

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA)  
ASSOCIADAS A AMBIENTES DE RESTINGA NO SUL  
DO BRASIL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Ana Paula dos Santos de Carvalho**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

**BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA)  
ASSOCIADAS A AMBIENTES DE RESTINGA NO SUL DO  
BRASIL**

**Ana Paula dos Santos de Carvalho**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biodiversidade Animal**.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Beatriz Barros de Moraes**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

dos Santos de Carvalho, Ana Paula  
Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) associadas a ambientes de restinga no sul do Brasil / Ana Paula dos Santos de Carvalho.-2014.  
83 p.; 30cm

Orientadora: Ana Beatriz Barros de Moraes  
Coorientador: Francisco Candido Cardoso Barreto  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, RS, 2014

1. Conservação 2. Inventário 3. Modelagem Preditiva de Distribuição 4. *Stichelia pelotensis* 5. *Viola viollella* I. Barros de Moraes, Ana Beatriz II. Cardoso Barreto, Francisco Candido III. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

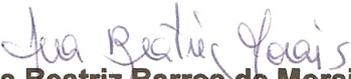
**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado**

**BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) ASSOCIADAS A  
AMBIENTES DE RESTINGA NO SUL DO BRASIL**

elaborada por  
**Ana Paula dos Santos de Carvalho**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Biodiversidade Animal.**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
**Ana Beatriz Barros de Moraes, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/ Orientadora)

  
**Cristiano Agra Iserhard, Dr. (UFPEl)**

  
**Gisele Regina Winck, Dr<sup>a</sup>. (UERJ)**

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2014.

Aos meus pais,  
Liane e Milton.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a minha orientadora **Dr<sup>a</sup>. Ana Beatriz Barros de Moraes** pelo apoio, confiança e enorme paciência ao longo dos mais de quatro anos que trabalho no laboratório. Sou muito grata por ter uma orientadora disposta a compartilhar seu conhecimento e contribuir para o meu crescimento profissional. Muito obrigada!

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal e principalmente a **Dr<sup>a</sup>. Sonia Zanini Cechin** que durante seus anos a frente do PPG trabalhou incansavelmente pelo crescimento do Programa.

Ao meu co-orientador **Francisco Candido Cardoso Barreto** pelas ideias valiosas que tornaram este trabalho possível.

As colegas de laboratório e amigas **Geisa Piovesan** e **Taíse Colpo Ribeiro** pela maravilhosa companhia e momentos de alegria que me proporcionaram em meio às borboletas e naftalina. A **Geisa** sempre esteve pronta para me ajudar no campo e no laboratório, e me tirar das enrascadas, e a **Taíse** sempre teve minha admiração por ser sempre tão trabalhadora e esforçada. Desejo todo o sucesso do mundo para vocês!

A **Mayara Sagrilo** por todo seu entusiasmo e pela enorme ajuda no campo e no laboratório, o que tornou este trabalho possível.

A minha “bésti frendi” **Sarah Lemes** por toda amizade, paciência, companheirismo e apoio, mesmo à distância. E por ficar tão (ou mais) feliz do que eu com as minhas conquistas.

As amigas **Kauana, Maria Carolina, Francine, Daniéli, Eliza** e **Ana Paula** por enlouquecerem comigo ao longo da nossa caminhada desde a graduação.

A **Ryan St. Laurent** pelo enorme apoio e encorajamento. E por acreditar mais em mim do que eu mesma. Thank you, honey!

A minha família, vó, tios, tias, primos, primas e comadres pelo grande apoio e interesse no meu trabalho.

E finalmente, aos maiores responsáveis pela realização deste trabalho, meus pais **Liane** e **Milton**. Agradeço por serem os melhores exemplos de profissionalismo que eu poderia ter, por fazerem de tudo para que eu alcance meus objetivos, mas principalmente por todo o amor e carinho que me dão todos os dias. Mãe, obrigada

por toda ajuda, pelas caronas de 400 km, pelas borboletas que tu pegou, e pelos galhos que tu quebrou. Pai, obrigada por acreditar na minha capacidade, sempre acompanhando a minha educação, por todo interesse que demonstrou pelo meu trabalho (sabendo que todas as borboletas são Monarcas!) e por sempre me ajudar quando eu precisei. Amo vocês!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) ASSOCIADAS A AMBIENTES DE RESTINGA NO SUL DO BRASIL**

Autora: Ana Paula dos Santos de Carvalho

Orientadora: Ana Beatriz Barros de Moraes

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2014.

A presente dissertação apresenta (1) um inventário das espécies de borboletas associadas à ambientes de restinga no extremo sul do Rio Grande do Sul e (2) uma análise do estado de conservação da borboleta *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] com o auxílio da técnica de Modelagem Preditiva de Distribuição. A amostragem foi realizada em quatro áreas no município de Rio Grande, entre agosto de 2012 e junho de 2013. Com 216 horas de esforço amostral, foram encontrados 1438 indivíduos, distribuídos em 98 espécies pertencentes a seis famílias e 14 subfamílias. Com este estudo foram obtidos dois novos registros para a restinga do extremo sul do Rio Grande do Sul, e três novos registros para a restinga de todo o Estado, além de um novo registro para o Rio Grande do Sul, o Hesperiidae *Viola violella* (Mabille, 1898). O Modelo Preditivo de Distribuição indicou uma alta adequabilidade ambiental para *S. pelotensis* na região leste do Rio Grande do Sul, especialmente próximo às faces norte, oeste e sul da Lagoa dos Patos. Ainda, foi constatado que quatro Unidades de Conservação estão presentes em áreas de alta adequabilidade ambiental para a espécie. Devido à grande escassez de dados de presença de *S. pelotensis*, indicamos a importância da realização de novas amostragens com o intuito de encontrar novas populações nessa região indicada como propícia para a ocorrência da espécie. Tais dados podem, futuramente, subsidiar programas de conservação da restinga do Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** Conservação. Inventário. Modelagem Preditiva de Distribuição. *Stichelia pelotensis*. *Viola violella*.

## ABSTRACT

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) ASSOCIATED WITH RESTINGA ENVIRONMENTS IN SOUTHERN BRAZIL**

Autora: Ana Paula dos Santos de Carvalho

Orientadora: Ana Beatriz Barros de Moraes

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2014.

This work presents (1) an inventory of the butterfly species associated with restinga environments in extreme southern region of Rio Grande do Sul State and (2) a review of the state of conservation of the butterfly *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] with the aid of the Predictive Distribution Modeling technique. The field samplings were conducted in four areas of Rio Grande County, between August 2012 and June 2013. With 216 hours of sampling effort, 1438 individuals belonging to 98 species, six families and 14 subfamilies were found. With this study, two new records for the restinga from southern Rio Grande do Sul were found, along with three new records for the restinga of the State, and a new record for Rio Grande do Sul State, the HesperIIDae *Viola violella* (Mabille, 1898). The Predictive Distribution Model indicated a high environmental suitability for *S. pelotensis* in eastern Rio Grande do Sul, especially near the north, west and south of the Lagoa dos Patos. Additionally, it was found that four Conservation Lands are located in areas of high environmental suitability for this species. Due to the scarcity of data on the presence of the *S. pelotensis*, we point to the importance of more field samplings with the goal of finding new populations in this indicated auspicious region for the species occurrence. In the future, these data may support conservation programs for the restinga of Rio Grande do Sul State.

