHARD, C.A. & SEGUI, R. 2007. Mariposas, *Ciência & Ambiente. Fau. Neotrop. Aust.*, Santa Maria, nº 45.

MORGAN, J.W. 1998. Patterns of invasion of an urban remnant of a species-rich grassland in southeastern Australia by non-native plant species. *J. Veg. Sci.* 9:181-90.

MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trend. Ecol. Evol.* 10:58-62.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nat.* 403:853-857.

NELSON, S.M. & ANDERSEN, D.C. 1994. An assessment of riparian environmental quality by using butterflies and disturbance susceptibility scores. *South. Natural.* 39 (2):137-142.

NEW, T.R. 1997. Are Lepidoptera an effective "umbrella group" for biodiversity conservation? *Jour. Insec. Conserv.* 1(1):5-12.

NEW, T.R., PYLE, R.M., THOMAS, J.A., THOMAS, C.D. & HAMMOND, P.C. 1995. Butterfly Conservation Management. *Ann. Rev. Entomol.* 40:57-83.

ODUM, E.P. 1988. *Ecologia*. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

- PARDINI, R., FARIA, D. & BAUMGARTEN, J. 2000. Biological guidelines to conservation plans: the Restinga Una Project and the Restinga Biological Reserve, South Bahia (M.S. Milano & V. Theulen, edS.). Rede Nacional Pró Unidades de Conservação Campo Grande, Brasil, p.715-721.
- PARSONS J.J. 1972. Spread of African pasture grasses to the American tropics. *Jour. Ran. Manag.* 25:12-24.
- POLLARD, E & EVERSHAM, B.C. 1995. Butterfly monitoring: 2 - Interpreting the changes (A.S. Pullin, ed.). Ecology and conservation of butterflies. Chapman & Hall, London, p.23-36.
- QUADROS, M.T. 2009. Diversidade e composição da assembléia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em diferentes ambientes da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- RAMBO, B. 2005. A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural. Unisinos, São Leopoldo.
- RIBEIRO, D.B., BATISTA, R., PRADO, I.P., BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2012. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. *Biodiv. Conserv.* 21(1).
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biolog. Conserv.* 142:1141-1153.
- RIBEIRO, D.B., PRADO, P.I., BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2008. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation. *Diversity and Distribution* 14:961-968.
- RIES, L. & SISK, D.T. 2004. A Predictive model of edge effects. *Ecol.* 85(11):2917-2926.
- RIZZINI, C.T. 1997. Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro.

ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, HG; ALVES, M.A.S.; M. VAN SLUYS. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas dos corredores da Mata Atlântica. Rima Editora, São Carlos.

ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A. & HARTZ, S.M.. 2009. Borboletas da floresta com araucária (C.R. Fonseca; A.F. Souza; A.M. Leal-Zanchet; T. Dutra, A. Backes & G. Ganade, eds.). Floresta de araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos Editora, Ribeirão Preto, p.229-240.

SANTOS, J.P. 2010. Diversidade de borboletas frugívoras em uma região de floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Santos, J.P., Iserhard, C.A., Teixeira, M.O. & Romanowski, H.P. 2011. Guia de borboletas frugívoras das Florestas Ombrófilas Densa e Mista do Rio Grande do Sul, Brasil. Biota Neotrop. 11(3) <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?article+bn03011012011> (ultimo acesso em 14/01/2012).

SAUNDERS, D.A, HOBBS, R.J & MARGULES, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conserv. Biol. 5:18-32.

SILVA, F. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1982. Composição florística e estrutura de um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo, Brasil). Ver. Bras. Bot. 5:43-52.

SINGER, M. C. & EHRLICH, P. R. 1991. Host specialization of satyrine butterflies, and their responses to habitat fragmentation in Trinidad. Jour. Reser. Lep. 30:248-256.

SCHULZE, C.H., WALTERT, M., KESSLER, P.J.A., PITOPANG, R., VEDDELER, D., MUHLENBERG, M., GRADSTEIN, S.R., LEUSCHNER, C., STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. Ecol. Appl. 14:1321-1333.

SHAHABUDDIN, G. & TERBORGH, J.W. 1999. Frugivorous butterflies in Venezuelan forest fragments: abundance, diversity and the effects of isolation. Jour. Trop. Ecol. 15:703-722.

SIMONSON, S.E., OPLER, P.A., STOHLGREN, T.J. & CHONG, G.W. 2001. Rapid assessment of a butterfly diversity in a montane landscape. *Biodiv. Conserv.* 10:1369-1386.

SPARROW, H.R., SISK, T.D., EHRLICH, P.R. & MURPHY, D.D. 1994. Techniques and guidelines for monitoring Neotropical butterflies. *Conserv. Biol.* 8:800-809.

TEIXEIRA, M.O. 2008. Diversidade de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) e avaliação do uso de armadilhas atrativas associadas à marcação e recaptura em ambientes de Mata Atlântica, Maquiné, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

UEHARA-PRADO, M., BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2007. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. *Global Ecol. Biog.*, 16:43-54.

UEHARA-PRADO, M., FERNANDES, J.D., BELLO, A.D., MACHADO, G., SANTOS, A.J., VAZ-DE-MELLO, F.Z. & FREITAS, A.V.L. 2009. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance. A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol. Conserv.* 142:1220-1228.

VILLWOCK, J.A., DEHNHARDT, E.A., LOSS, E.L. & HOFMISTER, T. 1980. Turfas da província costeira do Rio Grande do Sul - GSeologia depósito Águas Claras. Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Balneário Camboriú 1:500-512.

WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., , A.V.L. & BROWER, A.V.Z. 2009. Nymphalid butterflies diversify following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proc. Roy. Soc. Ser. B Biol. Scienc.* 276:4295-4302.

YAHNER, R.H. 1988. Changes in wildlife communities near edges. *Conserv. Biol.* 2:333-39.

ARTIGO 1

Manuscrito a ser submetido à revista Biota Neotropica

Categoria: Inventário

Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) registradas em Matas Paludosas e Matas de Restinga na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul, sul do Brasil.

Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) recorded in Swamp forests and Restinga forests in the north Coastal Plain in Rio Grande do Sul State, southern Brazil.

Borboletas da Planície Costeira Norte do Rio Grande do Sul

Juliane Bellaver (autor para correspondência)^{1,3}

Cristiano Agra Iserhard²

Jessie Pereira dos Santos²

Ana Kristina Silva²

Márcio Torres¹

Helena Piccoli Romanowski¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43435, laboratório 218. CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. www.urfgs.br/zoologia

² Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Cidade Universitária Zeferino Vaz, s/n, Barão Geraldo, Caixa Postal 6109, CEP 13083-970, Campinas, SP. www.ib.unicamp.br

³ e-mail: jubellaver@yahoo.com.br

Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) registradas em Matas Paludosas e Matas de Restinga na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul, Brasil – Este trabalho tem como objetivo elaborar uma lista de espécies de borboletas de Matas Paludosas e de Restingas da Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul contribuindo para o conhecimento da fauna de borboletas destes ambientes de Mata Atlântica. Para tanto, uma compilação de dados foi obtida com amostragens realizadas através de duas técnicas de coleta (armadilha com isca atrativa e rede entomológica) nos anos de 2005 e 2011. Após 11424 horas de esforço amostral com armadilhas e de 360 horas-rede foram encontradas 205 espécies de borboletas nos dois ambientes, distribuídas em seis famílias e 19 subfamílias. Vinte e uma espécies são registros ainda não publicados para o Rio Grande do Sul e 37 espécies são novos registros para a Mata Atlântica no Estado, sendo sete Nymphalidae, 15 Hesperidae, nove Lycaenidae e seis Riodinidae. Os resultados gerados no presente estudo são fundamentais para o conhecimento e conservação dos táxons estudados bem como dos ambientes aos quais eles estão associados.

Palavras Chave – Mata Atlântica, novos registros, Nymphalidae, Parque Estadual de Itapeva, riqueza de espécies

Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) recorded in Swamp forests and Restinga forests in the north Coastal Plain in Rio Grande do Sul State, southern Brazil – This paper presents a butterfly species list of Swamp and Restinga forests in the coastal region of Rio Grande do Sul State aiming to contribute to the knowledge of butterflies for these environments in the Atlantic Forest. Data compilation was obtained through inventories carried out in the years 2005 and 2011 with two sampling protocols (bait traps and butterfly nets). After 11424 trap-hours and 360 net-hours 205 species of butterflies were recorded belonging to six families and 19 subfamilies. Twenty-one species are new records for the Rio Grande do Sul State and 37 species are new records for the Atlantic Forest in this State, with seven Nymphalidae, 15 Hesperidae, nine Lycaenidae and six Riodinidae. The results obtained in the present study are fundamental for the knowledge and conservation of the taxa studied and to their habitats.

Keywords – Atlantic Forest, Itapeva State Park, new records, Nymphalidae, species richness

Introdução

A aceleração do processo de destruição da flora e fauna em diferentes biomas tem elevado, nas últimas décadas, o interesse na conservação de habitats naturais e, principalmente, em maiores esforços para o conhecimento da biodiversidade; entretanto, o tempo disponível para a geração deste conhecimento é limitado (Daily & Ehrlich 1995, Hughes et al. 2000). Trabalhos de monitoramento e planejamentos em conservação são mais efetivos quando são embasados por um conhecimento prévio da ocorrência dos organismos em um determinado local (Colombo et al. 2008). Tais informações são obtidas através da realização de inventários de diversidade que geralmente resultam em listas de espécies (e.g. Freitas et al. 2003, Iserhard & Romanowski 2004), sendo importantes fontes de informação para a restauração, manutenção da composição, estrutura e funcionamento das comunidades naturais (Brown & Freitas 2000, Freitas et al. 2006, Bond-Buckup 2008, Santos et al. 2008).

Um dos grupos de animais mais reconhecidos para monitoramento e avaliação ambiental são as borboletas (Brown 1991, New 1997, Brown & Freitas 2000), pois respondem rapidamente às perturbações nos

sistemas pela íntima associação com seus microhabitats e por serem especialistas em recursos específicos no ambiente (Brown 1997, Freitas et al. 2003). Além disso, são abundantes na região Neotropical e possuem alta diversidade com cerca de 7800 espécies descritas (Lamas 2004), sendo que no Brasil ocorrem em torno de 3300 espécies (Brown & Freitas 1999).

O bioma Mata Atlântica estava originalmente distribuído em uma extensa área ao longo da região costeira no Brasil. Atualmente, restam em torno de 11 a 16% de sua extensão original, sendo que a maioria de seus remanescentes estão distribuídos em pequenas e isoladas manchas florestais (Ribeiro et al. 2009). As Matas de Restinga fazem parte do bioma Mata Atlântica e são definidas por uma faixa de vegetação que ocorre nas áreas planas e arenosas localizadas entre o oceano e as serras (Waechter 1985). Embora estejam localizadas junto a áreas com alta densidade humana, possuem pequeno acúmulo de informação científica (Rocha et al. 2004) e altas taxas de conversão em sistemas antrópicos. As Matas Paludosas (Floresta Ombrófila Densa de Planície) localizam-se em regiões litorâneas próximas ao mar e caracterizam-se por apresentar alagamento permanente ou temporário com solo lodoso e rico em matéria orgânica vegetal (Rambo 2005). Conservam uma importante biodiversidade e um grande número de espécies ameaçadas (Sema 2006). Embora possuam uma distribuição naturalmente fragmentada (Torres et al. 1994, Ivanauskas et al. 1997, Toniato et al. 1998, Paschoal & Cavassan 1999), o intenso impacto de agropecuária e de especulação imobiliária, que só aumentou nos últimos anos, tornou-as limitadas em reduzidos fragmentos com amplas áreas de matriz circundantes, compondo uma conformação amplamente modificada da paisagem original.

Nos últimos doze anos, inventários de borboletas na Mata Atlântica do Rio Grande do Sul foram intensificados gerando uma série de publicações, principalmente no que diz respeito à Floresta Ombrófila Densa na encosta do Planalto Basáltico (Iserhard & Romanowski 2004, Santos et al. 2011) e na Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra (Teston & Corseuil 1999, 2000, 2002, Corseuil et al. 2004, Romanowski et al. 2009, Iserhard et al. 2010a, Pedrotti et al. 2011, Ritter et al. 2011, Santos et al. 2011). Porém, estudos relativos à Mata de Restinga e à Floresta Ombrófila Densa junto a Planície Costeira norte do Estado ainda são escassos. Os trabalhos publicados referem-se a (i) um inventário das borboletas da família Nymphalidae em 10 municípios no litoral norte (Quadros et al. 2004) e (ii) a ampliação de distribuição da borboleta *Heliconius sara apseudes* (Hübner, 1813) na Mata Atlântica (Iserhard et al. 2010b).

O presente trabalho tem como objetivos (i) elaborar uma lista de espécies de borboletas de diferentes ambientes de uma ampla área na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul e (ii) contribuir para o conhecimento da fauna de borboletas através do registro de novas ocorrências para a Mata Atlântica do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

1. Área de estudo

Foram estudados 10 fragmentos de Mata Paludosa e três áreas de Mata de Restinga em uma região localizada na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul nos municípios de Torres, Morrinhos do Sul, Mampituba e Dom Pedro de Alcântara, no Rio Grande do Sul e Passo de Torres, na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Figura 1). O clima da região é subtropical com verões e invernos relativamente amenos (Dobrovolski 2006). A temperatura anual varia com máximas de até 33°C no verão e com mínimas de até 2°C no inverno. Para o ano de 2010, a precipitação total foi de 1567 mm com registros de máximas no mês de maio e de mínimas no mês de outubro (Agritempo 2011).

2. Amostragem

Foram realizadas amostragens através de duas técnicas de coleta de borboletas: (i) armadilhas com isca atrativa para espécies frugívoras da família Nymphalidae e (ii) rede entomológica para as superfamílias Papilionoidea e Hesperioidea.

Para a primeira técnica foram amostrados um fragmento de Mata Paludosa e três áreas de Mata de Restinga pertencente ao Parque Estadual de Itapeva (PEVA) em janeiro, maio e novembro de 2005. Posteriormente, foram realizadas duas amostragens (janeiro e março de 2011) em dez fragmentos de Mata Paludosa (incluindo o fragmento do PEVA).

No ano de 2005, em cada área estudada foram colocadas três armadilhas formando uma Unidade Amostral (UA), nas quais, as armadilhas ficavam distantes, aproximadamente, 50 metros uma da outra. Estas permaneceram instaladas durante 48 horas na Mata Paludosa e outras 48 horas na Mata de Restinga totalizando 360 horas de esforço amostral. Nas amostragens do ano de 2011, em cada fragmento, quatro UAs foram delimitadas, sendo duas na borda e duas no interior. Cada UA era constituída por um grupo de três armadilhas distantes em torno de 10 metros entre si. As UAs foram dispostas em duas transecções lineares, cada uma com 50 metros de extensão e separadas por 100 metros. A isca utilizada foi elaborada através da mistura de banana amassada com caldo de cana fermentada por 48 horas, sendo substituída a cada revisão. As armadilhas foram colocadas na manhã do primeiro dia de amostragem e permaneceram instaladas por mais três dias (total de 96 horas). Os fragmentos foram amostrados em dois blocos de amostragem, sendo seis fragmentos no primeiro e cinco no segundo bloco. O processo de revisão foi realizado a cada 48 horas em cada bloco (totalizando 10.560 horas de esforço amostral). Indivíduos capturados foram identificados, marcados com caneta para retroprojeter e, posteriormente, liberados.

As amostragens com redes entomológicas foram realizadas em 2005 (nos mesmos meses e nas mesmas ocasiões amostrais descritas anteriormente) no fragmento de Mata Paludosa e nas áreas de Mata de Restinga no PEVA. Cada ocasião amostral teve duração de cinco dias, com esforço padronizado em três horas/amostrador (totalizando 360 horas-rede), na qual amostradores munidos de rede entomológica percorreram transecções pré-determinadas em variados tipos de ambiente em cada área procurando ativamente por borboletas. Quando avistadas estas eram capturadas e, se possível, identificadas no local (detalhes deste protocolo de amostragem são encontrados em Iserhard & Romanowski 2004).

Pelo menos dois exemplares de cada espécie foram coletados como material testemunho, assim como os de difícil identificação em campo. Este material encontra-se depositado na Coleção de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A identificação dos espécimes foi realizada através da referida coleção, além de consultas com especialistas em determinados grupos de borboletas. A nomenclatura para as espécies seguiu Lamas (2004) e Mielke (2005) e a determinação taxonômica de famílias e subfamílias segue Wahlberg et al. (2009).