**Keywords:** Conservation. Inventory. Predictive Distribution Modeling. *Stichelia pelotensis*. *Viola violella*.

## LISTA DE FIGURAS

### **ARTIGO 1 - Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) associadas a ambientes de restinga no extremo sul do Brasil.**

Figura 1 - Áreas amostradas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil, de agosto de 2012 a junho de 2013. AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros. Fonte: Google Earth.....	44
Figura 2 - Distribuição das frequências relativas e as três espécies mais abundantes em quatro áreas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil, de agosto de 2012 a junho de 2013. (a): Arroio Bolaxa, (b): Distrito Industrial, (c): Ilha Leonídio, (d): Ilha dos Marinheiros.....	45
Figura 3 - Curvas de Esforço Amostral e seus respectivos valores dos estimadores de riqueza Bootstrap e Jackknife 2 (com desvios padrão) para assembleias de borboletas de quatro áreas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. (a): Arroio Bolaxa, (b): Distrito Industrial, (c): Ilha Leonídio, (d): Ilha dos Marinheiros.....	46
Figura 4 - Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de assembleias de borboletas amostradas em quatro áreas do município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros.....	47

### **ARTIGO 2 - Estado de conservação de *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) no sul do Brasil.**

Figura 1 - Modelo Preditivo de Distribuição de <i>Stichelia pelotensis</i> Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) resultante do <i>ensemble forecasting</i> dos modelos gerados pelos algoritmos Envelope Score e Environmental Distance com as Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais do Rio Grande do Sul: Parque Estadual de Itapuã, Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, Parque Estadual do Podocarpus, Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda das Palmas, Monumento Natural Municipal Capão da Amizade, Reserva Biológica do Mato Grande, Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Área de Proteção Ambiental Lagoa Verde e Estação Ecológica do Taim. 1) Porto Alegre, 2) Viamão, 3) Alvorada, 4) Gravataí, 5) Guaíba, 6) Tapes, 7) Sentinela do Sul, 8) Arambaré, 9) Camaquã, 10) Chувиска, 11) Cristal, 12) Dom Feliciano, 13) Amaral Ferrador, 14) Encruzilhada do Sul, 15) Canguçu, 16) São Lourenço do Sul, 17) Arroio do Padre, 18) Turuçu, 19) Pelotas, 20) Morro Redondo, 21) Cerrito, 22) Capão do Leão, 23) Pedro Osório, 24) Arroio Grande, 25) Rio Grande.....	70
---	----

## LISTA DE TABELAS

### **ARTIGO 1 - Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) associadas a ambientes de restinga no extremo sul do Brasil.**

Tabela 1 – Abundância e riqueza de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) de quatro áreas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil, de agosto de 2012 a junho de 2013. S: Riqueza de espécies, N: Abundância total de indivíduos por espécie, AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros.....48

### **ARTIGO 2 - Estado de conservação de *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) no sul do Brasil.**

Tabela 1 - Coordenadas em graus referentes aos pontos de ocorrência da espécie *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) utilizados para gerar o Modelo Preditivo de Distribuição da mesma.....72

Tabela 2 - Camadas ambientais utilizadas para gerar o Modelo Preditivo de Distribuição de *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) obtidos dos sites WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) e United States Geological Survey ([www.eros.usgs.gov](http://www.eros.usgs.gov)).....73

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>11</b>
<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>17</b>
<b>ARTIGO 1 - Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) associadas a ambientes de restinga no extremo sul do Brasil.....</b>	<b>24</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>24</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>25</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>26</b>
<b>Material e métodos.....</b>	<b>28</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>30</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>32</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>35</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>35</b>
<b>Figuras e tabelas.....</b>	<b>44</b>
<b>ARTIGO 2 - Estado de conservação de <i>Stichelia pelotensis</i> Biezanko, Mielke &amp; Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) no sul do Brasil.....</b>	<b>51</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>51</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>52</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>53</b>
<b>Material e métodos.....</b>	<b>56</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>58</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>62</b>
<b>Referências.....</b>	<b>62</b>
<b>Figuras e tabelas.....</b>	<b>70</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>76</b>
<b>Apêndice A - Área amostral do Arroio Bolaxa no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.....</b>	<b>76</b>
<b>Apêndice B - Área amostral do Distrito Industrial no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.....</b>	<b>77</b>

<b>Apêndice C</b> - Área amostral da Ilha Leonídio no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.....	<b>78</b>
<b>Apêndice D</b> - Área amostral da Ilha dos Marinheiros no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.....	<b>79</b>
<b>Apêndice E</b> - Faces dorsal (a) e ventral (b) do Hesperidae <i>Viola violella</i> (Mabille, 1898). Foto: Ana Paula S. Carvalho.....	<b>80</b>
<b>Apêndice F</b> - Faces dorsal (a) e ventral (b) do Nymphalidae <i>Ypthimoides celmis</i> (Godart, [1824]). Foto: Ana Paula S. Carvalho.....	<b>81</b>
<b>Apêndice G</b> - Faces dorsal (a) e ventral (b) do Nymphalidae <i>Danaus erippus</i> (Cramer, 1775). Foto: Ana Paula S. Carvalho.....	<b>82</b>
<b>Apêndice H</b> - Faces dorsal (a) e ventral (b) do Nymphalidae <i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821) (Mabille, 1898). Foto: Ana Paula S. Carvalho.....	<b>83</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

### O Bioma Pampa e a Restinga do Rio Grande do Sul

O bioma Pampa é encontrado no Brasil somente no Rio Grande do Sul, cobrindo 63% deste Estado (IBGE, 2004). Devido ao fato de que este bioma apresenta um conjunto de ecossistemas muito antigos, o Pampa abriga uma grande biodiversidade de flora e fauna próprias, sendo que as mesmas apresentam muitas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (BENCKE, 2009; MMA, 2013). Apesar de sua importância para a biodiversidade do país, o bioma Pampa vem sofrendo com constantes alterações antrópicas, principalmente devido às atividades de agropecuária e silvicultura, além da introdução de espécies exóticas de gramíneas (BEHLING et al., 2009; ROESCH et al., 2009). Devido a tais alterações, acredita-se que o Pampa já tenha perdido 59% de sua cobertura vegetal nativa (FAPESP, 2008). No entanto, mesmo com todas essas ameaças, apenas 3,3% do território do Pampa está protegido em Unidades de Conservação, sendo que apenas 0,9% constitui-se em áreas de Proteção Integral (MMA, 2013).

O termo restinga apresenta uma grande variedade de definições encontradas na literatura. Alguns autores a consideram como a vegetação do litoral arenoso que se inicia na faixa litorânea e segue até a floresta pluvial (ARAUJO, 1987; ARAUJO; LACERDA, 1987). Já em um contexto ecológico, as restingas representam o conjunto de comunidades vegetais e animais do litoral arenoso e, ainda, seu ambiente físico (WAECHTER, 1985). No presente estudo, a restinga será considerada como um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos e em geral com solos pouco desenvolvidos (CONAMA, 1999; FALKENBERG, 1999). Essa fitofisionomia compreende formações originalmente herbáceas, subarbustivas, arbustivas ou arbóreas, que podem ocorrer em mosaicos ou possuir áreas ainda naturalmente desprovidas de vegetação (CONAMA, 1999). A cobertura vegetal deste tipo de ambiente é conhecida como formação pioneira pois suas espécies colonizam ambientes até então sem cobertura vegetal. Ainda, a mesma apresenta

um papel fundamental na estabilização e na manutenção da drenagem natural do solo, assim como para a preservação da fauna silvestre associada à mesma (CONAMA, 1999). Além disso, vale ressaltar que as matas de restinga apresentam uma capacidade de regeneração mais lenta em relação às matas de outros ecossistemas, característica que dificulta sua recuperação após um evento de perturbação (FALKENBERG, 1999). Entretanto, mesmo com sua grande fragilidade e tamanha importância, os ambientes de restinga vêm sofrendo grandes impactos devido à ação humana. Além das ameaças citadas anteriormente para o bioma Pampa, a restinga também sofre em especial com a grande especulação imobiliária que ocorre em regiões litorâneas (SCHERER et al., 2005).

### **Borboletas e o estado da arte de sua fauna na Restinga do sul do Brasil**

A ordem Lepidoptera é o segundo maior táxon da classe Insecta, com cerca de 160.000 espécies descritas (KRISTENSEN et al., 2007). As borboletas compreendem apenas 13% desta ordem, com 20.000 espécies descritas no mundo (HEPPNER, 1991; LAMAS, 2008) e 3.280 no Brasil (DUARTE et al., 2012). Já para o Rio Grande do Sul, estudos anteriores estimaram uma riqueza mínima de 679 espécies (MORAIS et al., 2007), contudo, esta informação já está defasada e este valor de riqueza é muito maior. Taxonomicamente, as borboletas estão agrupadas na superfamília Papilionoidea, a qual abrange as famílias Papilionidae, Hesperidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae (HEIKKILÄ et al., 2011). As borboletas da família Papilionidae são conhecidas como “rabo de andorinha”, pois muitas espécies deste grupo apresentam grandes prolongamentos nas asas posteriores que lembram a cauda dessa ave (TYLER et al., 1994). A família Hesperidae, que até recentemente pertencia à superfamília Hesperioidea (BROWN; FREITAS, 1999; WAHLBERG et al., 2005), é conhecida por suas espécies com cores crípticas. As espécies do grupo Pieridae apresentam, em geral, coloração branca ou amarela, sendo que muitas das espécies deste grupo são migratórias. Até pouco tempo as borboletas da família Riodinidae estavam inseridas dentro da família Lycaenidae, compondo a subfamília Riodininae (WAHLBERG et al., 2005), contudo, atualmente estes dois grupos são considerados duas famílias distintas. Muitas

espécies de Lycaenidae são amplamente conhecidas por apresentar pequenos prolongamentos nas asas posteriores. Tais prolongamentos se assemelham com antenas, formando a conhecida “falsa cabeça”, a qual o indivíduo movimenta quando está pousado com o objetivo de confundir seus predadores. Os Riodinidae são geralmente pequenos, com asas em cores metálicas e costumam pousar na face inferior das folhas. Finalmente, as espécies da família Nymphalidae formam um grande grupo heterogêneo caracterizado pela presença de apenas dois pares de patas funcionais, sendo que o primeiro par se encontra reduzido (KRISTENSEN et al., 2007).

As borboletas apresentam uma estreita associação com o ambiente em que vivem, em especial com relação à flora local (BROWN; FREITAS, 1999) e com as condições climáticas (BROWN; FREITAS, 2000). Muitas espécies são geralmente de fácil amostragem e identificação no campo e têm sua biologia relativamente bem conhecida. Além disso, devido ao seu ciclo de vida curto, elas podem responder rapidamente a perturbações ambientais (LEWINSOHN et al., 2005), o que as torna um grupo interessante para avaliar o nível de conservação de um determinado local. Devido a seu caráter carismático, as borboletas podem, ainda, serem utilizadas como espécies-bandeira em programas de conservação (BROWN; FREITAS, 2000; BONEBRAKE et al., 2010).

*Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] é uma borboleta da família Riodinidae restrita ao bioma Pampa (DIAS et al., 2013) e, provavelmente, endêmica de áreas de restinga do Rio Grande do Sul (Kaminski, L. com. pes.). Essa espécie está inserida na Lista de Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul na categoria CR (Criticamente em Perigo) (FZB/RS, 2013). O pequeno conhecimento que se tem a respeito de sua biologia foi obtido a partir de poucas observações a campo de pesquisadores que amostraram exemplares da mesma. Acredita-se que sua planta hospedeira seja uma *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae), devido a observações de oviposição nestas plantas por outra espécie do gênero *Stichelia* (BECCALONI et al. 2008; Kaminski, L. com. pes.). Devido ao período do ano em que os indivíduos desta espécie foram observados, acredita-se que ela seja ativa entre os meses de fevereiro e abril (BIEZANKO et al., 1978; DIAS et al., 2013) e, ainda, que seja univoltina, reproduzindo-se apenas uma vez por ano (Kaminski, L. com. pes.). Tendo em vista seu *status* de ameaçada e seu provável endemismo, *S. pelotensis* pode ser indicada

como espécie-bandeira para a conservação das áreas de restinga do Rio Grande do Sul.

O Rio Grande do Sul é considerado um dos estados com maior número de inventários de borboletas no país (CARNEIRO et al., 2008). Contudo, com relação a estudos em restinga, ainda existem lacunas no conhecimento. Sobre estudos anteriores em ambientes de restinga realizados no litoral norte do Rio Grande do Sul, pode-se citar os inventariamentos realizados por Quadros et al., (2004) (somente Nymphalidae) e Bellaver et al., (2012), nos quais foram feitas amostragens em diversos locais na planície costeira norte. Já no centro-leste do Estado, no município de Viamão, próximo à região metropolitana de Porto Alegre, foram realizados estudos por Marchiori e Romanowski (2006) e Marchiori et al., (2013) no Parque Estadual de Itapuã, e por Moreno (2013) também neste Parque e no Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos.

Na região sudeste do Rio Grande do Sul destacam-se, principalmente, os inventários realizados em diversos locais na região por Biezanko (1958, 1959, 1960a, 1960b, 1963), Biezanko e Mielke (1973) e Biezanko et al., (1978). Posteriormente, inventários parciais foram feitos por Krüger e Silva (2003) na cidade de Pelotas e arredores (exceto Hesperidae). Ainda, Silva et al., (2013) realizaram um inventariamento da guilda frugívora no município de Capão do Leão, próximo à Pelotas. Paralelamente, Siewert et al., (2010) revisaram o acervo de borboletas (exceto Hesperidae) depositado no Museu de História Natural da Universidade Católica de Pelotas. O mesmo foi feito por Carvalho et al. (2013) com as borboletas depositadas na Coleção Entomológica da Universidade Federal do Rio Grande.

### **Modelagem Preditiva de Distribuição de espécies**

O conhecimento sobre a distribuição de espécies é extremamente importante para que sejam estabelecidas estratégias bem sucedidas de conservação (GROOT et al., 2009). Por isso, técnicas que ajudem a delimitar a área de distribuição de espécies, como a Modelagem Preditiva de Distribuição (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000; PEARSON et al., 2007) podem ser muito úteis para a conservação de espécies ameaçadas de extinção.

A Modelagem Preditiva de Distribuição (MPD) é uma técnica computacional utilizada para indicar áreas de ocorrência de populações desconhecidas de uma determinada espécie (ANDERSON et al., 2003; RAXWORTHY et al., 2003). Esta técnica utiliza pontos de ocorrência (e, quando possível, de ausência) conhecidos, que são normalmente obtidos de amostragens em campo ou de coleções biológicas (MUÑOZ et al., 2009), e os correlaciona com variáveis ambientais, encontrando padrões não aleatórios de condições requeridas para a presença da espécie (ANDERSON et al., 2003; ENGLER et al., 2004). A MPD vem sendo utilizada para indicar a área de distribuição potencial da espécie e as prováveis consequências de alterações ambientais na mesma (CARPENTER et al., 1993). Além disso, com esta técnica também é possível encontrar locais para reintroduções ou translocações, prever os efeitos da perda de habitat, prever o potencial de invasão de espécies, prever os efeitos das mudanças climáticas e, ainda, auxiliar na escolha de áreas para a conservação (PETERSON, 2006; ARAUJO; LUOTO, 2007; SIQUEIRA et al., 2009).

A MPD pode ser muito útil em locais onde as distribuições das espécies são pouco conhecidas devido a amostragens insuficientes (ANDERSON et al., 2002) e especialmente quando se quer delimitar a distribuição potencial de espécies raras ou ameaçadas de extinção, das quais geralmente se tem pouca informação (SIQUEIRA et al., 2009). As espécies consideradas raras merecem atenção especial em programas de conservação, pois apresentam grande propensão à extinção (PIMM et al., 1988). Contudo, estudos com MPD de espécies raras são mais escassos, e isso se deve pela dificuldade em obter pontos de ocorrência das mesmas e por, geralmente, tais pontos não apresentarem precisão locacional (ENGLER et al., 2004).