3. Elaboração da lista de espécies

Para a lista de espécies foram incluídos os registros qualitativos das borboletas encontradas nesta região da Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul. Os registros novos para a Mata Atlântica do Estado foram obtidos por comparação com os trabalhos publicados descritos na introdução deste trabalho e os registros novos para o Rio Grande do Sul foram obtidos através dos trabalhos mencionados em Iserhard & Romanowski (2004) e Iserhard et al. (2010a). Para efeitos de comparação, em determinadas abordagens, a família Riodinidae está inserida na família Lycaenidae.

Resultados e Discussão

Foram registradas 205 espécies de borboletas nas Matas Paludosas e de Restinga na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul, distribuídas em seis famílias e 19 subfamílias. Deste total, 78 espécies foram compartilhadas entre os dois ambientes; 81 espécies são exclusivas das Matas Paludosa e 46 espécies são exclusivas das Matas de Restinga (Tabela 1). Apesar das Matas Paludosas serem inerentemente ricas, com alta diversidade e neste estudo possuem mais espécies exclusivas quando comparado com o compartilhado entre os dois ambientes, não se deve deixar de evidenciar o registrado nas Restingas, que apesar de terem possuído um esforço amostral inferior com menos áreas estudadas mostraram uma quantidade razoável de espécies exclusivas.

Avaliando-se a representatividade de cada família por ambiente e para a região como um todo, o padrão é similar: Nymphalidae possui proporcionalmente mais espécies, seguida de Hesperiiidae, Lycaenidae+Riodinidae,

Pieridae e Papilionidae (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados para outras regiões de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, em áreas de Floresta Ombrófila Densa (Iserhard & Romanowski 2004), Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra (Iserhard et al. 2010a) e em uma Mata de Restinga próxima a capital do Estado (Marchiori & Romanowski 2006a) (Tabela 2). Porém, para as áreas de Mata Atlântica as intensidades amostrais são diferentes: Iserhard & Romanowski (2004) amostraram a fauna de borboletas da Floresta Ombrófila Densa bimestralmente ao longo de um ano, enquanto que para a Floresta Ombrófila Mista foram dois anos de amostragem. Em geral, ambientes de Mata Atlântica se aproximam de uma boa representatividade de todos os grupos e famílias de borboletas quando Hesperiiidae ultrapassa Nymphalidae em espécies. Este padrão é encontrado em outros inventários na Mata Atlântica brasileira (Brown 1992, Mielke & Casagrande 1998, Brown & Freitas 2000a, b, Carneiro et al. 2008, Dolibaina et al. 2011). Apesar dos registros para o Rio Grande do Sul, até o momento, terem apontado o contrário, a região de Floresta Ombrófila Densa continuou a ser amostrada posteriormente, gerando inventários intensificados em três anos de amostragem, e o padrão geral para a Mata Atlântica foi encontrado: Hesperiiidae ultrapassa Nymphalidae em espécies já no início do segundo ano de amostragem (Iserhard 2009). Sugere-se que exceções podem ser encontradas em ambientes de Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra, onde mesmo após alta intensidade amostral Nymphalidae encontra-se, ainda, com mais espécies que Hesperiiidae (vide Iserhard et al. 2010). Mesmo assim, o aumento do esforço amostral no presente estudo provavelmente levaria a uma maior representatividade de Hesperiiidae que superaria Nymphalidae em número de espécies, já que em Hesperiiidae o acréscimo de novas espécies é mais lento e constante ao longo do tempo (Iserhard 2009).

Os resultados deste inventário são importantes para o conhecimento das borboletas da Mata Atlântica da região sul do Brasil. Foram encontrados 21 registros não publicados para o Rio Grande do Sul e 37 novos registros de borboletas para este bioma no Estado, sendo 7 Nymphalidae, 15 Hesperiiidae, 9 Lycaenidae e 6 Riodinidae (Tabela 1). Alguns destes registros chamam a atenção: *Actinote brylla* Oberthür, 1917 (Nymphalidae, Heliconiinae) e *Memphis leonida editha* (Comstock, 1961) (Nymphalidae, Charaxinae) são espécies características de ambientes de terras baixas mais próximas a Mata Atlântica de faixas litorâneas. *Memphis leonida editha* (Comstock, 1961) e *Aricoris constantius* (Fabricius, 1793) (Riodinidae, Riodininae) tiveram seus limites sul de distribuição ampliados para a Mata Atlântica brasileira, anteriormente registradas até Santa Catarina (Callaghan 2010).

Os resultados supracitados se devem a grande diversidade de borboletas deste bioma, que representa cerca de 2/3 das espécies brasileiras, entre espécies raras e ameaçadas (Brown 1996), bem como à falta de inventários realizados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Isto reforça a necessidade de publicações e geração de conhecimento sobre borboletas de áreas costeiras, para que estudos ecológicos possam ser adequadamente

elaborados e bem conduzidos.

A fragmentação e/ou conversão de ambientes nativos em áreas antropizadas pode ser a forma mais destrutiva de perda de habitat (Dunn 2004) e, para Lepidoptera, pode levar à substituição de grupos de espécies especialistas por borboletas de áreas abertas, comuns e adaptadas a ambientes degradados. As áreas de Mata Paludosa e de Restinga estão fortemente ameaçadas através de duas principais ações antrópicas: agropecuária (cultivo do arroz e manejo de gado) e a construção civil (especulação imobiliária em áreas litorâneas). A paisagem resultante desses ecossistemas encontra-se restrita a pequenas manchas de floresta e, apesar deste cenário alarmante, são sistemas ainda pouco estudados (Kindel 2002). Em virtude desta devastação, espécies de plantas e animais estão sendo eliminadas, restringindo a diversidade biótica (Maciel 1984).

Inventários são fundamentais para o conhecimento e conservação tanto dos táxons estudados quanto dos ambientes aos quais eles estão associados, pois podem revelar características importantes de comunidades locais, tais como a utilização de recursos e a preferência de habitat, além de contribuir para o conhecimento da fauna regional (Marchiori & Romanowski 2006b). Sugere-se, portanto, o direcionamento de esforços de amostragem em regiões pouco conhecidas, visando ampliar as informações sobre a distribuição e a ocorrência de borboletas no Rio Grande do Sul. Os resultados gerados no presente estudo vêm de encontro a isto e tornam-se importantes no momento em que possibilitam a divulgação do conhecimento da diversidade de borboletas da Planície Costeira norte, contribuindo assim para a preservação de seus ambientes.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas Lucas A. Kaminski, Fabiana Camargo, Eduardo C. Teixeira, Daniel S. Castro, Nicolás Mega, Beatriz B. Aydos, Maury S. L. Abreu, Andressa C. de Castro, Pablo L. Bos, Luiza Moucachen, Patrick Colombo e aos alunos da disciplina de Inventário de Fauna e Avaliação da Diversidade. Ao Ricardo Dobrovolski e Andreas Kindel pelas informações e fornecimento dos mapas da região. Ao Dr. Olaf Mielke, Diego Dolibaina, Fernando Dias, Eduardo de Proença Barbosa, Noemy Seraphim Pereira pelas identificações e ao Srs. Curtis Callaghan. A SEMA-RS pela autorização de pesquisa nº 325 e aos administradores do Parque Estadual de Itapeva Patrick Colombo (ano de 2005) e Paulo Grubler (anos de 2010 e 2011). Ao Centro Ecológico litoral Norte Assessoria e Formação em Cultura Ecológica e à Marlene Apolinário pelo apoio e hospedagem e aos proprietários das áreas particulares pela permissão de pesquisa em suas propriedades. Este trabalho foi financiado pela CAPES e pelo edital SISBIOTA – CNPq (RedeLep - Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros). Contribuição do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Referências Bibliográficas

AGRITEMPO. <http://www.agritempo.gov.br> (último acesso em 18/01/2012).

BOND-BUCKUP, G. 2008. Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra. Libretos, Porto Alegre.

BROWN, K.S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. In The conservation of insects and their habitats (N.M. Collins & J.A. Thomas, eds). Academic Press, London, p.350-404.

BROWN, K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, ed.). Campinas, p.142-186.

BROWN, K.S. 1996. Diversity of Brazilian Lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness. In Biodiversity in Brazil, a first approach (C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes, eds). Instituto de Botânica/CNPq, São Paulo, p.223-253.

BROWN, K.S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. Jour. Insec. Conser. 1(1):25-42.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 1999. Lepidoptera. In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. In Invertebrados Terrestres (C.R.F. Brandão & E.M. Canello, eds). FAPESP, São Paulo, p.225-245.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000. Atlantic Forest Butterflies: indicator for landscape conservation. Biotrop. 32(4b):934-956.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000a. Atlantic forest butterflies: indicators of landscape conservation. Biotrop. 32(4b):934-956.

BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000b. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. Bol. Mus. Bio. Mello Leitão 11(12):71-118.

- CALLAGHAN, C.J. 2010. A re-evaluation of the *Aricoris constantius* group with the recognition of three species (Lepidoptera: Riodinidae). *Soc. Bras. Zoo.* 27(3):395-402.
- CARNEIRO, E., MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2008. Inventário de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. *Nat. Conserv.* 6(2):68-90.
- Colombo, P., Kindel, A., Vinciprova, G. & Krause, L. 2008. Composição e ameaças à conservação dos anfíbios anuros do Parque Estadual de Itapeva, município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 8(3):229-240. <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/fullpaper?bn01208032008+pt> (último acesso em 18/01/2012).
- CORSEUIL, E., QUADROS, F.C., TESTON, J.A. & MOSER, A. 2004. Borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) coletadas no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 4. Lycaenidae. *Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS* 9:65-70.
- DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 1995. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. *Biodiv. Conserv.* 4:35-55.
- DOBROVOLSKI, R. 2006. A paisagem do Parque Estadual de Itapeva, RS, e seu entorno: padrões, processos e fatores direcionadores. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Dolibaina, D.R., Mielke, O.H.H. & Casagrande, M.M. 2011. Borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) de Guarapuava e arredores, Paraná, Brasil: um inventário com base em 63 anos de registros. *Biota Neotrop.* 11(1):341-354 <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn00211012011> (ultimo acesso em 18/01/2012).
- DUNN, R.R. 2004. Managing the tropical landscape: a comparison of the effects of logging and Forest conversion to agriculture on ants, birds and lepidoptera. *Fores. Ecol. Manag.* 191:215-224.
- FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN, K.S. 2003. Insetos como indicadores ambientais. In *Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre* (L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Valladares-Pádua, orgs.). Fundação Boticário e Editora da UFPR, Curitiba, p.125-151.

- FREITAS, A.V.L., LEAL, J.R., UEHARA-PRADO, M., IANNUZZI, L. 2006. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. In *Biologia da Conservação: Essências* (C.F.D. Rocha, H.G. Bergallo, M.V. Sluys & M.A.S. Alves, eds.). RiMa Editora, São Carlos, 15:357-384.
- HUGHES, J.B., GRETCHEN, C.D. & EHRLICH, P.R. 2000. Conservation of insect diversity: a habitat approach. *Conserv. Biol.* 14(6):1788-1797.
- ISERHARD, C.A. 2009. Estrutura e composição da assembléia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em diferentes formações da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ISERHARD, C.A. & ROMANOWSKI, H.P. 2004. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) da região do vale do Rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zoo.* 21(3):649-662.
- Iserhard, C.A., Quadros, M.T., Romanowski, H.P. & Mendonça-Jr., M.S. 2010a. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 10:1-13
<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n1/pt/abstract?article+bn02910012010> (último acesso em 23/12/2011).
- ISERHARD, C.A., SILVA, A.K., QUADROS, M.T., CASTRO, D.S. & ROMANOWSKI, H.P. 2010b. Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae, *Heliconius sara apseudes* (Hübner, 1813): distribution extension. *Check List* 6:316-318.
- IVANAUSKAS, N.M., RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de um trecho de Floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica* 20(2):139-153.
- KINDEL, A. 2002. Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do faxinal, Torres, RS. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LAMAS, G. 2004. Atlas of Neotropical Lepidoptera. Checklist: Part 4A. Hesperioidea & Papilionoidea. Gainesville, Scientific Publishers.

MACIEL, N.C. 1984. Fauna das restingas do estado do Rio de Janeiro: levantamento histórico. In Restingas: origem, estrutura e processos (L.D. Lacerda, D.S.D. Araújo, R. Cerqueira & B. Turcq, eds). CEUFF, Niterói, p.227-284.

MARCHIORI, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 2006a. Species composition and diel variation of a butterfly taxocenose (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) in a restinga forest at Itapuã State Park, Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Zoo. 23(2):443-454.

MARCHIORI, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 2006b. Borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Espinilho e entorno, Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Zoo. 23(4):1029-1037.

MIELKE, O.H.H. 2005. Catalogue of the American Hesperioidea: HesperIIDae (Lepidoptera). Complementary and supplementary parts to the checklist of the Neotropical region. Hesperioidea: HesperIIDae: Pyrrhopyginae. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia.

MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 1998. Papilionoidea e Hesperioidea (Lepidoptera) do Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 14:966-1001.

NEW, T.R. 1997. Are Lepidoptera an effective "umbrella group" for biodiversity conservation? Jour. Insec. Conserv. 1(1):5-12.

PASCHOAL, M.E.S. & CAVASSAN, O. 1999. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos, SP. Naturalia 24:171-191.

Pedrotti, V.S., Barros, M.P., Romanowski, H.P. & Iserhard, C.A. 2011. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) ocorrentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. Biota Neotrop. 11(1):385-390, no prelo. www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/fullpaper?bn03011012011+pt (ultimo acesso em 18/01/2012).

QUADROS, F.C., DORNELES, A.L. & CORSEUIL, E. 2004. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Bioc.* 12(2):147-164.

RAMBO, B. 2005. A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural. Unisinos, São Leopoldo.

Ritter, C.D., Lemes, R., Morais, A.B.B. & Dambros, C.S. 2011. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(1), no prelo. <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?article+bn00511012011> (último acesso em 14/01/2012).

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biolog. Conserv.* 142:1141-1153.

ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A. & SLUYS, M.V. 2004. A Restinga de Jurubatiba e a conservação dos ambientes de Restinga do Estado do Rio de Janeiro. In *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: Ecologia, história natural e conservação* (C.F. Rocha, F.A. Esteves & F.R. Scarano, orgs.). RIMA, São Carlos.

ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A. & HARTZ, S.M. 2009. Borboletas da floresta com araucária. In *Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável* (C.R. Fonseca, A.F. Souza, A.M. Leal-Zanchet, T.L. Dutra, A. Backes & G. Ganade, orgs.). Holos, Ribeirão Preto, p.250-260.

SANTOS, E.C., MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2008. Inventários de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. *Nat. Cons.* 6(2):68-90.

Santos, J.P., Iserhard, C.A., Teixeira, M.O. & Romanowski, H.P. 2011. Guia de borboletas frugívoras das Florestas Ombrófilas Densa e Mista do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(3), no prelo. <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?article+bn03011012011> (ultimo acesso em 14/01/2012).

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. 2006. Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapeva. SEMA, Porto Alegre.

TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 1999. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 1. Papilionidae. Divul. Mus. Ciênc. Tec. 4:217-228.

TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2000. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 2. Pieridae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 5:143-155.

TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2002. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 3: Nymphalidae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 7:1-20.

TONIATO, M.T.Z., LEITÃO-FILHO, H.F. & RODRIGUES, R.R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de Floresta higrófila (Mata de brejo) em Campinas, SP. Revista Brasileira de Botânica 21(2):197-210.

TORRES, R.B., MATTHES, L.A.F. & RODRIGUES, R.R. 1994. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. Revista Brasileira de Botânica 17(2):189-194.

WAECHTER, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga do Rio Grande do Sul, Brasil. Comun. Mus. Ciênc. PUCRS, série Botânica 33:49-68.

WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., FREITAS, A.V.L. & BROWER, A.V.Z. 2009. Nymphalid butterfly diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 276:4295-4302.

Legenda da Figura

Figura 1 – Mapa com a localização dos 11 fragmentos de Mata Paludosa amostrados e do Parque Estadual de Itapeva (PEVA) no Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC).

Figure 1 – Map with the location of the 11 sampled Swamp forest fragments and Itapeva State Park (PEVA) in Rio Grande do Sul (RS) and Santa Catarina (SC) States.