A presente Dissertação está estruturada de acordo com as normas da Universidade Federal de Santa Maria (MDT), sendo composta por dois artigos sobre a composição, diversidade e conservação de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea), associadas a ambientes de restinga no sul do Brasil:

- Artigo 1: Apresenta um inventário de espécies de borboletas associadas a ambientes de restinga no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil (Segue as normas do periódico SHILAP, Revista de Lepidopterologia);

- Artigo 2: Analisa o estado de conservação de *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] através do uso da técnica de Modelagem Preditiva de Distribuição (Segue as normas da Universidade Federal de Santa Maria (MDT)).

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. P. et al. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. **Global Ecology and Biogeography**, v. 11, p. 131-141, 2002.

ANDERSON, R. P. et al. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. **Ecological Modelling**, v. 162, p. 211-232, 2003.

ARAUJO, D. S. D. Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sulsudeste brasileira. **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos**. ACIESP, v. 1, p. 333-347, 1987.

ARAUJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. A. Natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.

ARAUJO, M. B.; LUOTO, M. The importance of biotic interactions for modelling species distributions under climate change. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 743–753, 2007.

BECCALONI, G.W. et al. **Catalogue of the hostplants of the Neotropical butterflies. Catálogo de las plantas huésped de las mariposas neotropicales**. Monografías Tercer Milenio, Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa v. 8, 2008. 536p.

BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no Sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. D. et al. (Org.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 13-25.

BELLAVER, J. M. F. et al. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de Matas Paludosas e Matas de Restinga da Planície Costeira da região Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 4, p. 181-190, 2012.

BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos campos do sul do Brasil. In: PILLAR, V. P. et al. (Eds.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 101-121.

BIEZANKO, C. M. Pieridae da zona sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia**, Série A, p. 1-15, 1958.

BIEZANKO, C. M. Papilionidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia**, Série A, p. 1-16, 1959.

BIEZANKO, C. M. Danaidae et Ithomiidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia**, Série A, p. 1-6, 1960a.

BIEZANKO, C. M. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia**, Série A, p. 1-12, 1960b.

BIEZANKO, C. M. Hesperiidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia**, Série A, p. 1-24, 1963.

BIEZANKO, C. M.; MIELKE, O. H. H. Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiidae americanos. IV. Espécies do Rio Grande do Sul, Brasil, com notas taxonômicas e descrições de espécies novas (Lepidoptera). **Acta Biológica Paranaense**, v. 2 n. 1-4, p. 51- 102, 1973.

BIEZANKO, C. M. et al. Contribuição ao estudo faunístico dos Riodinidae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). **Acta Biológica Paranaense**, v. 7 n. 1-4, p. 7-22, 1978.

BONEBRAKE, T. C. et al. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, v. 143, p. 1831–1841, 2010.

BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Org.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil:**

**síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: invertebrados terrestres.** São Paulo, FAPESP, 1999. p. 227-243.

BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest Butterflies: Indicators for Landscape Conservation. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 934-956, 2000.

CARNEIRO, E. et al. Inventário de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. **Natureza & Conservação**, v. 6, n. 2, p. 68-90, 2008.

CARPENTER, G. et al. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of animals and plants. **Biodiversity and Conservation**, v. 2, p. 667–680, 1993.

CARVALHO, A. P. S. et al. Identificação e Catalogação de Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) da Coleção Entomológica da Universidade Federal do Rio Grande. *EntomoBrasilis*, v. 6, n. 3, p. 227-231. 2013.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente número 261, de 30 de junho de 1999.** 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=260>. Acesso em: set. 2013.

DIAS, F. M. S. et al. Revision of the genus *Stichelia* Zikán (Riodinidae: Riodiniinae: *Symmachiini*), with the description of a new species from southern Brazil. **Zootaxa**, v. 3693, n. 4, p. 579–593, 2013.

DUARTE, M. et al. Lepidoptera. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds.). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 626-682.

ENGLER, R. et al. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, p. 263–274, 2004.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, v. 28, p. 1-30, 1999.

FAPESP – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa - Instrumento de preservação.** 2008. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/22500/mapeamento-cobertura-vegetal-bioma-pampa/> Acesso em: 4 de dez. 2013.

FZB/RS – FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Avaliação do Estado de Conservação de Espécies Fauna – RS.** 2013. Disponível em: <http://www.fzb.rs.gov.br>. Acesso em: 22 de dez. 2013.

GROOT, M. et al. Distribution modelling as an approach to the conservation of a threatened alpine endemic butterfly (Lepidoptera: Satyridae). **European Journal of Entomology**, v. 106, p. 77–84, 2009.

GUISAN A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, p. 147–186, 2000.

HEPPNER, J. B. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. **Tropical Lepidoptera**, v. 2, p. 1-85, 1991.

HEIKKILÄ, M. et al. Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. **Proceedings of the Royal Society B - Biological Sciences**, v. 279, p. 1093-1099, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil.** 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> Acesso em: 16 de nov. 2013.

KRISTENSEN, N. P. et al. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. **Zootaxa**, v. 1668, p. 699–747, 2007.

KRÜGER, C. P.; SILVA, E. J. E. Papilionoidea (Lepidoptera) de Pelotas e seus arredores, Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 10, n. 1, p. 31-45, 2003.

LAMAS, G. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en el mundo: estado actual y perspectivas futuras. In: BOUSQUETS J. L.; LANTERI, A. (Eds.). **Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos**. Las Prensas de Ciencias, UNAM, México D. E., 2008. p. 57-70.

LEWINSOHN, T. M. et al. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 640-645, 2005.

MARCHIORI, M. O.; ROMANOWSKI, H. P. Species composition and diel variation of a butterfly taxocene (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) in a restinga forest at Itapuã State Park, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 443-454, 2006.

MARCHIORI, M. O. et al. Mariposas en dos ambientes forestales contrastantes en el sur de Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). **SHILAP: Revista de Lepidopterologia**, v. 41, p. 1-15, 2013.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pampa: conhecimento e descobertas**. 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>. Acesso em: 16 de nov. 2013.

MORAIS, A. B. B. et al. Mariposas del sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). **Ciência & Ambiente**, v. 35, p. 29-46, 2007.

MORENO, L. B. **O efeito do tempo de preservação na diversidade de borboletas em áreas de mata de restinga no sul do Brasil**. 2013. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MUÑOZ, M. E. S. et al. OpenModeller: a generic approach to species' potential

distribution modelling. **Geoinformatica**, v. 1, p. 111-135, 2009.

PEARSON, R.G. et al. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, v. 34, p. 102–117, 2007.

PETERSON, A. T. Uses and requirements of Ecological Niche Models and related distributional models. **Biodiversity Informatics**, V. 3, p. 59-72, 2006.

PIMM, S. L. et al. On the risk of extinction. **The American Naturalist**, v. 132, n. 2, p. 757-785, 1988.

QUADROS, F. C. et al. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v. 12, n. 2, p.147-164, 2004.

RAXWORTHY, C. J. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. **Nature**, v. 426, p. 837–841, 2003.

ROESCH, L. F. W. The Brazilian Pampa: a fragile biome. **Diversity**, v. 1, p. 182–198, 2009.

SCHERER, A. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 717-727, 2005.

SIEWERT, R. R. et al. Catálogo do Acervo de Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) Depositadas no Museu de História Natural da Universidade Católica de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 3, n. 3, p. 77-84, 2010.

SILVA, J. M. et al. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 87-95, 2013.

SIQUEIRA, M. F. et al. Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. **Journal for Nature Conservation**, v. 17, p. 25-32, 2009.

TYLER, H. A. et al. Swallowtail butterflies of the Americas: a study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics, and conservation. Gainesville: Scientific Publishers, 1994. 376p.

WAECHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga do Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS**, série Botânica, v. 33, p. 49-68. 1985.

WAHLBERG, N. et al. Synergistic effects of combining morphological and molecular data in resolving the phylogeny of butterflies and skippers. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 272, p. 1577-1586, 2005.

## ARTIGO 1

---

### BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) ASSOCIADAS A AMBIENTES DE RESTINGA NO EXTREMO SUL DO BRASIL

Ana Paula dos Santos de Carvalho & Ana Beatriz Barros de Moraes

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal. Av. Roraima n° 1000, Bairro Camobi. CEP 97105-900. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: apsdecarvalho@gmail.com

#### Resumo

Tendo em vista a escassez de estudos sistematizados com borboletas em ambientes de restinga, principalmente no litoral sul do Rio Grande do Sul, este estudo teve como objetivo realizar uma lista de espécies de borboletas do município de Rio Grande, localizado no extremo sul do Brasil. Foram realizadas amostragens bimestrais em quatro áreas, entre agosto de 2012 e junho de 2013, através de procura ativa com o auxílio de rede entomológica. Após 216 horas de esforço amostral, foram encontrados 1438 indivíduos, distribuídos em 98 espécies pertencentes a seis famílias e 14 subfamílias. Nymphalidae foi a família mais abundante com 927 indivíduos amostrados enquanto que Hesperidae foi a mais rica com 39 espécies. Foram encontrados dois novos registros para a restinga do extremo sul do Rio Grande do Sul, três novos registros para a restinga do Estado e um novo registro para todo o Rio Grande do Sul, o Hesperidae *Viola violella* (Mabille, 1898). As espécies mais abundantes foram *Ypthimoides celmis* (Godart, [1824]), *Danaus erippus* (Cramer, 1775) e *Tegosa claudina* (Eschscholtz, 1821). Mesmo possuindo áreas relativamente pequenas, os locais amostrados mostraram-se importantes na função de abrigar diversas espécies de borboletas e, tendo em vista a fragilidade destes ambientes, é extremamente importante a conservação de mais áreas de vegetação de restinga.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação, Ilhas, Inventário, *Viola violella*.

**Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) associated with restinga environments in southern extreme Brazil**

**Abstract:** Given the shortage of systematized studies with butterflies in restinga environments, especially on the southern coast of Rio Grande do Sul State, this study aimed to make a list of butterfly species from Rio Grande County, located in extreme southern Brazil. Bimonthly samples were performed in four areas between August 2012 and June 2013 through active searching with entomological net. After 216 hours of sampling effort, 1438 individuals belonging to 98 species from six families and 14 subfamilies were found. Nymphalidae was the most abundant family with 927 individuals sampled while Hesperidae was the richest with 39 species. Two new records for the restinga from southern Rio Grande do Sul State were found, three new records for the State restinga and a new record for the entire Rio Grande do Sul State, the Hesperidae *Viola violella* (Mabille, 1898). The most abundant species were *Ypthimoides celmis* (Godart, [1824]), *Danaus erippus* (Cramer, 1775) and *Tegosa claudina* (Eschscholtz, 1821). Even with relatively small areas, the sampled sites showed to be important in the function of harboring several species of butterflies and, in view of the fragility of these environments, the conservation of more restinga vegetation areas is extremely important.

KEYWORDS: Conservation, Inventory, Islands, *Viola violella*.

## Introdução

Restinga é definida como um conjunto de ecossistemas que apresenta formações vegetacionais muito diversificadas, situados em terrenos predominantemente arenosos e que, em geral, possuem solos pouco desenvolvidos (ARAUJO, 1987; ARAUJO & LACERDA, 1987; CONAMA, 1999; FALKENBERG, 1999). A vegetação de restinga compreende formações originalmente herbáceas, subarbustivas, arbustivas ou arbóreas, as quais podem ocorrer em mosaicos ou possuir áreas ainda desprovidas de vegetação (CONAMA, 1999). Um tipo característico de vegetação de restinga são as matas paludosas que, em geral, apresentam relevo baixo e plano, facilitando a saturação hídrica (WAECHTER & JARENKOW, 1998) e a formação de banhados. Também presentes estão as matas ciliares, as quais se encontram ao longo de cursos d'água. Esta formação vegetal está sujeita a inundações periódicas e desempenha funções importantes, reduzindo a erosão do solo e mantendo a ciclagem de nutrientes e a qualidade da água (KUNKLE, 1974).

A vegetação dos ambientes de restinga apresenta um papel fundamental para a estabilização e a manutenção da drenagem natural do solo, assim como para a preservação da fauna silvestre associada a este tipo de ambiente (CONAMA, 1999). Os ecossistemas de restinga mostram-se frágeis, tendo em vista a menor velocidade na capacidade de regeneração de suas matas em relação às matas de outros ecossistemas, tornando-se difícil sua recuperação após um evento de perturbação (FALKENBERG, 1999). Contudo, mesmo com sua grande fragilidade e tamanha importância, os ambientes de restinga vêm sofrendo grandes impactos pela ação humana, devido à especulação imobiliária, introdução de espécies exóticas e expansão das áreas de atividade agropecuária (SCHERER *et al.*, 2005).

As borboletas são representadas pela superfamília Papilionoidea, a qual abrange as famílias Papilionidae, Hesperidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae (HEIKKILÄ *et al.*, 2011). As borboletas podem exercer papéis importantes em seu ecossistema e apresentam uma estreita associação com o ambiente em que vivem, principalmente com relação à flora local (BROWN & FREITAS, 1999), mas também com as condições climáticas (BROWN & FREITAS,

2000a). Além disso, graças ao seu ciclo de vida curto, elas podem responder rapidamente a perturbações ambientais (LEWINSOHN *et al.*, 2005). Muitas espécies são geralmente de fácil amostragem e identificação no campo, tendo sua biologia relativamente bem conhecida. Graças a essas e outras características, alguns grupos de borboletas podem ser utilizados para avaliar o nível de conservação de um determinado local ou até mesmo como espécies-bandeira em programas de conservação (LEWINSOHN *et al.*, 2005; BONEBRAKE *et al.*, 2010).

A realização de inventários de fauna é muito importante para a caracterização da composição de espécies de uma região (MOTTA, 2002; UEHARA-PRADO *et al.*, 2004). Os dados obtidos podem ser analisados em estudos ambientais, biogeográficos e macroecológicos na busca por padrões de ocorrência de distribuição das espécies. Ainda, tais estudos podem posteriormente subsidiar decisões de manejo para a conservação de borboletas frente a distúrbios ambientais, como alterações de paisagem e mudanças climáticas (REMSSEN, 1994; BALMER, 2002; BONEBRAKE *et al.*, 2010).

O Rio Grande do Sul é considerado um dos estados com maior número de inventários de borboletas no país (CARNEIRO *et al.*, 2008). Contudo, com relação a estudos em ambientes de restinga ainda existem lacunas no conhecimento e a informação existente não está sistematizada. Com relação a trabalhos anteriores realizados no litoral norte, pode-se citar os inventariamentos realizados por QUADROS *et al.* (2004) (somente Nymphalidae) e BELLAVÉR *et al.* (2012), nos quais foram feitas amostragens na planície costeira norte. Já na região centro leste do Estado, no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, foram realizados estudos por MARCHIORI & ROMANOWSKI (2006a) e MARCHIORI *et al.* (2013), além do estudo MORENO (2013) também neste Parque e no Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos.