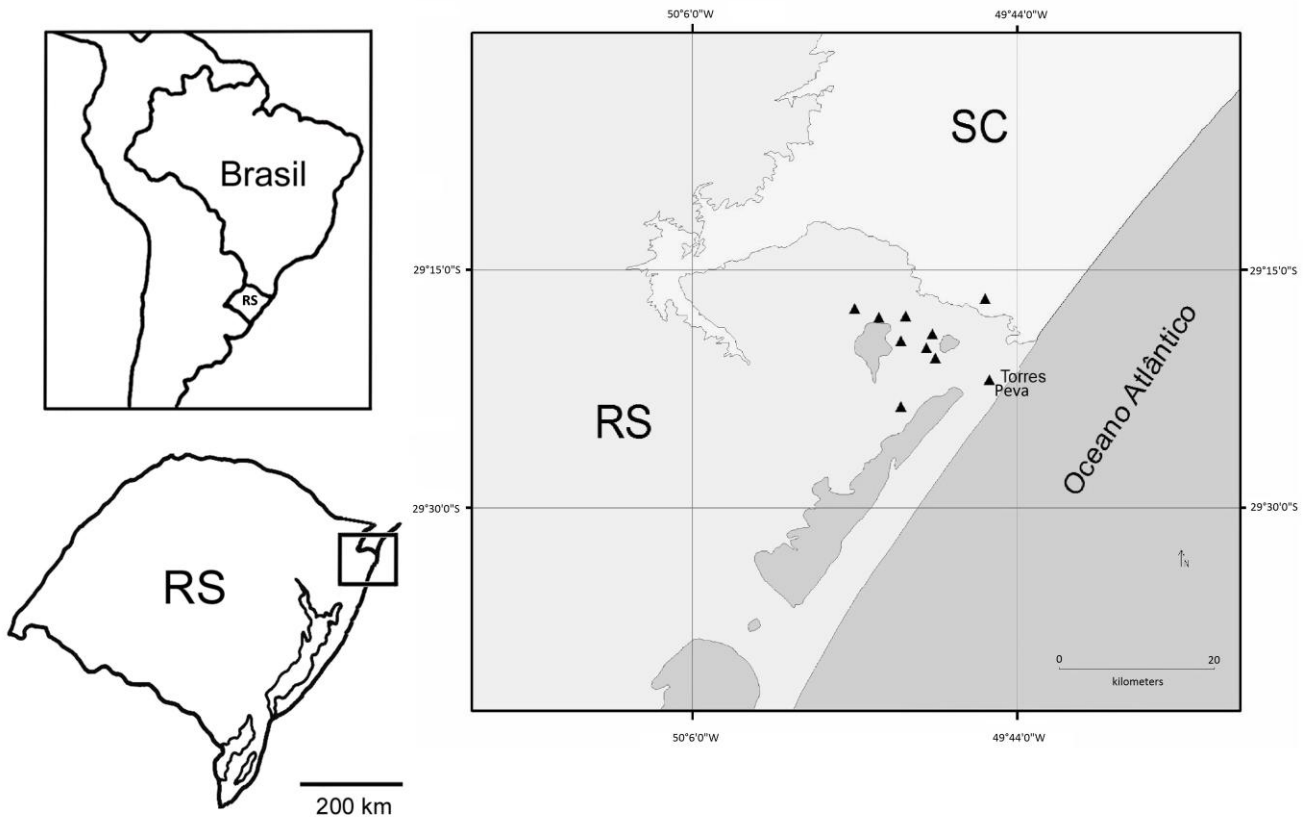


Figura 1

Tabela 1. Lista de espécies de borboletas registradas em fragmentos de Mata Paludosa e de Matas de Restinga na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul, Brasil, nos anos de 2005 e 2011. S, riqueza de espécies; * novos registros para a Mata Atlântica do Rio Grande do Sul; # novos registros para o Rio Grande do Sul.

Table 1. Butterfly species list recorded in Swamp Forest and Restinga Forest fragments in the Rio Grande do Sul north Coastal Plain, Brazil, in the years of 2005 and 2011. S, species richness; * new records for Rio Grande do Sul Atlantic Forest; # new records for Rio Grande do Sul State.

Famílias/Subfamílias	Tribos	Espécies	Ambientes			
			Mata Paludosa	Mata de Restinga		
NYMPHALIDAE (S= 84)						
* # Heliconiinae (S=10)	Acraeini	<i>Actinote mamita</i> (Burmeister, 1861)	X	X		
		<i>Actinote brylla</i> Oberthür, 1917	X			
* #	Heliconiini	<i>Agraulis vanillae maculosa</i> (Stichel, 1908)		X		
		<i>Dione juno juno</i> (Cramer, 1779)	X			
		<i>Dryas iulia alcionea</i> (Cramer, 1779)	X	X		
		<i>Eueides isabella dianasa</i> (Hübner, 1806)		X		
		<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	X	X		
		<i>Heliconius ethilla narcaea</i> Godart, 1819	X	X		
		<i>Heliconius sara apseudes</i> (Hübner, 1813)	X			
		<i>Philaethria wernickei</i> (Röber, 1906)	X	X		
		Limenitidinae (S=5)	Limenitidini	<i>Adelpha hyas</i> (Doyère, [1840])	X	
				<i>Adelpha lycorias</i> (Godart, 1824)	X	X
<i>Adelpha mythra</i> (Godart, 1824)				X		
<i>Adelpha syma</i> (Godart, 1824)				X		
<i>Adelpha thessalia indefecta</i> Fruhstorfer, 1913				X		
Cyrestinae (S=3)	Cyrestini	<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)		X		
		<i>Marpesia zerynthia zerynthia</i> Hübner, [1823]	X			
		<i>Marpesia petreus</i> (Cramer, 1776)	X	X		
Nymphalinae (S=12)	Victorinini	<i>Anartia amathea roeselia</i> (Eschscholtz, 1821)	X	X		
		<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	X	X		
	Junoniini	<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	X	X		
		Melitaeini	<i>Eresia lansdorfi</i> (Godart, 1819)	X	X	
	<i>Ortilia ithra</i> (Kirby, 1800)		X	X		
	<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)		X	X		
	Nymphalini	<i>Colobura dirce dirce</i> (Linnaeus, 1758)	X	X		
		<i>Hypanartia bella</i> (Fabricius, 1793)	X			
		<i>Smyrna blomfieldia blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	X			
		<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)		X		
		<i>Vanessa myrinna</i> (Doubleday, 1849)	X			
		<i>Historis acheronta acheronta</i> (Fabricius, 1775)	X			
Biblidinae (S=8)	Ageroniini	<i>Hamadryas epinome</i> (Felder & Felder, 1867)	X			
		<i>Hamadryas februa februa</i> (Hübner, 1823)	X	X		
	Callicorini	<i>Diaethria clymena meridionalis</i> (H. W. Bates, 1864)	X			
		<i>Haematera pyrame pyrame</i> (Hübner, [1819])	X			
	Epicaliini	<i>Catonephele numilia penthia</i> (Hewitson, 1852)	X	X		
	Epiphilini	<i>Epiphile orea</i> (Hübner, 1823)	X			
		<i>Temenis laothoe meridionalis</i> Ebert, 1961	X	X		
	Eubagini	<i>Dynamine myrrhina</i> (Doubleday, 1849)		X		
* # Charaxinae (S=7)	Anaeini	<i>Memphis leonida editha</i> (Comstock, 1961)	X			
<i>Memphis moruus stheno</i> (Prittwitz, 1865)		X	X			
* #	Preponini	<i>Zaretis strigosus</i> (Gmelin, [1790])	X	X		
		<i>Archaeoprepona chalciope</i> (Hübner, 1823)	X	X		
		<i>Archaeoprepona demophon thalpius</i> (Hübner, 1814)	X			
		<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1814)	X	X		

Famílias/Subfamílias	Tribos	Espécies	Ambientes	
			Mata Paludosa	Mata de Restinga
Satyrinae (S=28)	Satyrini	<i>Consul fabius drurii</i> (Butler, 1874)	X	X
		<i>Capronniera galesus</i> (Godart, 1824)	X	
		<i>Godartiana muscosa</i> (Butler, 1870)	X	
		<i>Moneuptychia paeon</i> (Godart, 1824)	X	X
		<i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)	X	
		<i>Forsterinaria necys</i> (Godart, 1824)	X	X
		<i>Guaianaza pronophila</i> (Butler, 1867)		X
		* # <i>Hermeuptychia atalanta</i> (Butler, 1867)	X	X
		* # <i>Hermeuptychia gisella</i> (Hayward, 1957)	X	
		<i>Praepedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1862)	X	X
		<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, 1824)	X	X
		<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	X	
	<i>Paryphthimoides grimon</i> (Godart, 1824)	X		
	<i>Taygetis ypthima</i> Hübner, 1821	X		
	Brassolini	<i>Blepolenis catharinae</i> (Stichel, 1902)	X	X
		* # <i>Blepolenis batea</i> (Hübner, [1821])	X	
		* <i>Brassolis sophorae vulpeculus</i> Stichel, 1902	X	
		<i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felders, 1862)	X	
<i>Caligo martia</i> (Godart, 1824)		X	X	
<i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, 1825)		X		
<i>Dasyophthalma creusa creusa</i> (Hübner, [1821])		X	X	
<i>Dynastor darius darius</i> (Fabricius, 1775)		X		
<i>Eryphanis reevesii</i> (Doubleday, 1849)		X		
<i>Narope cyllastros</i> Doubleday, 1849			X	
* #	<i>Opoptera sulcius</i> (Staudinger, 1887)	X		
	<i>Opsiphanes cassiae</i> (Linnaeus, 1758)	X		
	<i>Opsiphanes quiteria quiteria</i> (Stoll, 1780)	X		
	<i>Opsiphanes invirae remoliatius</i> Fruhstorfer, 1907	X	X	
	<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	X		
	Apaturinae (S=2)	<i>Doxocopa kallina</i> (Staudinger, 1886)	X	X
	<i>Doxocopa laurentia</i> (Godart, [1824])		X	
Danainae (S=9)	Danaini	<i>Danaus gilippus gilippus</i> (Cramer, 1775)	X	X
		<i>Danaus erippus</i> (Cramer, 1775)	X	X
	Ithomiini	<i>Lycorea halia</i> (Hübner, 1816)	X	
* #	Ithomiini	<i>Dircenna dero</i> (Hübner, 1823)	X	
		<i>Episcada carcinia</i> Schaus, 1902		X
		<i>Episcada hymenaea hymenaea</i> (Prittwitz, 1865)	X	X
		<i>Mechanitis lisymnia lisymnia</i> (Fabricius, 1793)	X	X
		<i>Methona themisto</i> (Hübner, 1818)		X
		<i>Placidina euryanassa</i> C. Felder & R. Felder, 1860		X
PIERIDAE (S=14)				
Coliadinae (S=9)		<i>Eurema albula sinoe</i> (Godart, 1819)	X	X
		<i>Pyrisitia leuce leuce</i> (Boisduval, 1836)	X	
		<i>Pyrisitia nise tenella</i> (Boisduval, 1836)	X	
		<i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777)	X	X
		<i>Phoebis argante argante</i> (Fabricius, 1775)	X	X
		<i>Phoebis neocypris neocypris</i> (Hübner, [1823])	X	X
		<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)		X
		<i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, 1777)		X
		<i>Rhabdodryas trite banksi</i> Breyer, 1939		X
		Pierinae (S=2)	Pierini	<i>Ascia monuste orseis</i> (Godart, 1819)
Antocharidini	<i>Hesperocharis paranensis</i> Schaus, 1898			X

Famílias/Subfamílias	Tribos	Espécies	Ambientes		
			Mata Paludosa	Mata de Restinga	
Dismorphiinae (S=3)		<i>Dismorphia astyocha</i> Hübner, 1831	X		
		<i>Dismorphia crisia crisia</i> (Drury, 1782)	X		
		<i>Enantia melite</i> (Linnaeus, 1763)		X	
PAPILIONIDAE (S=10)					
Papilioninae (S=10)	Troidini	<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)		X	
		<i>Parides agavus</i> (Drury, 1782)	X	X	
		<i>Parides anchises nephalion</i> (Godart, 1819)	X		
		<i>Parides bunichus perrhebus</i> (Boisduval, 1836)		X	
	Papilionini	<i>Heraclides anchisiades capys</i> (Hübner, 1809)	X	X	
		<i>Heraclides astyalus astyalus</i> (Godart, 1819)		X	
		<i>Heraclides hectorides</i> (Esper, 1794)		X	
		<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	X	X	
		<i>Pterourus scamander scamander</i> (Boisduval, 1836)	X	X	
		<i>Protesilaus helios</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	X	X	
LYCAENIDAE (S=28)					
Theclinae (S=27)	Eumaeini	<i>Arawacus meliboeus</i> (Fabricius, 1793)	X	X	
		<i>Arawacus separata</i> (Lathy, 1926)	X	X	
		* # <i>Arcas imperialis</i> (Cramer, 1775)	X		
		<i>Aubergina vanessoides</i> (Prittwitz, 1865)		X	
		<i>Calycopis caulonia</i> (Hewitson, 1877)	X	X	
		* <i>Chlorostrymon simaethis</i> (Drury, 1773)	X		
		<i>Cyanophrys acaste</i> (Prittwitz, 1865)	X	X	
		<i>Dicya dicaea</i> (Hewitson, 1874)	X		
		* # <i>Enos thara</i> (Hewitson, 1867)	X	X	
		* # <i>Janthecla aurora</i> (H. H. Druce, 1907)	X		
		<i>Janthecla flosculus</i> (H. H. Druce, 1907)	X		
		<i>Ocaria thales</i> (Fabricius, 1793)	X	X	
		<i>Nicolaea sp.</i>	X		
		* # <i>Nicolaea xorema</i> (Schaus, 1902)	X		
		* # <i>Ostrinotes empusa</i> (Hewitson, 1867)	X	X	
		<i>Ostrinotes sp.</i>		X	
		<i>Parrhasius orgia</i> (Hewitson, 1867)		X	
		<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)	X		
		* <i>Rekoa marius</i> (Lucas, 1857)		X	
		<i>Rekoa palegon</i> (Cramer, 1780)		X	
		<i>Siderus philinna</i> (Hewitson, 1868)	X	X	
		<i>Strephonota tephraeus</i> (Geyer, 1837)		X	
		<i>Strymon bazochii</i> (Godart, 1824)		X	
		<i>Strymon lucena</i> (Hewitson, 1868)	X	X	
		* <i>Strymon ziba</i> (Hewitson, 1868)	X	X	
		<i>Theritas hemon</i> (Cramer, 1775)		X	
		<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)	X	X	
		* <i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)	X		
Polyommatainae (S=1)					
RIODINIDAE (S=12)					
Euselasiinae (S=1)	Euselasiini	<i>Euselasia hygenius occulta</i> Stichel, 1919		X	
* # Riodininae (S=11)	Nymphidiini	<i>Aricoris constantius</i> (Fabricius, 1793)	X		
		<i>Calospila apotheta</i> (H. W. Bates, 1868)	X		
* #		<i>Menander menander</i> (Stoll, 1780)	X		
* #		<i>Synargis regulus</i> (Fabricius, 1793)	X	X	
* #		Incertae sedis	<i>Emesis lucinda</i> (Cramer, 1775)		X
		Symmachiini	<i>Mesene pyrippe</i> Hewitson, 1874	X	
		Mesosemiini	<i>Mesosemia odice</i> (Godart, [1824])	X	X
			<i>Ithomiola nepos</i> (Fabricius, 1793)	X	
* #			<i>Cremna alector</i> (Geyer, 1837)		X
* #		Riodinini	<i>Rhetus periander</i> (Cramer, 1777)	X	
			<i>Charis cadytis</i> Hewitson, 1866	X	