No sudeste do Rio Grande do Sul, destacam-se, principalmente, os inventários realizados em diversos locais na região por BIEZANKO (1958; 1959; 1960a; 1960b; 1963), BIEZANKO & MIELKE (1973) e BIEZANKO *et al.* (1978). Tais estudos, no entanto, não especificaram o local exato do registro das espécies e não possuíam metodologia de amostragem padronizada. Posteriormente, inventários parciais foram feitos por KRÜGER & SILVA (2003) (exceto Hesperidae) e SILVA *et*

*al.* (2013) (guilda frugívora) na cidade de Pelotas e arredores. Paralelamente, SIEWERT *et al.* (2010) revisaram o acervo de borboletas (exceto Hesperidae) depositado no Museu de História Natural da Universidade Católica de Pelotas. O mesmo foi feito por CARVALHO *et al.*, (2013) com as borboletas depositadas na Coleção Entomológica da Universidade Federal do Rio Grande, abrangendo o catálogo de todas as famílias de Papilionoidea.

Assim, a escassez de estudos sistematizados com borboletas em ambientes de restinga, principalmente no litoral sul do Estado, limita a elaboração de listas de espécies ameaçadas para este tipo de ecossistema no Rio Grande do Sul. Além disso, devido a fragilidade e ameaça que esta fitofisionomia sofre, a necessidade de estudos que tragam informações sobre riqueza e composição de espécies nesse tipo de ambiente é urgente. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo compor uma lista de espécies de borboletas em áreas de restinga no município de Rio Grande, localizado no extremo sul do Brasil, como forma de fornecer subsídios para elaboração de planos de conservação e manejo da biodiversidade associada à restinga.

## **Material e Métodos**

### *Área de estudo*

O município de Rio Grande localiza-se na planície costeira do Rio Grande do Sul, ao sul da Lagoa dos Patos. Apresenta clima mesotérmico superúmido com estações bem definidas, temperatura média máxima anual de 21,7°C e mínima de 14,9°C, e precipitação média anual de 1.252 mm (VIEIRA, 1983).

As amostragens foram realizadas em quatro áreas características de restinga (Figura 1). A primeira constitui-se de uma mata ciliar (32°09'S, 52°11'O), com cerca de 75.000 m<sup>2</sup> de área, localizada às margens do Arroio Bolaxa (AB), dentro da Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde (BATISTA *et al.*, 2007). Situada entre o centro de Rio Grande e o balneário Cassino, essa área vem sofrendo interferência

humana devido à especulação imobiliária, a expansão agropecuária e pela duplicação da RS-734 em decorrência do desenvolvimento do eixo Rio Grande-Cassino.

A segunda área amostral é um fragmento de mata paludosa (32°07'S, 52°09'O) localizada no Distrito Industrial (DI), próximo à BR-392 e ao Superporto de Rio Grande. A mata possui uma área de 220.000 m<sup>2</sup> (QUINTELA *et al.*, 2007) e é considerada uma Área de Preservação Permanente.

A terceira área amostral é composta por dois fragmentos de mata paludosa cortados por uma mancha de campo (32°02'S, 52°13'O) com área total de cerca de 250.000 m<sup>2</sup>. Ela está situada na Ilha Leonídio (IL), próxima à estrada que dá acesso à Ilha dos Marinheiros e no local se realiza atividade agropecuária em pequena escala.

A última área amostral é um fragmento de mata paludosa (31°59'S, 52°06'O) de cerca de 300.000 m<sup>2</sup>, localizada na porção norte da Ilha dos Marinheiros (IM). Apesar de ali viverem diversas famílias que desenvolvem agricultura familiar em pequena escala, o local apresenta um nível menor de alteração antrópica em relação às outras áreas no continente.

### *Amostragem*

As borboletas foram amostradas através de procura ativa com rede entomológica, de acordo com o método descrito em PAZ *et al.* (2008). Foram realizadas amostragens bimestrais no período de agosto de 2012 a junho de 2013. Em cada uma das quatro áreas, três amostradores percorriam trilhas pré-definidas com esforço de três horas rede/amostrador/evento amostral, no período entre as 9h e 16h. Quando possível, foi realizada alternância de turnos entre as áreas a cada mês para amostrar espécies que são ativas em diferentes períodos do dia. As borboletas encontradas foram capturadas, identificadas (com auxílio de guias de campo especializados) e soltas posteriormente, com exceção de alguns exemplares que foram coletados para material testemunho. Nos casos onde não foi possível a

identificação no local, o indivíduo foi coletado e levado ao Laboratório de Interações Inseto-Planta, do Departamento Biologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Depois de devidamente montados, foi feita a comparação com a Coleção de Referência, consulta à bibliografia especializada ou consulta posterior a especialistas. A nomenclatura utilizada segue LAMAS (2004) e MIELKE (2005). Para a família Nymphalidae seguiu-se WAHLBERG *et al.* (2009).

### *Análise de dados*

Foram analisadas a riqueza (S) e a abundância (N) totais e parciais. Foram construídos gráficos de frequência relativa das espécies para cada área. Também foram plotadas curvas de esforço amostral para as áreas inventariadas e calculados os estimadores de riqueza Bootstrap e Jackknife 2 (SMITH & VAN BELLE, 1984) com o auxílio do programa EstimateS (COLWELL, 2006). Por fim, foram construídas curvas de rarefação baseadas em indivíduos para comparação da riqueza das áreas que apresentaram abundâncias desiguais, com o auxílio do programa Past (HAMMER *et al.*, 2001).

## **Resultados**

Após seis amostragens em cada área, totalizando 216 horas de esforço amostral, foram encontrados 1438 indivíduos, distribuídos em 98 espécies pertencentes a seis famílias e 14 subfamílias (Tabela 1).

Com este estudo foram obtidos dois novos registros para a restinga do extremo sul do Rio Grande do Sul, os Lycaenidae *Strymon lucena* (Hewitson, 1868) e *Strymon rana* (Schaus, 1902), e três novos registros para a restinga de todo o Estado, o Hesperiidae *Corticea mendica* (Mabille, 1898) e os Lycaenidae *Arawacus ellida* (Hewitson, 1867) e *Arzecla nubilum* (H. H. Druce, 1907). Ainda, foi encontrado

um novo registro para o Rio Grande do Sul, o Hesperidae *Viola violella* (Mabille, 1898) (Ilha dos Marinheiros, 06-II-2013, Carneiro *det.*, Carvalho *leg.*; Arroio Bolaxa, 09-IV-2013, Carneiro *det.*, Sagrilo *leg.*) (BIEZANKO, 1963; BIEZANKO & MIELKE, 1973; MIELKE, 1979a; MIELKE, 1979b; ISERHARD & ROMANOWSKI, 2004; MARCHIORI & ROMANOWSKI, 2006a; MARCHIORI & ROMANOWSKI, 2006b; DESSUY & MORAIS, 2007; GIOVENARDI *et al.*, 2008; LEMES *et al.*, 2008; SACKIS & MORAIS, 2008; ROMANOWSKI *et al.*, 2009; ISERHARD *et al.*, 2010; BONFANTTI *et al.*, 2009; RITTER *et al.*, 2011; ROSA *et al.*, 2011; BELLAVER *et al.*, 2012; MORAIS *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2013; MARCHIORI *et al.*, 2013).

Algumas espécies que foram amostradas nas coletas realizadas por CESLAU MARIA BIEZANKO, nos anos 50, 60 e 70 (BIEZANKO, 1958; 1959; 1960a; 1960b; 1963; BIEZANKO *et al.*, 1978) e não foram encontradas nos estudos mais recentes de KRÜGER & SILVA, 2003 e SILVA *et al.* 2010, foram amostradas novamente no presente estudo. Este é o caso dos Pieridae *Glutophrissa drusilla drusilla* (Cramer, 1777), *Rhabdodryas trite banksi* (Breyer, 1939) e *Hesperocharis paranensis* Schaus, 1898, do Lycaenidae *Cyanophrys herodotus* (Fabricius, 1793), dos Riodinidae *Euselasia eucerus* (Hewitson, 1872), *Chorinea licursis* (Fabricius, 1775) e *Emesis russula* Stichel, 1910, e dos Nymphalidae *Danaus eresimus plexaure* (Godart, 1819) e *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]).