Famílias/Subfamílias	Tribos	Espécies	Ambientes			
			Mata Paludosa	Mata de Restinga		
HESPERIIDAE (S= 57)						
Pyrginae (S=29)	Pyrgini	<i>Achlyodes busirus rioja</i> Evans, 1953	X	X		
		<i>Achlyodes mithridates thraso</i> (Hübner, [1807])	X	X		
		<i>Aethilla echina coracina</i> Butler, 1870	X			
		<i>Antigonus liborius areta</i> Evans, 1953		X		
		<i>Gorgithion begga begga</i> (Prittwitz, 1868)	X	X		
		<i>Gorgythion beggina escalophoides</i> Evans, 1953	X			
		<i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)		X		
		<i>Heliopetes omrina</i> (Butler, 1870)	X			
		<i>Milanion leucaspis</i> (Mabille, 1878)	X	X		
		<i>Nisoniades bipuncta</i> (Schaus, 1902)	X	X		
		<i>Pyrgus orcus</i> (Stoll, 1780)	X	X		
		<i>Pythonides lancea</i> (Hewitson, 1868)	X			
		<i>Quadrus cerialis</i> (Stoll, 1782)	X			
		<i>Trina geometrina geometrina</i> (C.Felder & R.Felder, 1867)	X			
		<i>Xenophanes tryxus</i> (Stoll, 1780)	X			
		* #	Eudamini	<i>Astraptus aulus</i> (Plötz, 1881)	X	X
				<i>Astraptus fulgurator fulgurator</i> (Walch, 1775)	X	X
				<i>Autochton zarex</i> (Hübner, 1818)		X
		*		<i>Celaenorrhinus similis</i> Hayward, 1933	X	X
	<i>Epargyreus exadeus exadeus</i> (Crammer, 1779)	X				
	<i>Nascus phocus</i> (Crammer, 1777)	X				
	<i>Urbanus albimargo</i> (Mabille, 1875)	X				
	<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1790)	X		X		
	<i>Urbanus esta</i> Evans, 1952	X		X		
*	<i>Urbanus procne</i> (Plötz, 1880)	X		X		
	<i>Urbanus simplicius</i> (Stoll, 1790)		X			
	<i>Urbanus teleus</i> (Hübner, 1821)	X	X			
* #	Pyrrhopygini	<i>Elbella lamprus</i> (Hopffer, 1874)	X			
		<i>Pyrrhopyge</i> sp.	X	X		
		<i>Ancyloxypha nitedula</i> (Burmeister, 1878)	X			
		<i>Appia appia</i> Evans, 1955	X			
*		<i>Arita arita</i> (Schaus, 1902)	X			
		<i>Callimormus interpunctata</i> (Plötz, 1884)		X		
		<i>Callimormus rivera</i> (Plötz, 1882)	X	X		
		<i>Chalcone santarus</i> (Bell, 1940)	X	X		
*		<i>Conga chydaea</i> (Butler, 1877)	X	X		
		<i>Corticea corticea</i> (Plötz, 1882)	X			
*	<i>Cymaenes lepta</i> (Hayward, 1939)		X			
*	<i>Hylephila phyleus</i> (Drury, 1773)	X				
	<i>Lychnuchoides ozias ozias</i> (Hewitson, 1878)	X	X			
	<i>Lychnuchus celsus</i> (Fabricius, 1793)		X			
	<i>Miltomiges cinnamomea</i> (Herrich-Schäffer, 1869)		X			
	<i>Mnasilus allubita</i> (Butler, 1870)	X				
* #	<i>Morys geisa geisa</i> (Möschler, 1879)		X			
	<i>Nyctelius nyctelius nyctelius</i> (Latreille, [1824])	X	X			
*	<i>Panoquina ocola ocola</i> (W. H. Edwards, 1863)	X				
*	<i>Parphorus pseudecorus</i> (Hayward, 1934)	X				
	<i>Perichares philetus aurina</i> Evans, 1955	X				
*	<i>Polites vibex catilina</i> (Plötz, 1886)		X			
	<i>Pompeius pompeius</i> (Latreille, [1824])	X				
	<i>Saliana longirostris</i> (Sepp, [1840])	X				
* #	<i>Talides riosa</i> Evans, 1955	X				
	<i>Vehilius inca</i> (Scudder, 1872)	X				
	<i>Vehilius stictomenes stictomenes</i> (Butler, 1877)		X			
*	<i>Vettius phyllus prona</i> Evans, 1955	X	X			
*	<i>Virga austrinus</i> (Hayward, 1934)	X				
	<i>Zariaspes mys</i> (Hübner, [1808])		X			
S Total= 205			159	124		

Tabela 2. Representatividade (%) das espécies para cada família de borboletas em ecossistemas da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, Brasil.

Table 2. Percentage (%) of butterflies per family in Atlantic forest ecosystems in Rio Grande do Sul State, Brazil.

PCN= Planície Costeira Norte, MPA=Mata Paludosa, RES=Restinga, FOD=Floresta Ombrófila Densa, FOM= Floresta Ombrófila Mista.

	PCN	MPA	RES	FOD	FOM
Nymphalidae	41	44	40,3	36	39
Hesperiidae	27,8	28,3	25,8	33	29,6
Lycaenidae+Riodinidae	19,5	18,2	19,3	19	17
Pieridae	6,8	5,7	7,3	8	9,4
Papilionidae	4,9	3,8	7,3	4	5

ARTIGO 2

Segue as normas da revista Biota Neotropica

Efeito de borda e estruturação das assembleias de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa no Sul do Brasil.

Edge effect and structure of fruit-feeding butterfly assemblages in Swamp forest remnants in southern Brazil

Borboletas frugívoras de fragmentos de Mata Paludosa no sul do Brasil.

Juliane Bellaver (autor para correspondência)^{1,3}

Cristiano Agra Iserhard²

Helena Piccoli Romanowski¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43435, laboratório 218. CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. www.urfgs.br/zoologia

² Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Cidade Universitária Zeferino Vaz, s/n, Barão Geraldo, Caixa Postal 6109, CEP 13083-970, Campinas, SP. www.ib.unicamp.br

³ e-mail: jubellaver@yahoo.com.br

Efeito de borda e estruturação das assembleias de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa no sul do Brasil - O processo de fragmentação de ambientes nativos vem aumentando gradativamente nas últimas décadas. Uma das consequências é a formação de bordas nas florestas, o chamado 'efeito de borda'. Estes efeitos são deletérios a diversos grupos animais, incluindo as borboletas. Contudo, há carência de estudos que indiquem mudanças na diversidade e composição desse grupo através do efeito de borda. O presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de borda e descrever padrões gerais de estruturação das assembleias de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa em uma região costeira no sul do Brasil. As amostragens ocorreram em dez fragmentos, nos quais armadilhas atrativas foram dispostas em unidades amostrais na borda e 50 metros em direção ao interior de cada fragmento ao longo de duas campanhas. Os dados foram analisados a partir da riqueza, abundância e composição de espécies de borboletas frugívoras. Um total de 342 indivíduos em 29 espécies foram registrados. A riqueza de espécies não diferiu significativamente entre os dois ambientes amostrados. Diferenças significativas foram encontradas em relação à abundância e composição de espécies de borboletas. Fragmentos geograficamente mais próximos mostraram maior similaridade na composição de espécies, por outro lado, não houve relação diretamente proporcional entre tamanho de fragmento e abundância de borboletas. As variáveis ambientais foram significativamente diferentes entre a borda e o interior, porém, não houve correlação significativa com a composição de espécies. Os resultados indicam que foi verificado efeito de borda, demonstrando que 50 metros é suficiente para detectar mudanças na estrutura e composição de espécies de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa. O presente trabalho ressalta a partir dos padrões encontrados a importância de pequenos fragmentos para a manutenção da diversidade local na guilda de borboletas frugívoras.

Palavras-chave: Conservação, Floresta Ombrófila Densa, fragmentação, Planície Costeira, riqueza de espécies.

Edge effect and structure of fruit-feeding butterfly assemblages in Swamp forest remnants in southern Brazil - The fragmentation of native habitats is increasing in recent decades. A consequence of this process is the formation of forest edges, named 'edge effect'. These effects are deleterious to several animal groups, including butterflies. However, there are few studies indicating changes in diversity and composition of this group through the edge effect. This study evaluated the edge effects and described general patterns on the structure of fruit-feeding butterfly assemblages of Swamp forest remnants in the coastal of Atlantic Forest region of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. Samples were carried out twice in ten fragments with baited traps placed in sampling units in the edge and 50 meters inside the remnants. Overall, 342 butterflies in 29 fruit-feeding species were recorded. The differences in richness was not significant between the edge and inside the fragments. Significant differences were found in the abundance and composition of butterflies. Geographically closer remnants showed higher similarity in species composition, on the other hand, there was not relation between remnant size and butterflies's abundance. The environmental variables were significantly different between the edge and inside the fragments, although, no correlation was found when environmental variables were compared with species composition. The results indicate that there is edge effect, demonstrating that 50 meters is enough to detect changes in the structure and species composition of fruit-feeding butterflies in Swamp forest fragments. This study shows the patterns found from the importance of small remnants for the maintenance of the local diversity of fruit-feeding butterflies.

Keywords – Conservation, fragmentation, southern Coastal Plain, species richness, subtropical Atlantic Forest.

Introdução

A alta taxa de conversão de ambientes nativos em sistemas antrópicos e o efeito dos processos de destruição e modificação dos habitats estão se tornando cada vez mais preocupantes (Harrison & Bruna 1999). Um dos principais fatores ainda desconhecidos é saber o quanto de biodiversidade vem sendo perdida e, conseqüentemente, se os organismos remanescentes são capazes de sobreviver e se manter em níveis populacionais adequados a um novo tipo de ambiente. Um tipo desses efeitos deletérios é a fragmentação florestal, que causa a substituição, diminuição e isolamento de áreas florestais contínuas em pequenos fragmentos (Tscharntke et al. 2002a).

Uma das conseqüências desta fragmentação é a alteração nos padrões de diversidade das espécies, na dinâmica das comunidades e nos processos ecossistêmicos (Murcia 1995, Ries & Sisk 2004). Dentro deste contexto, a fragmentação florestal produz o chamado ‘efeito de borda’, expondo diferentes organismos a condições ambientais adversas. As bordas geradas após a separação de um grande remanescente florestal produzem efeitos que se alastram da matriz modificada para o interior da floresta (Laurence 2000). Como conseqüência, alterações nos fatores abióticos são decorrentes de diferentes gradientes físicos relacionados à luminosidade, umidade, velocidade do vento e aumento da exposição a condições antrópicas. Também, existem modificações nos fatores bióticos como o aumento da densidade de espécies típicas de borda para o interior do fragmento e modificações na composição florística do remanescente (Murcia 1995).

Os insetos são o maior grupo dentro dos artrópodes e são representados por organismos reconhecidamente úteis para monitoramento e avaliação ambiental (Brown 1991). As borboletas representam um excelente modelo para avaliar a dinâmica da comunidade em ambientes modificados (Brown 1996, 1997), pois respondem rapidamente às perturbações nos sistemas pela alta associação com seus microhabitats e por serem especialistas em recursos específicos no ambiente (Brown 1997, Freitas et al. 2003). A guilda de borboletas frugívoras vem sendo bastante utilizada em diversos estudos, pois apresentam algumas vantagens práticas na amostragem, são facilmente capturadas em armadilhas contendo isca de fruta fermentada de modo que a amostragem pode ser simultânea e o esforço pode ser padronizado em diferentes áreas e meses durante o ano (DeVries & Walla 2001).

A Mata Atlântica vem sofrendo, principalmente, nos últimos sessenta anos com altos níveis de perda de habitat (Dean 1997, Cincotta et al. 2000). As Matas Paludosas estão inseridas neste bioma e localizam-se em regiões litorâneas próximas ao mar, principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. Caracterizam-se por apresentar alagamento permanente ou temporário e solo lodoso rico em matéria orgânica vegetal (Rambo 2005). Atualmente, encontram-se em reduzidos fragmentos pela intensa ação antrópica e são ecossistemas ainda muito

pouco estudados; a ampliação do conhecimento acerca da distribuição da biodiversidade destas florestas é vital para a compreensão dos mecanismos que as mantêm (Kindel 2002).

Estudos avaliando os efeitos da fragmentação vêm aumentando, entretanto, ainda há carência entre princípios teóricos gerais com evidências em campo (Harrison & Bruna 1999). Alguns trabalhos com efeitos de fragmentação foram realizados na Mata Atlântica brasileira enfocando alguns aspectos ecológicos atuais (Tabarelli et al. 2010), incluindo a fauna (Pardini 2003, Anjos 2006, Galetti et al. 2009, Rodrigues et al. 2009) e focando para as borboletas (Uehara-Prado et al. 2007, Ribeiro et al. 2008, Uehara-Prado & Freitas 2009, Ribeiro et al. 2012). Entretanto, há carência de estudos voltados especificamente a avaliação do efeito de borda em borboletas.

Trabalhos enfatizando aspectos das conseqüências deletérias decorrentes da borda são comuns, porém, ainda há muita discussão entre estudos que determinem com exatidão a extensão do efeito da borda para o interior da floresta. Alguns efeitos são mais notáveis nos primeiros 35 metros (Rodrigues 1998) e até 150 metros (Paton 1994, Laurence & Bierregaard 1997, Didham 1997). Entretanto, podem ser evidenciados até 500 metros para dentro da floresta (Laurence 1991) e, alguns poucos trabalhos, indicam de um a cinco quilômetros (Janzen 1986, Skole & Tucker 1993). Para as borboletas frugívoras, foram detectados efeitos que podem se estender por no mínimo 50 metros (Bossart & Opuni-Frimpong 2009). Contudo, ainda há carência de informações que indiquem a distância suficiente para que a composição e diversidade de borboletas se mantenham ou se modifiquem em diferentes fragmentos em grande parte dos ecossistemas, sobretudo na Mata Atlântica. De posse de tais informações, planejamentos em conservação, bem como o entendimento dos mecanismos que mantêm a dinâmica dos fragmentos na paisagem e sua importância para a manutenção de diferentes organismos podem ser verificadas com maior clareza.

A partir disso, algumas questões foram elaboradas: (i) existe efeito de borda em relação à composição, abundância e riqueza de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa no sul do Brasil? (ii) fragmentos mais próximos tendem a ser mais similares entre si? (iii) fragmentos maiores possuem relação diretamente proporcional a abundância de borboletas? (iv) amostragens otimizadas na época de maior ocorrência de borboletas são suficientes para detectar padrões de diversidade em relação ao efeito de borda e às Matas Paludosas dentro de uma escala espacial ampla?

Desta forma, o presente estudo visa testar o efeito de borda nas assembléias de borboletas frugívoras em fragmentos de mata paludosa no extremo sul do Brasil; e verificar padrões gerais de diversidade desta fauna em relação a fatores abióticos de cada fragmento e a dinâmica destes na região.

Material e Métodos

1. Área de estudo

Foram estudados dez fragmentos de Mata Paludosa em uma região localizada na Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul nos municípios de Torres, Morrinhos do Sul, Mampituba e Dom Pedro de Alcântara; e Passo de Torres, na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Figura 1). Os fragmentos possuíam tamanhos que variavam de oito a 1000 hectares aproximadamente. O clima da região é subtropical com verões e invernos relativamente amenos (Dobrovolski 2006). A temperatura anual varia com máximas de até 33°C no verão e com mínimas de até 2°C no inverno. Para o ano de 2010, a precipitação total foi de 1567 mm com registros de máximas no mês de maio e de mínimas no mês de outubro (Agritempo 2011).

2. Amostragem

A amostragem de borboletas frugívoras foi realizada através de armadilhas com isca atrativa em janeiro de 2011 (correspondendo a amostragem de verão) e no final de março/início de abril (correspondendo a amostragem de outono). Em cada fragmento, quatro unidades amostrais (UAs) foram delimitadas, sendo duas na borda e duas no interior. Cada UA era constituída por um grupo de três armadilhas distantes em torno de 10 metros entre si. As UAs foram dispostas em duas transecções lineares, cada uma com 50 metros de extensão e separadas por 100 metros. A isca utilizada foi elaborada através da mistura de banana amassada com caldo de cana fermentada por 48 horas, sendo substituída a cada revisão.

As armadilhas consistem em um cilindro de voal branco, com 110 cm de altura e 35 cm de diâmetro, fechado no topo. Na extremidade inferior (aberta) do cilindro, cada armadilha possui um funil interno invertido com 22 cm de diâmetro de abertura superior para prevenir eventual fuga do animal capturado. O cilindro é fixado a uma base, que constitui-se de uma plataforma de tela soldada, por abraçadeiras de plástico ficando uma abertura de aproximadamente 5 cm entre o cilindro e a base, sobre a qual era colocado um pote plástico com isca, o qual era posteriormente fechado com um tampa perfurada. As armadilhas foram colocadas na manhã do primeiro dia de amostragem e permaneceram instaladas por mais três dias (total de 96 horas). Os fragmentos foram amostrados em dois blocos de amostragem, sendo seis fragmentos no primeiro e cinco no segundo bloco. O processo de revisão foi realizado a cada 48 horas em cada bloco (totalizando 10.560 horas de esforço amostral). Indivíduos capturados foram identificados, marcados com caneta para retroprojeter e, posteriormente, liberados.

Pelo menos dois exemplares de cada espécie foram coletados como material testemunho, assim como os de difícil identificação em campo. Este material encontra-se depositado na coleção de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A identificação dos espécimes foi realizada através da referida coleção, além de consultas com especialistas em determinados grupos de borboletas.

3. Análise estatística

Foram plotadas curvas de acúmulo de espécies para a borda, interior e para o total de fragmentos. Para testar diferenças na riqueza de espécies entre a borda e o interior foi realizada uma rarefação baseada em indivíduos, a fim de eliminar efeitos do número desigual de indivíduos das amostras nesta comparação (Melo & Hepp 2008) e testar a significância através dos intervalos de confiança (95%). A abundância foi avaliada através do teste de Mann-Whitney (para dados não paramétricos) após a verificação da normalidade dos dados em cada ambiente, ponderando, conjuntamente, os dez fragmentos. Para comparar a composição da borda e do interior com os fragmentos, foram realizadas análises de ordenação através de Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) com medidas de semelhança qualitativa (Jaccard) e quantitativa (Morisita). A significância foi testada através de ANOSIM. Além disso, foi realizado o teste Simper através do índice de similaridade de Bray-curtis para verificar quais táxons melhor contribuem para explicar diferenças de dissimilaridade entre a borda e o interior.

A distância geográfica entre os fragmentos foi comparada em relação à composição de espécies através do teste de Mantel a partir do índice de similaridade de Morisita. De acordo com Melo & Hepp (2008) dados quantitativos são mais refinados e mais adequados para a detecção de diferenças entre tipos de ambiente. Para avaliar a relação entre a abundância de borboletas frugívoras e a área dos fragmentos uma tabela de contingência foi obtida gerando valores esperados e observados de indivíduos para cada fragmento. Posteriormente, o teste qui-quadrado foi empregado para testar diferenças entre abundância e tamanho dos fragmentos. Os valores encontrados do teste qui-quadrado, para cada fragmento, foram somados para verificar significância, primeiramente, do valor total e, posteriormente, para cada fragmento.

Diferenças entre as variáveis abióticas (temperatura, umidade, velocidade do vento e luminosidade) foram testadas através do teste T pareado entre borda e interior com todas as áreas. Foi realizada também uma análise de Correspondência Canônica (CCA) para verificar e comparar a relação das variáveis abióticas com a matriz de composição de espécies.

As análises estatísticas: rarefação baseada em indivíduo, teste Mann-Whitney, Anosim, teste T pareado e análise de Correspondência Canônica foram realizadas a partir do software PAST[®] (Hammer et al. 2001). O teste de Mantel e o teste qui-quadrado foram realizados no software R (R Development Core Team 2009) e as curvas de acúmulo de espécies foram realizadas através do software EstimateS 7.5 (Colwell 2005).

Resultados

Um total de 342 indivíduos distribuídos em 29 espécies pertencentes a quatro subfamílias de borboletas frugívoras (17 espécies de Satyrinae, seis de Charaxinae, quatro de Biblidinae e duas de Nymphalinae) foram registrados nos fragmentos de mata paludosa estudados no extremo sul do Brasil. Deste total, 26 espécies

ocorreram na borda (com 11 espécies exclusivas) e 18 no interior (com três espécies exclusivas), sendo que estes dois ambientes compartilharam 15 espécies. As três curvas de acúmulo de espécies encontram-se ascendentes, não atingindo, portanto, a assíntota (Figura 2a, b, c). Isto é um indicativo de que mais espécies de borboletas frugívoras poderiam ser potencialmente registradas com o aumento do esforço amostral.

Em relação à riqueza de espécies, não houve diferenças significativas entre a borda e o interior com uma sobreposição dos intervalos de confiança (Figura 3). Resultado diferente foi encontrado para a abundância de borboletas frugívoras; o teste de Mann-Whitney aponta diferença significativa entre o número de indivíduos registrados na borda (261 indivíduos) e o número de indivíduos registrados no interior (81 indivíduos) ($N=10$; $T=13$; $p=0,005$).

Os resultados do NMDS indicam uma separação da composição de espécies de borboletas frugívoras entre o interior e a borda em relação ao índice de Morisita (Figura 4a). Quanto ao encontrado para o índice de Jaccard, há uma sobreposição maior entre ambientes de borda e de interior (Figura 4b). O ANOSIM mostra que para ambas as ordenações a composição de espécies de borboletas entre a borda e o interior dos fragmentos difere significativamente (Jaccard: $R=0,1217$; $p=0,05$; Morisita: $R=0,3371$; $p=0,0009$), apesar do índice de Jaccard possuir um valor de stress mais elevado (Figura 4a, b).

Os ambientes apresentaram alta dissimilaridade (88,44%) de acordo com os resultados obtidos pelo SIMPER, indicando que três táxons foram os que mais explicaram a variação na composição de espécies entre o interior e a borda (em torno de 50%) (Tabela 1).

A distância geográfica entre os fragmentos apresentou uma relação significativa com a composição de espécies ($R=0,4$; $p=0,02$), havendo a formação de grupos de fragmentos mais próximos em regiões fisionomicamente semelhantes, com maiores valores de similaridade de borboletas frugívoras (Figura 5). Analisando-se a relação entre a área dos fragmentos e a abundância esperada, diferença significativa foi encontrada com o valor total do teste qui-quadrado dos fragmentos ($\chi^2=331,21$; $gl=9$; $p<0,05$). Avaliando, individualmente, somente em dois fragmentos diferenças significativas foram encontradas (Tabela 2).

Diferenças significativas nos valores das variáveis abióticas (temperatura, umidade, velocidade do vento, luminosidade) foram encontradas de acordo com os resultados dos testes T pareados entre a borda e o interior de cada fragmento (Figura 6a, b, c, d). Entretanto, não houve significância para os eixos da CCA quando a composição das espécies e variáveis abióticas foram comparadas (Figura 7).

Discussão

Foi verificado efeito de borda nas Matas Paludosas estudadas nesta região do sul do Brasil em relação à abundância e composição de espécies de borboletas frugívoras. Mesmo a riqueza não sendo significativamente diferente entre a borda e o interior, os demais parâmetros de diversidade mostraram alta significância. Desta forma, tanto composição quanto abundância podem ser considerados melhores descritores para avaliação do efeito de borda em assembleias de borboletas frugívoras.

A partir das curvas de acúmulo de espécies aleatorizadas e observadas (Figura 2a, b), percebe-se uma leve tendência a um acréscimo maior de espécies para os ambientes de borda caso mais amostragens fossem realizadas. Isto pode ser um indicativo de que a riqueza de espécies de borda levaria mais tempo para atingir a assíntota, sugerindo ser este um ambiente possivelmente mais rico.

Alguns estudos com invertebrados têm verificado efeito de borda em suas avaliações. Ewers & Didham (2008), no sul da Nova Zelândia, encontraram mais de 90% das espécies de Coleoptera respondendo significativamente em habitats de borda com diferenças na estrutura da comunidade em relação ao interior. Especificando dados obtidos para a família Carabidae, foi registrada maior riqueza na borda dos fragmentos. Outro padrão é verificado por Bossart & Opuni-Frimpong (2009) no oeste da África avaliando-se o efeito de borda em comunidades de borboletas frugívoras com um gradiente de distância a partir da borda. Em duas das três áreas avaliadas, a riqueza aumentou ao longo do gradiente em direção ao interior. Ribeiro et al. (2008) trabalhando com fragmentação em borboletas frugívoras, não encontrou diferenças na riqueza de borboletas, porém foi encontrada uma grande variabilidade na composição de espécies entre os fragmentos. Esta discrepância nos resultados de diferentes trabalhos em relação à avaliação da riqueza de espécies corrobora o estudo de Uehara-Prado et al. (2009), o qual salienta que as respostas a distúrbios de origem antrópica baseados na composição de espécies são mais informativos que os baseados em riqueza.

Pode-se inferir que quase não houve espécies restritas a algum tipo de ambiente, principalmente no interior dos fragmentos (apenas *Dynastor darius darius* (Fabricius, 1775) e *Taygetis ypthima* Hübner 1821), sendo que mais de 50% das espécies são compartilhadas entre a borda e o interior dos fragmentos. Porém, cabe ressaltar que a maior influência na segregação entre a borda e o interior desses fragmentos de Mata Paludosa é a contribuição de cada espécie nos dois ambientes, evidenciando, em alguns casos, espécies com elevada abundância em determinado ambiente e baixa representatividade no outro. Isto pode ser um indicativo de que tais espécies necessitem de alguma condição específica (principalmente em relação ao interior das matas) do ambiente em que são mais representativas, mas não exclui a possibilidade de que eventualmente sejam encontrados em outro tipo de habitat. De acordo com Ribeiro et al. (2012), isto pode estar relacionado com a vegetação da matriz dos fragmentos e que diferentes tipos de vegetação são correlacionados com a abundância de diferentes espécies. A

análise do Simper (Tabela 1) é um demonstrativo disso, e pode estar indicando, com os demais resultados de composição, as diferenças entre o interior e a borda.

A borda apresentou elevado número de espécies típicas de clareiras e áreas com distúrbios (Brown 1992) sugerindo, portanto, que vários grupos de borboletas mostram uma notável resistência para efeitos de fragmentação de habitat (Brown 1997, Lewis 2001). Entre algumas dessas espécies registradas, a subfamília Satyrinae, representada por *Capronnieria galesus* (Godart, 1824) e *Hermeuptychia* sp., indicam espécies generalistas e mais comumente associadas a habitats secundários e abertos. A subfamília Charaxinae, especialmente as espécies do gênero *Memphis* sp. possuem como planta hospedeira plantas típicas de borda (Brown 1992, Beccaloni et al. 2008). Algumas espécies, que no seu estágio larval se alimentam tipicamente de palmeiras, como *Opsiphanes envirae* (Hübner, 1818), *Catoblepia amphirhoe* (Hübner, 1825) e *Dasyophthalma creusa* (Hübner, 1812) (Brown 1992) foram muito abundantes no presente estudo, sendo as duas primeiras mais representadas na borda e a última no interior. Este elevado número pode estar relacionado, principalmente, à composição faunística das Matas Paludosas, seu entorno e matriz que possuem várias e abundantes espécies de palmeiras. Além disso, espécies do gênero *Blepolenis* sp. estão entre os poucos brassolíneos associados a ambientes abertos, ensolarados e que voam ao longo de todo o dia.

A relação verificada entre a composição de espécies e a distância geográfica entre os fragmentos é um indicativo de que aparentemente existe a formação de subgrupos de espécies em uma escala menor, podendo isto estar relacionado a características intrínsecas dos fragmentos mais próximos. Portanto, em diferentes escalas de paisagem o mosaico de diferentes fragmentos pode favorecer a manutenção da diversidade local, facilitando o deslocamento das espécies entre os remanescentes. O contrário ocorre para áreas mais distantes, nas quais a paisagem pode estar fragmentada demais e possua uma matriz muito inóspita para o deslocamento das borboletas.

A relação de fragmentos maiores possuírem maior abundância não se explica neste estudo. O tamanho do fragmento independe da quantidade de indivíduos de borboletas frugívoras. Portanto, fragmentos, mesmo pequenos, podem favorecer a sobrevivência de uma fauna específica de borboletas no seu interior. Isto evidencia a necessidade de manutenção dessas pequenas manchas de floresta na paisagem, fornecendo abrigo, mantendo e facilitando a sobrevivência de determinados grupos de borboletas. Trabalhos relativos à fragmentação também encontraram este padrão para borboletas frugívoras (Daily & Ehrlich 1995, Bossart & Opuni-Frimpong 2009, Uehara-Prado et al. 2007, Ribeiro et al. 2012) sugerindo maior atenção aos pequenos remanescentes, que parecem contribuir, também, na estruturação das comunidades locais. Embora o apelo para a conservação de fragmentos maiores em paisagens fragmentadas seja maior, a desvalorização de fragmentos pequenos ainda não parece ser comprovada (Tschardt et al. 2002).

Considerando os impactos que a Mata Atlântica vem intensamente sofrendo, conhecer e estudar as modificações geradas nas comunidades locais torna-se fundamental para a manutenção de nossa biodiversidade, inclusive como uma ferramenta para futuros planejamentos em conservação e subsídio para políticas públicas ambientais. Ainda há lacunas no que diz respeito ao entendimento de processos ecológicos e estabelecimento de comunidades florestais em resposta à fragmentação de seus habitats. O filo Arthropoda, embora seja um excelente modelo para trabalhos voltados à fragmentação e distúrbios ambientais, é o que possui maior necessidade de estudos (Bolger et al. 2000). Neste sentido, as borboletas frugívoras foram bastante eficazes na detecção dos padrões de estruturação de comunidades levando em consideração a fragmentação e o efeito de borda.

O padrão geral de distribuição de abundância das espécies é muito similar ao encontrado para insetos em ambientes tropicais: poucas espécies muito abundantes e a quantidade de singletons em torno de 1/3 da fauna amostrada (Rogo & Odulaja 2001, Simonson et al. 2001). Tal cenário se repete no trabalho de Uehara-Prado et al. (2007) em ambientes fragmentados de Mata Atlântica. Este resultado mostra que amostragens otimizadas no melhor período de ocorrência de borboletas são suficientes para detectar padrões de diversidade de borboletas e verificar efeito de borda nesta fauna, desde que a escala espacial seja ampla com uma quantidade razoável de replicações.

A heterogeneidade ambiental e diferentes escalas de paisagem são componentes importantes para a diversidade local e regional de borboletas, podendo modificá-la através de distúrbios naturais ou antrópicos. A Mata Atlântica possui altos níveis de heterogeneidade ambiental, responsáveis pela grande diversidade neste bioma, porém dados de inventários e avaliação de diversidade ainda são escassos em escalas locais (Ribeiro et al. 2009). Através deste estudo confirma-se que mudanças decorrentes da fragmentação de habitats afetam esta guilda de insetos e que 50 metros é suficiente para detectar diferenças na estrutura e composição destas assembléias. Isto é muito importante do ponto de vista da conservação e para a tomada de decisões mais eficazes. As mudanças recentemente propostas no código florestal brasileiro podem trazer riscos muito sérios e irreversíveis para regiões severamente fragmentadas (Freitas 2010), o que inclui a grande maioria dos remanescentes de floresta da Mata Atlântica. Dada a crescente fragmentação dos ambientes nativos em regiões costeiras, a obtenção de informações que auxiliem na compreensão do funcionamento da dinâmica da fragmentação em curtos períodos de tempo é fundamental.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas Jessie Pereira dos Santos, Ana Kristina Silva, Márcio Torres, Ricardo R. Siewert, Daniel S. Castro, Nicolás Mega, Beatriz B. Aydos, Maury S. L. Abreu, Andressa C. de Castro, Pablo L. Bos, Luiza Moucachen e Patrick Colombo pelo auxílio fundamental na logística e nas amostragens ao longo

deste trabalho. Ao Ricardo Dobrovolski e Andreas Kindel pelas informações e fornecimento dos mapas da região. A SEMA-RS pela autorização de pesquisa nº 325 e ao administrador do Parque Estadual de Itapeva Paulo Grubler. Ao Centro Ecológico litoral Norte Assessoria e Formação em Cultura Ecológica e à Marlene Apolinário pelo apoio e hospedagem e aos proprietários das áreas particulares pela permissão de pesquisa em suas propriedades. Este trabalho foi financiado pela CAPES e pelo edital SISBIOTA – CNPq (RedeLep - Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros). Contribuição do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Referências bibliográficas

AGRITEMPO. <http://www.agritempo.gov.br> (último acesso em 18/01/2012).

ANJOS, L. 2006. Bird species sensitivity in a fragmented landscape of the Atlantic Forest in southern Brazil. *Biotrop*. 38:229-234.

BECCALONI, G.W., HALL, S.K., VILORIA, A.L. & ROBINSON, G.S. 2008. Catalogue of the hostplants of the neotropical butterflies, v.8, Monografias Tercer Milenio, Zaragoza.

BOLGER, D.T., SUAREZ, A.V., CROOKS, K.R., MORRISON, S.A. & CASE, T.J. 2000. Arthropods in urban habitat fragments in Southern California: area, age, and edge effects. *Ecol. Appl.*, 10(4):1230-1248.

BOSSART, J.L. & OPUNI-FRIMPONG, O. 2009. Distance from Edge Determines Fruit-Feeding Butterfly Community Diversity in Afrotropical Forest Fragments. *Environ. Entomol.* 38(1):43-52.

BROWN, K.S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: In *Insects as Indicators* (N.M. Collins & J.A. Thomas, eds). The conservation of insects and their habitats. Academic Press, Londres, p.350-404.

BROWN, K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil* (L.P.C. Morellato, ed.). UNICAMP/FAPESP, Campinas, p.142–186.

BROWN, K.S. 1996. Diversity of Brazilian Lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness. In *Biodiversity in Brazil, a first approach* (C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes, eds). Instituto de Botânica/CNPq, São Paulo, p.223-253.

BROWN, K.S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal Insect Conservation*. 1:25-42.

CINCOTTA, R.P., WISNEWSKI, J. & ENGELMAN, R. 2000. Human population in the biodiversity hotspots. *Nature*. 404(6781):990-992.

COLWELL, R.K. 2005. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's guide. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> (último acesso em 18/01/2012).

DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 1995. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluation using butterfly trapping. *Biodiv. Conserv.* 4:35–55.

DEAN, W. 1997. *A ferro e fogo. A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. Companhia das Letras, São Paulo.

DEVRIES, P.J. & WALLA, T.R. 2001. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biol. Jour. Lin. Soc.* 74(1):1-15.