Nymphalidae foi a família mais abundante, com 927 indivíduos amostrados, seguida por Hesperidae (344), Pieridae (78), Riodinidae (48), Papilionidae (25) e Lycaenidae (16). Com relação à riqueza, Hesperidae apresentou o maior número de espécies (39) seguido por Nymphalidae (27), Pieridae (12), Lycaenidae (10), Riodinidae (seis) e Papilionidae (quatro). As espécies mais abundantes foram o Satyrinae *Yphthimoides celmis* (Godart, [1824]), o Danainae *Danaus erippus* (Cramer, 1775) e o Nymphalinae *Tegosa claudina* (Eschscholtz, 1821). Essas mesmas espécies também foram as mais representadas nas áreas, separadamente, além de serem dominantes dentro das assembleias ( $fr > 0,1$ ). *Y. celmis* foi a espécie mais abundante e dominante no Arroio Bolaxa ( $fr = 0,150$ ) e na Ilha Leonídio ( $fr = 0,361$ ) (Figura 2). Enquanto isso, *D. erippus* foi a mais abundante e dominante na Ilha dos Marinheiros ( $fr = 0,321$ ) e *T. claudina* no Distrito Industrial ( $fr = 0,175$ ).

A área que apresentou maior abundância foi AB, enquanto que IM teve a menor abundância de todas (Tabela 1). Com relação à riqueza, a área mais rica foi DI e a menos rica foi IM. A área que apresentou maior número de espécies exclusivas foi DI, enquanto que IM teve o menor valor. Com relação às espécies exclusivas de cada assembleia, vale comentar que em AB destacou-se o Riodinidae *Riodina lycisca lysistratus* (Burmeister, 1878), com 34 indivíduos, e em IM o Nymphalidae *Capronnieria galesus* (Godart, [1824]) com 15 indivíduos amostrados.

Nenhuma curva de esforço amostral atingiu a assíntota (Figura 3). Aquela que se mostrou mais inclinada foi a de DI, seguida por AB, IL, e IM. O mesmo padrão foi observado com relação aos estimadores de riqueza para cada uma das áreas.

A análise de rarefação ratificou a maior riqueza da área do Distrito Industrial e a sua diferença significativa com relação ao número de espécies para com as áreas da IL e IM (Figura 4), mas indicou riqueza similar com relação a AB.

## Discussão

Com relação à representatividade de riqueza por família, o fato de HesperIIDae apresentar o maior valor é considerado esperado tendo em vista que esta é a família mais rica em espécies de borboletas no Brasil (DUARTE *et al.*, 2012).

O registro de *V. violella* no sul do Rio Grande do Sul representa uma ampliação da distribuição geográfica conhecida da espécie no Brasil pois, esta espécie havia sido anteriormente encontrada somente nos estados do Paraná (MIELKE, 1994), São Paulo (BROWN, 1992; MIELKE & CASAGRANDE, 1997), Espírito Santo (BROWN & FREITAS, 2000b) e Distrito Federal (PINHEIRO & EMERY, 2006; MIELKE *et al.*, 2008). Ainda, os dados coletados de HesperIIDae se mostram especialmente importantes tendo em vista que este é o segundo inventariamento realizado na região que engloba esta família, somente após o estudo de BIEZANKO & MIELKE (1973). Da mesma forma, o fato de que os novos registros para o litoral sul do Estado serem de espécies pertencentes à família

Lycaenidae se deve, provavelmente, pela existência de poucos estudos nesta região que englobam esta família (KRÜGER & SILVA, 2003; CARVALHO *et al.*, 2013).

Dentre as características que poderiam estar associadas às espécies mais abundantes no presente estudo, está o comportamento migratório de *D. erippus*, considerada comum no litoral sul (BIEZANKO, 1960a; CARVALHO *et al.*, 2013). Também considerado comum na região, o Satyrinae *Y. celmis* é uma espécie normalmente encontrada em ambientes de campo, tendo em vista que suas lagartas se alimentam de gramíneas (BIEZANKO, 1960b). Já *T. claudina*, também encontrada em grande quantidade em estudos em ambientes de restinga na região (KRÜGER & SILVA, 2003), é uma espécie comumente encontrada na borda de matas, em clareiras ou em matas ciliares (BUSTOS, 2010). A grande abundância destas espécies no presente estudo pode estar relacionada com o fato de que suas lagartas se alimentam de plantas hospedeiras de diferentes táxons dependendo da disponibilidade no ambiente.

Com grande abundância, também foram amostradas espécies consideradas generalistas e adaptadas a ambientes perturbados como os Nymphalidae *Anartia amathea roeselia* (Eschscholtz, 1821) e *Dryas iulia alcionea* (Fabricius, 1775). Estas espécies foram encontradas por MORENO (2013) com grande representatividade no ambiente com menor tempo de regeneração amostrado em seu estudo, e também foram encontradas no presente estudo em todas as áreas.

É importante ressaltar a presença de alguns grupos e espécies que são considerados indicadores de qualidade ambiental. A subfamília Pyrrhopyginae, representada por três espécies amostradas em DI e uma em AB, é conhecida por ser indicadora da saúde geral de um sistema (BROWN & FREITAS, 1999). O Nymphalidae *Morpho epistrophus catenaria* (Perry, 1811), encontrado em AB, DI e IL (com grande abundância nas últimas duas áreas) utiliza plantas hospedeiras pertencentes, na maioria, à família Fabaceae (BECCALONI *et al.*, 2008). Os indivíduos dessa espécie são citados como associados a ambientes de floresta em bom estado de preservação ou, eventualmente, a ambientes de mata secundária, que estejam passando por processo de regeneração (GRAZIA *et al.*, 2009).

Finalmente, é importante registrar que algumas espécies encontradas em grande quantidade em estudos anteriores na região litoral sul do Estado não foram

amostradas no presente trabalho, como é o caso do Nymphalidae *Paryphthimoides eous* (Butler, 1866) (KRÜGER & SILVA, 2003; SILVA *et al.*, 2013). A segunda espécie mais abundante do estudo de SILVA *et al.* (2013), *Caligo martia* (Godart, [1824]), também não foi encontrada no presente estudo, neste caso provavelmente devido ao tipo de método de amostragem usado no trabalho de SILVA *et al.* (2013), as armadilhas com iscas atrativas, as quais atraem borboletas da guilda frugívora.

Foi observado pelos amostradores que a área com maior abundância de indivíduos (AB) apresentava uma grande quantidade de flores, fonte de alimento para os adultos de borboletas (BROWN & FREITAS, 1999). Este também pode ter sido o motivo para o maior número de espécies de DI, juntamente com a grande riqueza vegetacional local, o que representa uma grande oferta de alimento para as lagartas de borboleta. Lembrando ainda que a curva de acúmulo de espécies dessa área foi a que se mostrou mais inclinada, indicando que caso fosse realizado um maior esforço amostral no local, poderia haver um aumento no número de espécies da área.

A presença de espécies indicadoras de qualidade ambiental e da grande riqueza e abundância encontrada em algumas áreas amostradas no presente estudo enaltece a importância da conservação das matas de restinga do município de Rio Grande. Em especial, a área do Distrito Industrial, a qual é uma das poucas Áreas de Preservação Permanente do município e que está sofrendo forte pressão antrópica devido a sua proximidade com o Superporto de Rio Grande. Esta área, assim como a Ilha dos Marinheiros e o Arroio Bolaxa, são citadas no PLANO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE RIO GRANDE (2007) como áreas que fazem parte de Planos de Manejo que têm como objetivo a conservação da vegetação nativa e a utilização do meio ambiente de maneira sustentável.

Tendo em vista a fragilidade dos ambientes de restinga frente à suas características ambientais e ao crescimento do impacto humano, especialmente na região sul do Rio Grande do Sul, é extremamente importante a conservação de locais com vegetação nativa deste tipo de ambiente. Mesmo estas sendo áreas relativamente pequenas, tais ambientes mostraram-se importantes na função de abrigar as diversas espécies de borboletas encontradas em restinga.