DIDHAM, R.K. 1997. An overview of invertebrate responses to habitat fragmentation. In *Forests and Insects* (A.D. Watt, et al., eds). Chapman & Hall, p.303-320.

DOBROVOLSKI, R. 2006. *A Paisagem do Parque Estadual de Itapeva, RS, e seu entorno: padrões, processos e fatores direcionadores*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

EWERS, R.M. & DIDHAM, R.K. 2008. Persistent impact of large-scale edge effects on a beetle community. *Journal of Insect Conservation*. 105(14):5426-5429.

Freitas, A.V.L. 2010. Potential impacts of the proposed Brazilian Forest Act on native butterflies. *Biota Neotrop.* 10(4), 53-58. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/en/abstract?article+bn00810042010>

FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN, K.S. 2003. Insetos como indicadores ambientais. In *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (L. Cullen, R. Rudran & C. Valladares-Padua, eds). Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, p.125-151.

GALETTI, M., GIACOMINI, H.C., BUENO, R.S., BERNARDO, C.S.S., MARQUES, R.M., BOVENDORP, R.S., STEFFLER, C.E., RUBIM, P., GOBBO, S.K., DONATTI, C.I., BEGOTTI, R.A., MEIRELLES, F., NOBRE, R.D., CHIARELLO, A.G. & PERES, C.A. 2009. Priority areas for the conservation of Atlantic Forest large mammals. *Biol. Conserv.* 142:1229-1241.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. Past: paleontological statistic software package for education and data analysis. *Palaeo. Elect.* 4:1-9.

HARRISON, S. & BRUNA, E. 1999. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography* 22:225-232.

KINDEL, A. 2002. Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da Floresta Paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

JANZEN, D.H. 1986. The eternal external threat. In *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity* (M.E. Soulé, ed.). Sinauer, p.286-303.

LAURENCE, W.F. 1991. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. *Biol. Conserv.* 57:205-219.

LAURENCE, W.F. 2000. Do edge effects occur over large spatial scales? *Tren. Ecol. Evol.* 15:134-135.

LAURENCE, W.F. & BIERREGAARD, R.O. 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago.

- LEWIS, O.T. 2001. Effects of experimental selective logging on tropical butterflies. *Conserv. Biol.* 15:389-400.
- MELO, A.S. & HEPP, L.U. 2008. Ferramentas Estatísticas para Análises de dados provenientes de biomonitoramento. *Oecol. Bras.* 12(3):463-486.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tren. Ecol. Evol.* 10:58-62.
- PARDINI, R. 2003. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. *Biodiv. Conserv.* 13:2567-2586.
- PATON, P.W.C. 1994. The effect of edge on avian nest success: how strong is the evidence? *Conserv. Biol.* 8:17-26.
- R Development Core Team. 2009 R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- RAMBO, B. 2005. A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural. Unisinos, São Leopoldo.
- RIBEIRO, D.B., BATISTA, R., PRADO, I.P., BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2012. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. *Biodiv. Conserv.* 21(1).
- RIBEIRO, D.B., PRADO, P.I., BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2008. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation. *Diver. Distrib.* 14:961-968.
- RIES, L. & SISK, D.T. 2004. A Predictive model of edge effects. *Ecology*, 85(11):2917-2926.
- RODRIGUES, E. 1998. Edge effects on the regeneration of forest fragments in North Paraná. Tese de Doutorado. Harvard University.

- Rodrigues, R.R., Lima, R.A.F., Gandolfi, S., Nave, A.G. 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol. Conserv.* 142, 1242–1251.
- ROGO, L. & ODULAJA, A. 2001. Butterfly populations in two Forest fragments at the Kenya coast. *Afr. J. Ecol.* 39: 266-275.
- SIMONSON, S.E., OPLER, P.A., STOHLGREN, J. & CHONG, G.W. 2001. Rapid assessment of a butterfly diversity in a montane landscape. *Biodiv. Conserv.* 10: 1369-1386.
- SKOLE, D. & TUCKER, C. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. *Science.* 260:1905-1910.
- TABARELLI, M., AGUIAR, A.V., RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P. & PERES, C.A. 2010. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biol. Conserv.* 143:2328-2340.
- TSCHARNTKE, T., STEFFAN-DEWENTER, I., KRUESS, A. & THIES, C. 2002a. Characteristics of insect populations on habitat fragments: A mini review. *Ecol. Research.* 17:229-239.
- TSCHARNTKE, T., STEFFAN-DEWENTER, I., KRUESS, A. & THIES, C. 2002b. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of Grassland-Cropland landscapes. *Ecol. Appl.* 12(2):354-363.
- UEHARA-PRADO, M., BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2007. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. *Glob. Ecol. Biogeog.*, 16:43-54.
- UEHARA-PRADO, M., FERNANDES, J.D., BELLO, A.D., MACHADO, G., SANTOS, A.J., VAZ-DE-MELLO, F.Z. & FREITAS, A.V.L. 2009. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance. A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol. Conserv.* 142:1220-1228.

UEHARA-PRADO, M. & FREITAS, A.V.L. 2009. The effect of rainforest on species diversity and monocringing composition of ithomiine butterflies. *Insec. Conserv. Divers.* 2:23-28.

Uehara-Prado, M., Freitas, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN, K.S. 2004. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia, São Paulo. *Biota Neotrop.* 4(1):1-25 <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n1/pt/abstract?article+BN00504012004> (ultimo acesso em 18/01/2012).

Legenda das Figuras

Figura 1 – Mapa com a localização dos dez fragmentos de Mata Paludosa amostrados e do Parque Estadual de Itapeva (PEVA) no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (conforme página 34, Artigo 1)

Figure 1 – Map with the location of the ten sampled Swamp forest remnants and Itapeva State Park (PEVA) in Rio Grande do Sul and Santa Catarina State (according page 34, Article 1).

Figura 2 - Curvas de acúmulo de espécies da (a) borda, do (b) interior dos fragmentos e (c) da assembléia total de borboletas frugívoras das Matas Paludosas, amostradas em janeiro e março/abril de 2011 no sul do Brasil.

Figure 2 - Species accumulation curves for the (a) edge, the (b) inside of remnants and (c) for the total fruit-feeding butterfly assemblage of Swamp Forest, sampled in January and March/April 2011 in southern Brazil.

Figura 3 – Rarefação por indivíduos de borboletas frugívoras na borda e interior dos fragmentos de Mata Paludosa amostrados em janeiro e março/abril de 2011 no sul do Brasil.

Figure 3 – Individual-based rarefaction for fruit-feeding butterflies in the edge and inside the remnants of Swamp Forest sampled in January and March/April 2011 in southern Brazil.

Figura 4 - Ordenação por NMDS através do (a) índice de similaridade Morisita e do (b) índice de similaridade Jaccard das assembleias de borboletas frugívoras em fragmentos de Mata Paludosa amostrados em janeiro e março/abril de 2011 no sul do Brasil.

Figure 4- NMDS ordination through (a) Morisita similarity index and (b) Jaccard similarity index for fruit-feeding butterfly assemblages of Swamp Forest sampled in January and March/April 2011 in southern Brazil.

Figura 5 – Similaridade entre a distância geográfica e composição de borboletas frugívoras nos fragmentos de Mata Paludosa com mapa indicando a localização de cada fragmento. ▲ = indica a localização de cada área, P=paludosa, 1-10=números atribuídos para cada fragmento, Peva=Parque Estadual de Itapeva.

Figure 5 – Similarity between the geographical distance and fruit-feeding butterflies in the Swamp Forest remnants with a map indicating the location of each fragment. ▲ = indicates the location of each area, P=Swamp Forest, 1-10=numbers of each fragment, Peva=Itapeva State Park.

Figura 6 – Valores médios obtidos para cada variável abiótica em ambos ambientes (B=borda, I=interior). (a) temperatura, (b) umidade relativa, (c) velocidade do vento e (d) luminosidade registradas nos fragmentos de Mata Paludosa amostrados em janeiro e março/abril de 2011 no sul do Brasil.

Figure 6 – Mean values for each abiotic variable in both environments (B=edge, I=inside). (a) temperature, (b) humidity, (c) Wind speed and (d) light incidence recorded in Swamp Forest remnants sampled in January and March/April 2011 in southern Brazil.

Figura 7 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) representando a relação entre as variáveis abióticas e a composição de espécies de borboletas frugívoras nos fragmentos de Mata Paludosa amostrados em janeiro e março/abril de 2011 no sul do Brasil.

Figure 7 – Canonical Correspondence Analysis (CCA) showing the relations between abiotic variables and species composition of fruit-feeding butterflies in Swamp Forest remnants sampled in January and March/April 2011 in southern Brazil.

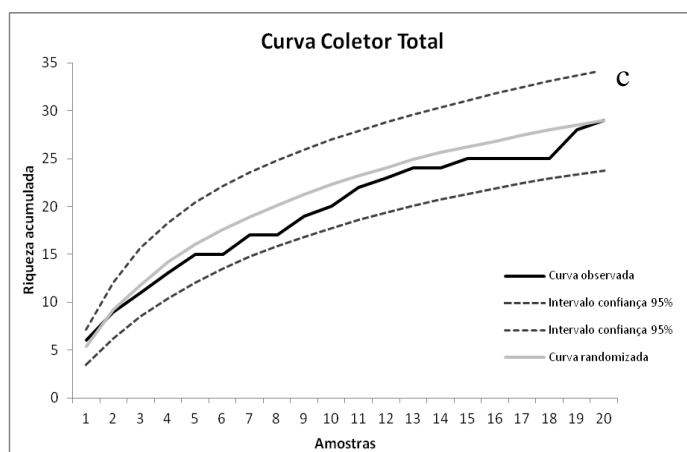
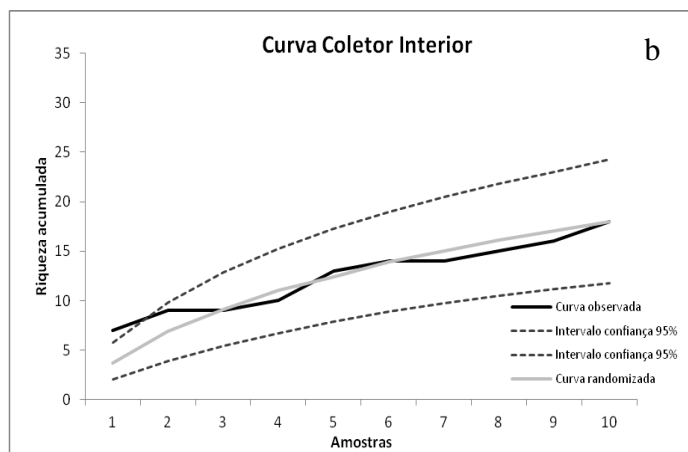
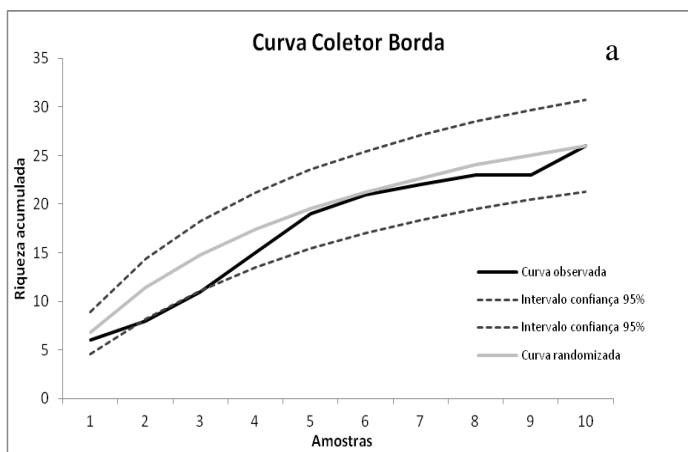


Figura 2

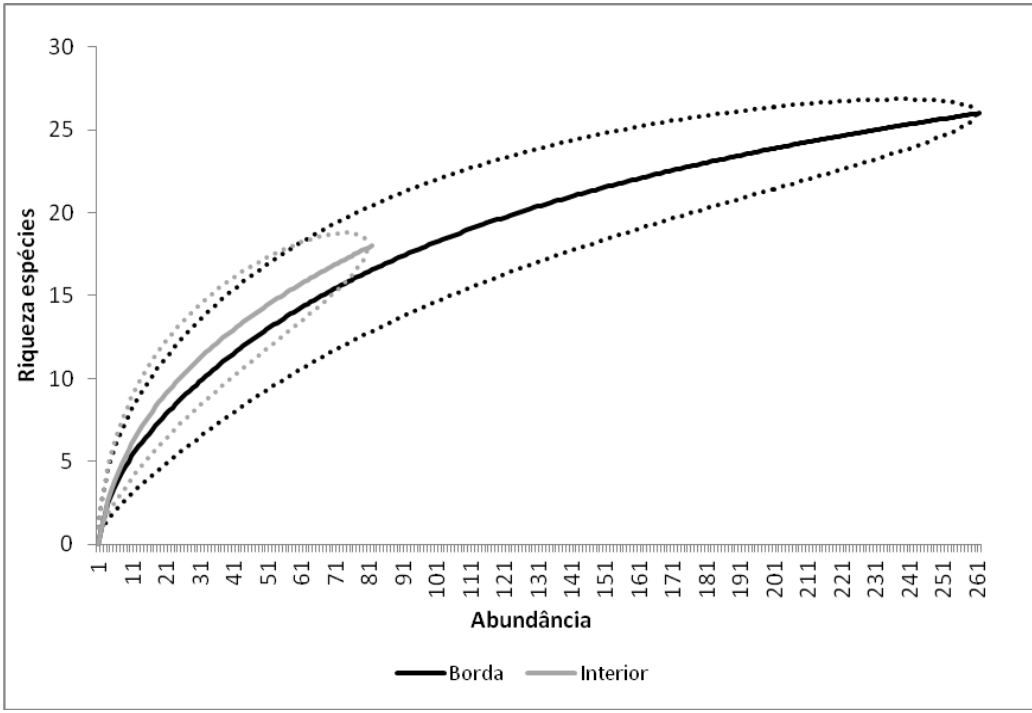


Figura 3

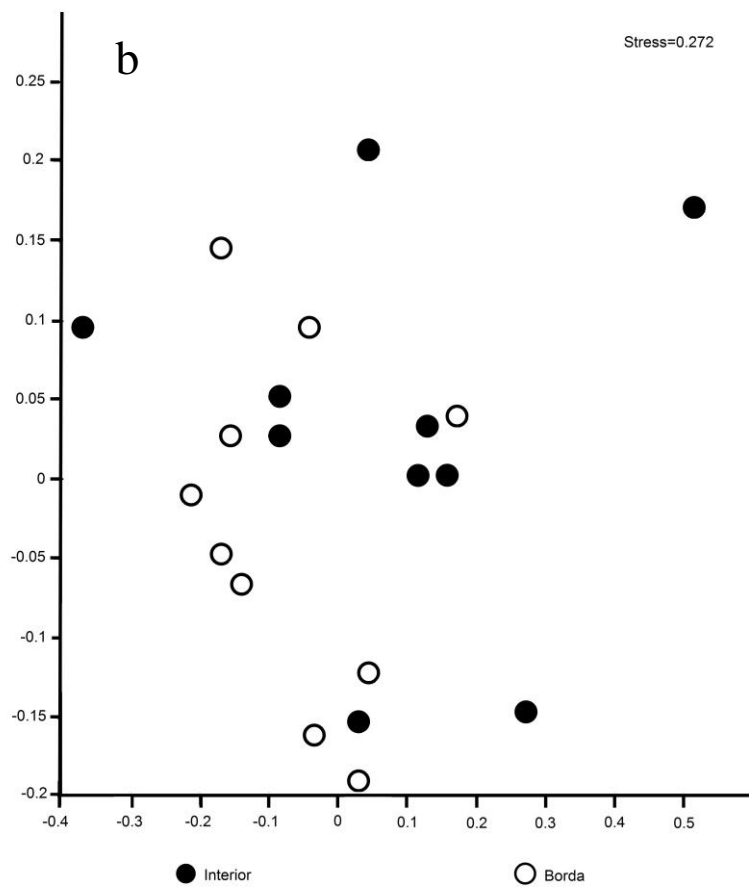
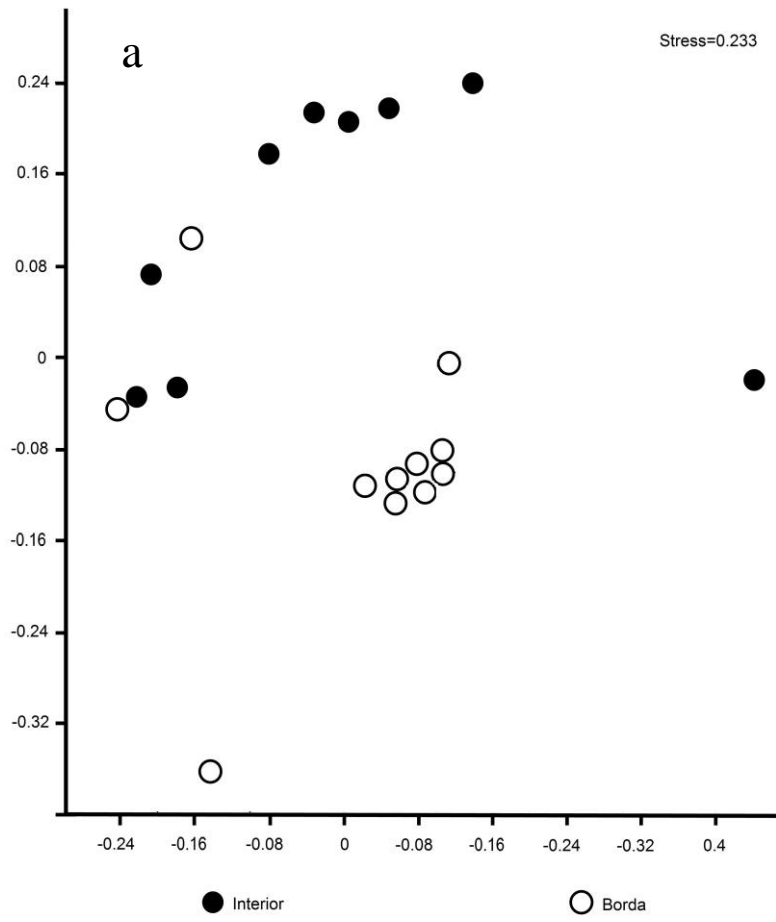


Figura 4

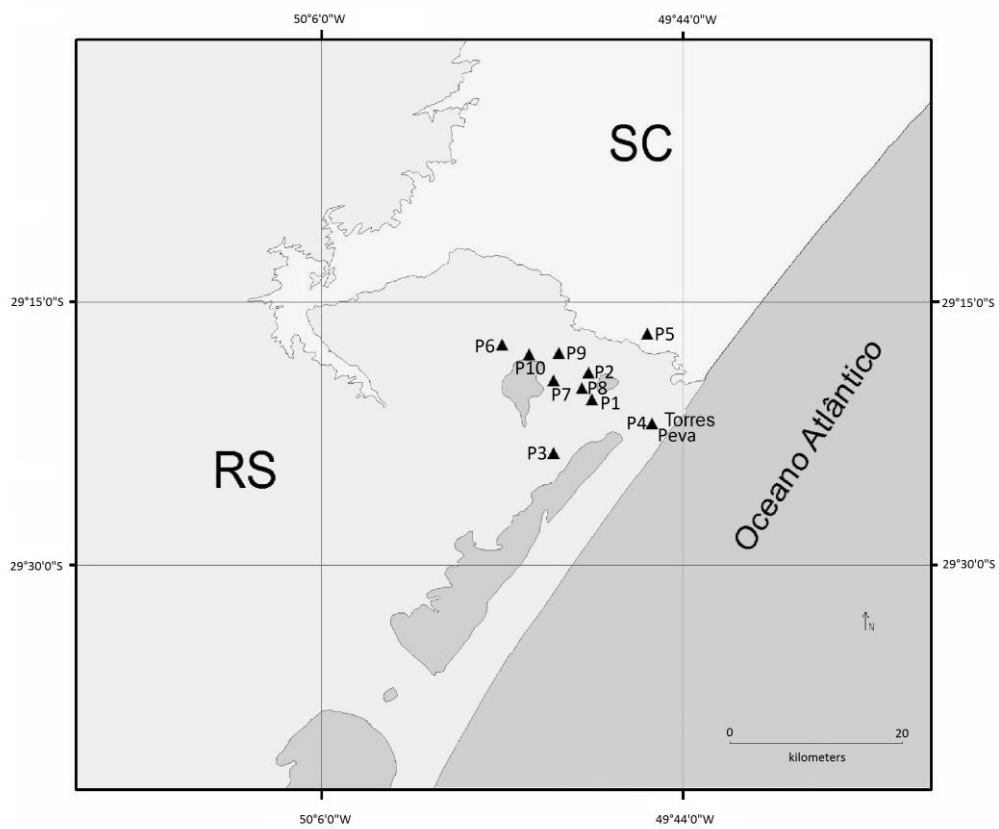
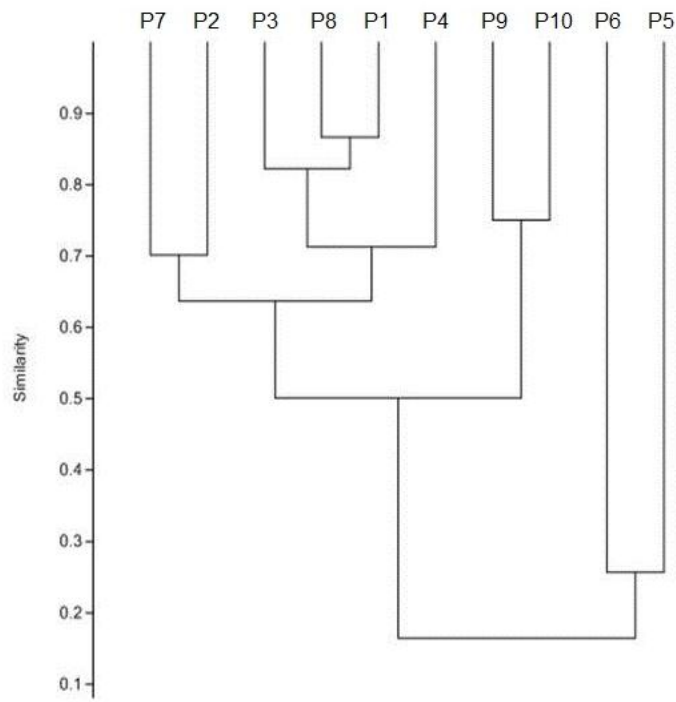


Figura 5 -

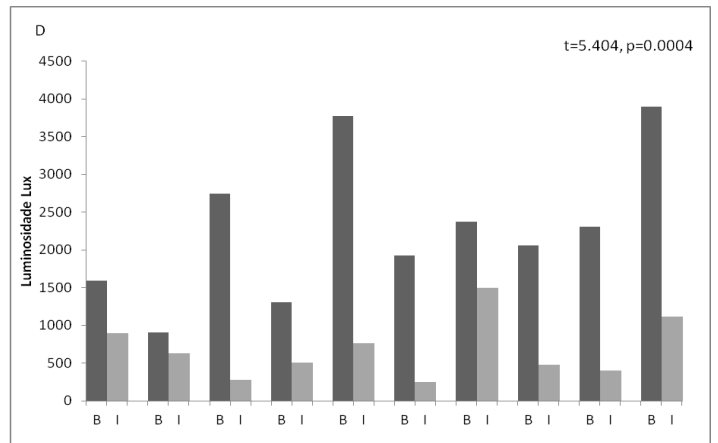
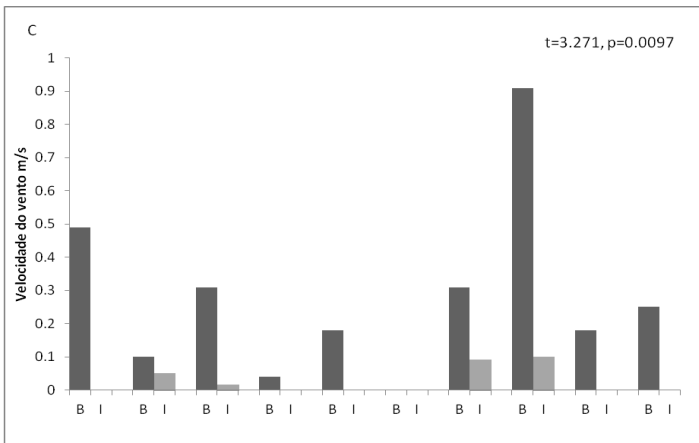
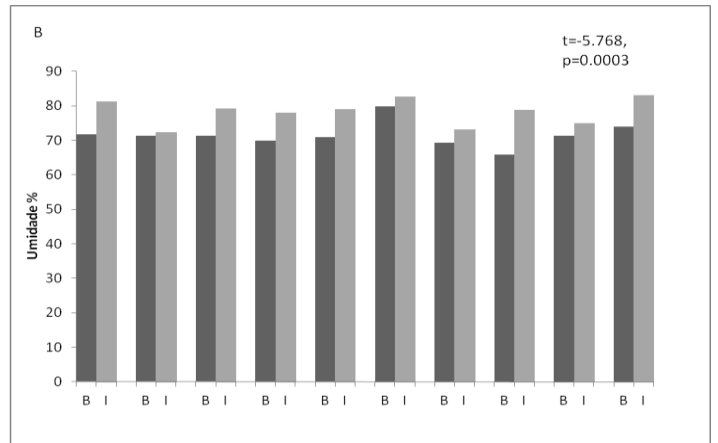
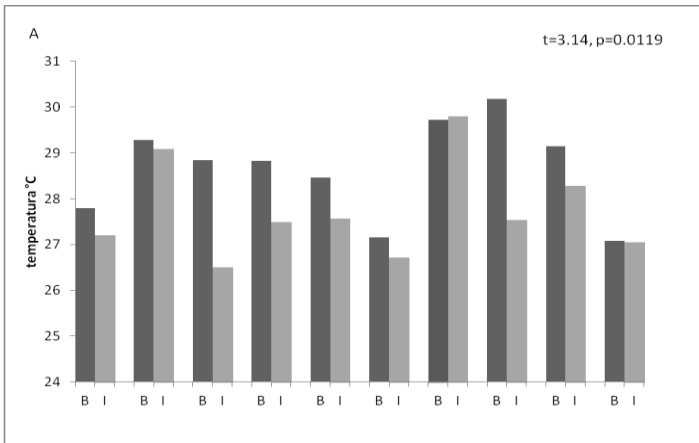


Figura 6

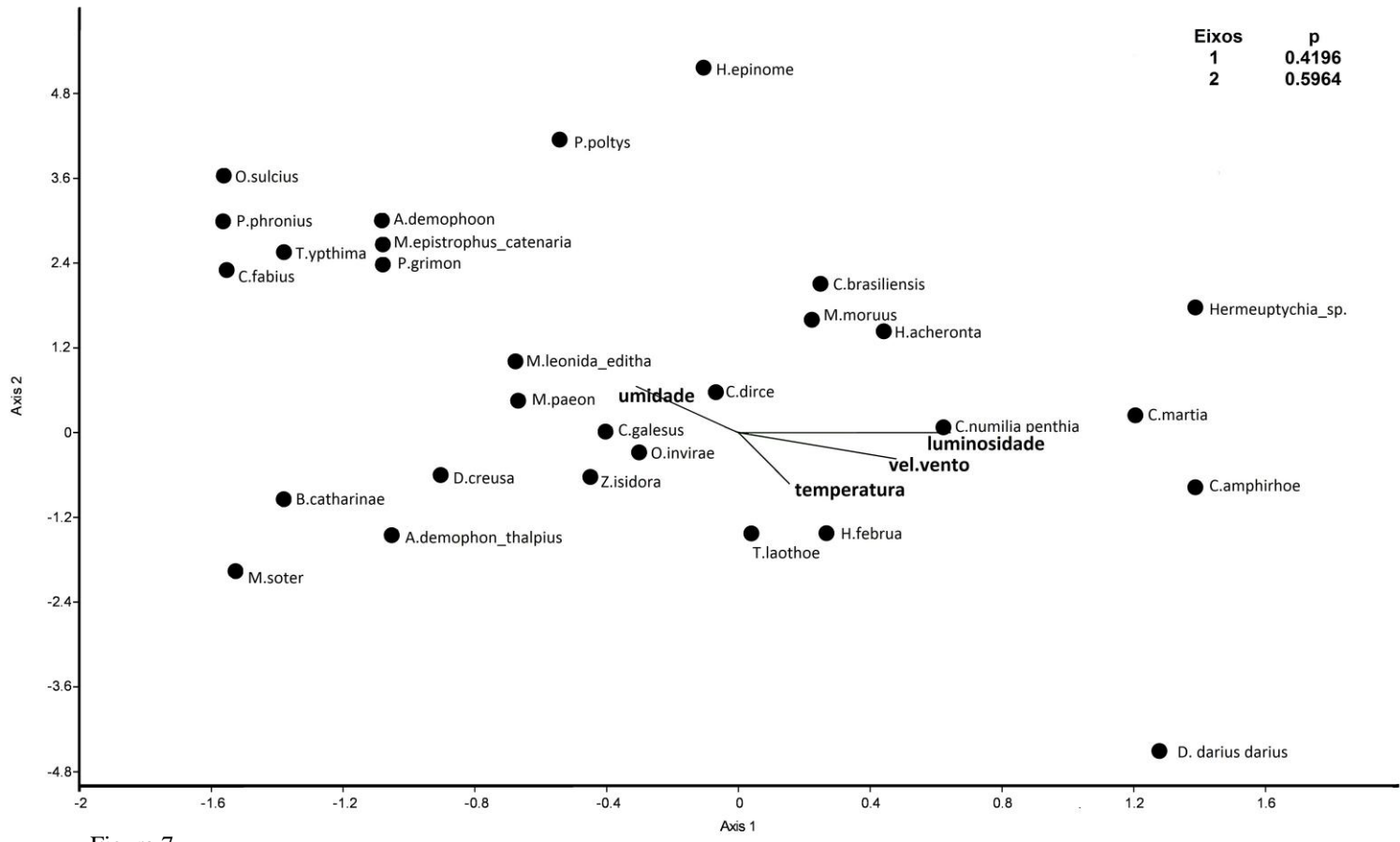


Figura 7

Tabela 1. Contribuição e proporção acumulada (%) das espécies da assembléia de borboletas frugívoras em todos os fragmentos e abundância média de espécies para a borda e o interior dos fragmentos.

Table 1. Species contribution and cumulative proportion (%) for the fruit-feeding butterflies assemblage in all remnants, and mean abundance of fruit-feeding species in the edge and inside of fragments.

Taxon	Contribution	Cumulative %	Mean abund. Borda	Mean abund. Interior
<i>Capronnieria galesus</i> (Godart, 1824)	26.6	30.1	9.8	0.1
<i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, 1825)	14.5	46.4	5.1	2.5
<i>Blepolenis</i> sp.	8.8	56.3	3.8	0
<i>Dasyophthalma creusa creusa</i> (Hübner, [1821])	6.0	63.1	0.9	1.3
<i>Hermeuptychia</i> sp.	5.5	69.3	1	0.8
<i>Colobura dirce dirce</i> (Linnaeus, 1758)	4.0	73.8	0.6	1
<i>Caligo martia</i> (Godart, 1824)	3.2	77.3	0.7	0.4
<i>Catonephele numilia penthia</i> (Hewitson, 1852)	2.5	80.2	0.5	0.4
<i>Moneuptychia paeon</i> (Godart, 1824)	2.2	82.6	0.4	0.2
<i>Memphis leonida editha</i> (Comstock, 1961)	1.4	84.3	0.3	0.3
<i>Archaeoprepona demophon thalpius</i> (Hübner, 1814)	1.3	85.8	0.4	0.2
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, 1824)	1.2	87.1	0.2	0
<i>Hamadryas februa februa</i> (Hübner, 1823)	1.1	88.3	0.3	0.2
<i>Zaretis strigosus</i> (Gmelin, [1790])	1.1	89.55	0.2	0.1
<i>Opsiphanes invirae remoliatus</i> Fruhstorfer, 1907	1.1	90.8	0.4	0.1
<i>Memphis moruus stheno</i> (Prittwitz, 1865)	1.0	91.9	0.2	0
<i>Historis acheronta acheronta</i> (Fabricius, 1775)	1.0	93.1	0.2	0.1
<i>Opoptera sulcius</i> (Staudinger, 1887)	0.8	94.0	0.1	0
<i>Temenis laothoe meridionalis</i> Ebert, 1961	0.8	95.0	0.3	0
<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	0.7	95.8	0.1	0
<i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felders, 1862)	0.6	96.4	0.1	0.1
<i>Taygetis ypthima</i> Hübner, 1821	0.5	97.0	0	0.1
<i>Hamadryas epinome</i> (Felder & Felder, 1867)	0.5	97.6	0	0.1
<i>Paryphthimoides grimon</i> (Godart, 1824)	0.5	98.1	0.1	0
<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	0.5	98.6	0.1	0
<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1814)	0.5	99.2	0.1	0
<i>Consul fabius drurii</i> (Butler, 1874)	0.3	99.5	0.1	0
<i>Dynastor darius darius</i> (Fabricius, 1775)	0.2	99.8	0	0.1
<i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)	0.2	100.0	0.1	0

Tabela 2. Comparação de tamanho de fragmento com a abundância de borboletas frugívoras através de uma tabela de contingência para os fragmentos de Mata Paludosa, com os cálculos do qui-quadrado e nível de significância.

Table 2. Comparison of fragment size with fruit-feeding butterflies abundance through a contingency table for Swamp Forest fragments, with values of chi-square and significance. * Indica valores significativos.

Fragmentos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Tamanhos (ha)	23.8	7.9	17.1	1000	31.4	9.65	8.18	11.94	27.29	169.84
Abundância	67	13	43	45	74	8	28	29	17	18
AMOSTRADO	2.82	1.65	2.51	0.05	2.36	0.83	3.42	2.43	0.62	0.11
ESPERADO	4.40	1.50	3.25	190	5.97	1.83	1.55	2.27	5.19	32.27
X ²	X ² =0.3506, p>0.05	X ² =0.0062, p>0.05	X ² =0.0927; p>0.05	X ² =189.88; p<0.05*	X ² =1.5682; p>0.05	X ² =0.3787; p>0.05	X ² =0.7048; p>0.05	X ² =0.0055; p>0.05	X ² =3.5855; p>0.05	X ² =31.8864; p<0.05*

Considerações Finais

Embora estudos envolvendo borboletas tenham aumentado nos últimos anos e por tratar-se do grupo de insetos com a biologia mais conhecida em relação aos demais, ainda há lacunas no conhecimento sobre padrões de diversidade e estruturação de comunidades de borboletas neotropicais. Ainda estamos deficientes em relação a diversos países desenvolvidos que possuem conhecimentos mais amplos acerca de borboletas, pois possuem maior quantidade de publicações além de abrigando uma riqueza de espécies infinitamente menor (Bonebrake et al. 2010).

O Rio Grande do Sul é um dos Estados que possui maior conhecimento sobre inventários de borboletas na Mata Atlântica, pois, ao longo dos últimos doze anos, estudos foram realizados tentando compreender, sobretudo, seus padrões de diversidade, composição, ocorrência e distribuição em diferentes ambientes e fisionomias deste bioma. Entretanto, a Mata Atlântica encontra-se altamente fragmentada no Brasil, restando atualmente poucos remanescentes. Mesmo com sua elevada destruição ainda é possuidora de uma elevada taxa de comunidades ricas e de endemismos. Em inventários ao longo de vários anos, encontrou-se mais de 460 espécies de borboletas associadas a este bioma no Rio Grande do Sul.

A Mata Paludosa é um dos ecossistemas mais ameaçados do Rio Grande do Sul. Encontra-se em reduzidos fragmentos, sendo que o maior possui, aproximadamente, 1000 hectares - o Parque Estadual de Itapeva. Os poucos fragmentos que ainda restam de Mata Paludosa estão sendo substituídos por grandes arrozais e a própria água existente na maioria deles está sendo canalizada e utilizada para a irrigação das plantações de arroz. Outras formas de destruição deste ecossistema são a construção de estradas, ocupação humana e substituição das matas para criação de gado.

Através dos resultados gerados neste trabalho torna-se evidente que a fauna de borboletas frugívoras vem sendo prejudicada pelos efeitos decorrentes da fragmentação e a teoria de efeito de borda foi confirmada conforme as hipóteses propostas, inicialmente, para o trabalho. As diferenças encontradas na estrutura das comunidades de borboletas foram evidentes com 50 metros da borda para o interior da floresta. Desta forma, evidencia-se que embora a maioria dos fragmentos seja pequeno com o núcleo muito próximo à borda, eles ainda mantêm uma composição de espécies diferente entre a borda e o interior. Os fragmentos pequenos mostram, também, que são possuidores de densidades similares de indivíduos em relação a fragmentos maiores e que comportam uma composição de espécies similar entre fragmentos próximos. Portanto, os poucos remanescentes ainda existentes podem estar contribuindo para a conectividade entre fragmentos em uma escala espacial mais ampla, contribuindo com a existência da diversidade local. Portanto, a preservação de tais fragmentos torna-se fundamental para a manutenção das comunidades locais.

Através do inventário realizado a partir de uma compilação de dados com amostragens em diferentes anos em um período relativamente curto, obteve-se uma grande quantidade de espécies. Alguns registros novos também foram

obtidos contribuindo, assim, com a geração de conhecimento da fauna de borboletas da Planície Costeira norte do Rio Grande do Sul e para o bioma Mata Atlântica.

Torna-se importante conhecer a estrutura das comunidades e evidenciar padrões de como as espécies estão respondendo às elevadas taxas de destruição ambiental. Este estudo procurou conhecer a fauna de borboletas frugívoras bem como contribuir com o entendimento dos padrões gerados pelos efeitos da fragmentação nos ambientes estudados. O desenho amostral proposto no início do presente trabalho visou obter um mosaico de fragmentos distribuídos em uma ampla escala, obtendo, assim, resultados mais robustos com um número de réplicas suficientemente representativas do ambiente estudado. Desta forma, os resultados com efeito de borda e outros voltados somente para a fragmentação foram mais confiáveis e consistentes.

A Mata Paludosa é um importante ecossistema que, infelizmente, vem sofrendo há décadas com altas taxas de fragmentação e substituição de habitats correndo risco de desaparecer em pouco tempo. Se estudos não forem rapidamente efetivados nestas áreas, as chances são grandes desses fragmentos desaparecerem sem conhecimento prévio da composição e estrutura das comunidades existentes. Deste modo, embora estes ecossistemas apresentem diversas dificuldades para acesso, principalmente, pela grande quantidade de água nestes ambientes, é importante o conhecimento de sua biodiversidade.

Espera-se que iniciativas sejam criadas através de trabalhos de educação ambiental promovendo maior divulgação e conscientização da população local sobre a importância destes ambientes na paisagem e a necessidade do uso racional dos recursos naturais fornecidos pela Mata Atlântica. É essencial que se tenha maior quantidade de verbas oriundas de órgãos públicos e de incentivos a preservação nas propriedades privadas, para que haja a manutenção e recuperação dos remanescentes ainda existentes. Reservas devem continuar sendo criadas, pois são os ambientes mais preservados e com características mais próximas da estrutura original do bioma que ainda se tem. Porém, o apelo para a conservação deve ser maior e imediatista em ambientes com risco acelerado de destruição dentro das propriedades com produção em larga escala.

Acredita-se que este trabalho possa incentivar os próximos pesquisadores e gerações futuras a dar continuidade a demais trabalhos que possam contribuir para a conservação deste bioma tão importante e tão ameaçado que é a Mata Atlântica.

Apêndice

biotaneotropica

Vol 8 Num 3

español english



Instruções aos Autores

Os trabalhos submetidos à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser enviados **exclusivamente** para o e-mail biotaneotropica@cria.org.br

Manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados a assessores científicos selecionados pela **Comissão Editorial**. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. A aceitação dos trabalhos depende da decisão da **Comissão Editorial**. Ao submeter o manuscrito, defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo e indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), 2 do exterior no caso de trabalhos em inglês, com as respectivas instituições e e-mail. No caso de manuscritos em inglês, indicar pelo menos 2 revisores estrangeiros, de preferência de países de língua inglesa. O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pela **Comissão Editorial**, quanto ao mérito científico e conformidade com as normas aqui estabelecidas. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias, exceto quando explicitamente informado.

Desde 1º de março de 2007 a **Comissão Editorial** da Biota Neotropica instituiu a cobrança de uma taxa por página impressa de cada artigo publicado. A partir de 1º de julho de 2008 esta taxa passa a ser de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa e publicada a partir do volume 8(3). Este valor cobre os custos de produção do PDF, bem como da impressão e envio das cópias impressas às **bibliotecas de referência**. Os demais custos - de manutenção do site e das ferramentas eletrônicas - continuarão a depender de auxílios das agências de fomento à pesquisa.

Ao submeter o manuscrito: a) defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo; b) indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), com as respectivas instituições e e-mail; c) manifeste por escrito a concordância com o pagamento da taxa de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa, caso seu trabalho seja aceito para publicação na Biota Neotropica.

No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem estar, obrigatoriamente, seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**.

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior) ou, preferencialmente, em formato RTF (Rich Text Format). Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal. Antes de serem publicados, todos os trabalhos terão sua formatação gráfica refeita, de acordo com padrões pré-estabelecidos pela **Comissão Editorial**, para cada categoria, antes de serem publicados. As imagens e tabelas pertencentes ao trabalho serão inseridas no texto final, a critério dos Editores, de acordo com os padrões previamente estabelecidos. Os editores se reservam o direito de incluir links eletrônicos apenas às referências internas a figuras e tabelas citadas no texto, assim como a inclusão de um índice, quando julgarem apropriado. O PDF do trabalho em sua formatação final será apresentado ao autor para que seja aprovado para publicação. Fica reservado ainda aos editores, o direito de utilização de imagens dos trabalhos publicados para a composição gráfica do site.

Pontos de Vista

Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. A convite do Editor Chefe um(a) pesquisador(a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. A critério da [Comissão Editorial](#), a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores(as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Resumos de Teses e Dissertações

Deverão ser enviados para a [Comissão Editorial](#):

- nomes completos do autor e orientador com filiação, endereço e e-mail;
- cópia do resumo da tese/dissertação em inglês e em português ou espanhol exatamente como aprovado para a versão final da mesma;
- títulos em inglês e em português ou espanhol;
- palavras-chave em inglês e em português ou espanhol, evitando a repetição de palavras já utilizadas no título
- cópia da Ficha Catalográfica como publicada na versão final da tese/dissertação.

Poderão ser indicadas as referências bibliográficas de artigos resultantes da tese/dissertação.

Resumos, Abstracts e Fichas Catalográficas publicadas nesta seção da BIOTA NEOTROPICA são cópias fiéis da respectiva Tese/Dissertação de Mestrado/Doutorado. Portanto, não são publicações, não passam pelo crivo da [Comissão Editorial](#), não serão incluídas na versão impressa depositada nas bibliotecas de referência e são de inteira responsabilidade do(a) autor(a).

Para a publicação de trabalhos nas demais categorias:

Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser divididos em dois arquivos: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências), as tabelas e as legendas das figuras; e um segundo arquivo contendo as figuras. Estas deverão ser submetidas em baixa resolução (e.g., 72 dpi para uma figura de 9 x 6 cm), de forma que o arquivo de figuras não exceda 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É encorajada, como forma de reduzir o tamanho do(s) arquivo(s) de figura, a submissão em formatos compactados (e.g., ZIP). É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado. Após o aceite definitivo do manuscrito o(s) autor(es) deverá(ão) subdividir o trabalho em um conjunto específico de arquivos, com os nomes abaixo especificados, de acordo com seus conteúdos. Os nomes dos arquivos deverão ter a extensão apropriada para o tipo de formato utilizado (.rtf, para arquivos em Rich Text Format, .doc para MS-Word, .gif para imagens em GIF, .jpg para imagens em JPEG etc.), devem ser escritos em letras minúsculas e não devem apresentar acentos, hífen, espaços ou qualquer caractere extra. Nesta submissão final, as figuras deverão ser apresentadas em alta resolução. Em todos os textos deve ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções usar tamanho 12. Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e superscritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings.

Documento principal

Um **único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc** com os títulos, resumos e palavras-chave em português ou espanhol e inglês, texto integral do trabalho, referências bibliográficas, tabelas e legendas de figuras. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão estar em arquivos separados, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

Título conciso e informativo

- Títulos em português ou espanhol e em inglês (Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas);
- Título resumido

Autores

- Nome completo dos autores com numerações (sobrescritas) para indicar as respectivas filiações
- Filiações e endereços completos, com links eletrônicos para as instituições. Indicar o autor para correspondência e respectivo e-mail

Resumos/Abstract - com no máximo, 300 palavras

- Título em inglês e em português ou espanhol
- Resumo em inglês (Abstract)
- Palavras-chave em inglês (Key words) evitando a repetição de palavras já utilizadas no título
- Resumo em português ou espanhol
- Palavras-chave em português ou espanhol evitando a repetição de palavras já utilizadas no título. As palavras-chave devem ser separadas por vírgula e não devem repetir palavras do título. Usar letra maiúscula apenas quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas.

Corpo do Trabalho

1. Seções

No caso do trabalho estar nas categorias "Artigo Científico", "Short Communication", "Inventário" e "Chave de Identificação", ele deverá ter a seguinte estrutura:

- Introdução (Introduction)
- Material e Métodos (Material and Methods)
- Resultados (Results)
- Discussão (Discussion)
- Agradecimentos (Acknowledgments)
- Referências bibliográficas (References)

A critério do autor, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos no caso de Short Communications. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

2. Casos especiais

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho. Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória a citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (Ex. 24°32'75" S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

3. Numeração dos subtítulos

O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. **Introdução, Material e Métodos etc.**). Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

4. Citações bibliográficas

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)
Silva (1960, 1973)
Silva (1960a, b)
Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)
Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)
(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

5. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

- escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos escritos em inglês (10.5 m);
- utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

6. Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex. $a = p.r^2$ ou Na_2HPO_4 , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

7. Citações de figuras e tabelas

Escrever as palavras por extenso (Ex. Figura 1, Tabela 1, Figure 1, Table 1)

8. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell*

culture (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In Flora Brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In Simpósio sobre mata ciliar (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>) ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN -IBICT) (busca disponível em <http://ccn.ibict.br/busca.jsf>).

Para citação dos trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA seguir o seguinte exemplo:

PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. Biota Neotrop. 3(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003> (último acesso em dd/mm/aaaa)

Todos os trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (005 no exemplo acima), o número do volume (03), o número do fascículo (02) e o ano (2003).

9 - Tabelas

Nos trabalhos em português ou espanhol os títulos das tabelas devem ser bilíngües, obrigatoriamente em português/espanhol e em inglês, e devem estar na parte superior das respectivas tabelas. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português. As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

10 - Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Na submissão inicial do trabalho, as imagens devem ser enviadas na menor resolução possível, para facilitar o envio eletrônico do trabalho para assessoria "ad hoc".

Na submissão inicial, todas as figuras deverão ser inseridas em um arquivo único, tipo ZIP, de no máximo 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É encorajada, como forma de reduzir o tamanho do(s) arquivo(s) de figura, a submissão em formatos compactados. Para avaliação da editoria e assessores, o tamanho dos arquivos de imagens deve ser de 10 x 15 cm com 72 dpi de definição (isso resulta em arquivos JPG da ordem de 60 a 100 Kbytes). O tamanho da imagem deve, sempre que possível, ter uma proporção de 3x2 ou 2x3 cm entre a largura e altura.

No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio.

Quando do aceite final do manuscrito, as figuras deverão ser apresentadas com alta resolução e em arquivos separados. Cada arquivo deve ser denominado como figura N.EXT, onde N é o número da figura e EXT é a extensão, de acordo com o formato da figura, ou seja, jpg para imagens em JPEG, gif para imagens em formato gif, tif para imagens em formato TIFF, bmp para imagens em formato BMP. Assim, o arquivo contendo a figura 1, cujo formato é tif, deve se chamar figura1.tif. Uma prancha composta por várias figuras a, b, c, d é considerada uma figura. Aconselha-se o uso de formatos JPEG e TIFF para fotografias e GIF ou BMP para gráficos. Outros formatos de imagens poderão também ser aceitos, sob consulta prévia. Para desenhos e gráficos os detalhes da resolução serão definidos pela equipe de produção do PDF em contacto com os autores.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc. inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes.

Nos trabalhos em português ou espanhol todas as legendas das figuras devem ser bilíngües, obrigatoriamente, em português/espanhol e em inglês. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português.

11 - Arquivo de conteúdo

Todas as submissões deverão conter necessariamente 4 arquivos: **carta encaminhamento** (doc ou rtf) indicando título do manuscrito, autores e filiação, autor para correspondência (email) e manifestando por escrito a concordância com o pagamento da taxa de R\$ 25,00 (vinte e cinco reais) por página impressa, caso o trabalho seja aceito para publicação na Biota Neotropica; **principal** (doc ou rtf), reunindo todos os arquivos de texto do trabalho; figuras (doc ou zip) - pode haver mais de um arquivo **figuras** (figuras 1, figuras 2...) se o tamanho ultrapassar 2Mb; **assessores** (doc ou rtf), com a indicação dos possíveis assessores para o trabalho. Os arquivos podem ser enviados separadamente ou incluídos em um único arquivo zip.

Juntamente com os arquivos que compõem o artigo, deve ser enviado um arquivo denominado **Índice.doc** ou **Índice.rtf**, que contenha a relação dos nomes de todos os arquivos que fazem parte do documento, especificando um por linha.