## Agradecimentos

Aos proprietários dos locais de coleta, por permitir o acesso às áreas para este estudo. Aos Doutores M. S. Gottschalk da UFPel e L. J. Robe da FURG pelo auxílio logístico para a realização das coletas. As colegas do Laboratório de Interação Inseto-Planta da UFSM, G. Piovesan e M. Sagrilo e aos estudantes do curso de Ciências Biológicas da FURG pelo auxílio no campo. Aos Doutores C. Iserhard, E. Barbosa, E. Carneiro, A. Moser, e aos Mestres R. Siewert e L. Fucilini pela gentileza na identificação de algumas espécies. Ao SISBIO por fornecer a licença de coleta (número 35108-1) e a CAPES pelo apoio financeiro.

## BIBLIOGRAFIA

ARAUJO, D. S. D., 1987.- Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sulsudeste brasileira.- *Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos. ACIESP* **1**: 333-347.

ARAUJO, D. S. D. & LACERDA, L. D. A., 1987.- Natureza das restingas. *Ciência Hoje* **6**(33): 42-48.

BALMER, O., 2002.- Species lists in Ecology and Conservation: abundances matter. *Conservation Biology* **16**(4): 1160–1161.

BATISTA, T. L. CANTEIRO, R. C. A., DORNELES, L. P. P. & COLARES, I. G. 2007.- Levantamento florístico das comunidades vegetais na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde, Rio Grande, RS. *Revista Brasileira de Biociências* **5**, supl. 2: 225-227.

BECCALONI, G. W.; BECCALONI, G. W.; VILORIA, A. L.; HALL, S. K. & ROBINSON, G. S. 2008.- *Catalogue of the hostplants of the Neotropical butterflies. Catálogo de las plantas huésped de las mariposas neotropicales*: pp. 536.

Monografías Tercer Milenio, Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa v. 8, 2008.

BELLAVER, J. M. F., ISERHARD, C. A., SANTOS, J. P., SILVA, A. K., TORRES, M., SIEWERT, R. R., MOSER, A. & ROMANOWSKI, H. P. 2012.- Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de Matas Paludosas e Matas de Restinga da Planície Costeira da região Sul do Brasil. *Biota Neotropica* **12**(4): 181-190.

BIEZANKO, C. M. 1958.- Pieridae da zona sueste do Rio Grande do Sul. *Arquivos de Entomologia, Série A*: 1-15.

BIEZANKO, C. M. 1959.- Papilionidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. *Arquivos de Entomologia, Série A*: 1-16.

BIEZANKO, C. M. 1960a.- Danaidae et Ithomiidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. *Arquivos de Entomologia, Série A*: 1-6.

BIEZANKO, C. M. 1960b.- Satyridae, Morphidae et Brassolidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. *Arquivos de Entomologia, Série A*: 1-12.

BIEZANKO, C. M. 1963.- Hesperiidae da zona sueste do Rio Grande do Sul. *Arquivos de Entomologia, Série A*: 1-24.

BIEZANKO, C. M. & MIELKE, O. H. H. 1973.- Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiidae americanos. IV. Espécies do Rio Grande do Sul, Brasil, com notas taxonômicas e descrições de espécies novas (Lepidoptera). *Acta Biológica Paranaense* **2**(1-4): 51- 102.

BIEZANKO, C. M., MIELKE, O. H. H. & WEDDERHOFF, A. 1978.- Contribuição ao estudo faunístico dos Riodinidae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). *Acta Biológica Paranaense* **7**(1-4): 7-22.

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. *Biological Conservation* **143**: 1831–1841.

BONFANTTI, D., DI MARE, R. A. & GIOVENARDI, R. 2009.- Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from two forest fragments in northern Rio Grande do Sul, Brazil. *Check List* **5**(4): 819–829.

BROWN, K. S. 1992.- Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In L. P. C. MORELLATO. *História Natural da Serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*: 321 pp. UNICAMP/FAPESP, São Paulo.

BROWN, K. S. & FREITAS, A. V. L., 1999.- Lepidoptera.- In C. R. F. BRANDÃO & E. M. CANCELLO, *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil*. Invertebrados terrestres: 279 pp. FAPESP, São Paulo.

BROWN, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000a.- Atlantic Forest Butterflies: Indicators for Landscape Conservation. *Biotropica* **32**(4b): 934-956.

BROWN, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000b.- Diversidade de Lepidoptera de Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)* **11/12**: 71-118.

BUSTOS, E. N. 2010.- *Mariposas de La Ciudad de Buenos Aires y alrededores*: 264 pp. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.

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. *Natureza & Conservação* **6**(2): 68-90.

CARVALHO, A. P. S., GOTTSCHALK, M. S. & MORAIS, A. B. B. 2013.- Identificação e Catalogação de Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) da

Coleção Entomológica da Universidade Federal do Rio Grande. *EntomoBrasilis* **6**(3): 227-231.

COLWELL, R. K. 2006.- EstimateS 9.1 Statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut, Connecticut. Disponível em <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> (último acesso em 10/2013).

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 1999.- Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente número 261, de 30 de junho de 1999. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=260>. (último acesso em 09/2013)

DESSUY, M. B. & MORAIS, A. B. B. 2007.- Diversidade de Borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **24**(1): 108-120.

DeVRIES, P. J. 1987.- *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Papilionidae, Pieridae and Nymphalidae. I*: pp. 327. Princeton University Press, New Jersey.

DUARTE, M., MARCONATO, G., SPETCH, A. & CASAGRANDE, M. M. 2012.- Lepidoptera. In J. A. RAFAEL, G. A. R. MELO, C. J. B. CARVALHO, S. A. CASARI, R. CONSTANTINO (Eds.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*: 810 pp. Holos, Ribeirão Preto.

FALKENBERG, D. B. 1999.- Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Insula* **28**: 1-30.

GIOVENARDI, R., DI MARE, R. A., SPONCHIADO, J., ROANI, S. H., JACOMASSA, F. A. F., JUNG, A. B. & PORN, M. A. 2008.- Diversidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos de floresta no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* **52** (4): 599-605.

GRAZIA, J., ROMANOWSKI, H. P., ARAÚJO, P. B., SCHWERTNER, C. F., ISERHARD, C. A., MOURA, L. A., FERRO, V. G. 2008.- Artrópodos Terrestres. In BUCKUP, G. B. (Org.). *Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra*: 196 pp. Libretos, Porto Alegre.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001.- Paleontological Statistics software package for education and data analysis - PAST. Version 2.17c. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (último acesso em 02/09/2013).

HEIKKILÄ, M.; KAILA, L.; MUTANEN, M. & WAHLBERG, C. P. N. 2011.- Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. *Proceedings of the Royal Society B - Biological Sciences* **279**: 1093-1099.

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. *Revista Brasileira de Zoologia* **21**(3): 649-662.

ISERHARD, C. A., QUADROS, M. T., ROMANOWSKI, H. P. & MENDONÇA, M. S. 2010.- Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e nos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* **10**(1): 309-320.

KRÜGER, C. P.; SILVA, E. J. E. 2003.- Papilionoidea (Lepidoptera) de Pelotas e seus arredores, Rio Grande do Sul, Brasil. *Entomologia y Vectores* **10**(1): 31-45.

KUNKLE, S.H. 1974.- Agua: su calidad suele depender del forestal. *Unasylva* **26**(105): 10-16.

LAMAS, G., 2004.- Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. In J. B. HEPPNER. *Atlas of Neotropical Lepidoptera*: 439 pp. Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville.

LEMES, R.; RITTER, C. A. & MORAIS, A. B. B. 2008.- Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. *Biotemas* **21**(4): 91-98.

LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A. V. L. & PRADO, P. I. 2005.- Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. *Conservation Biology* **19**(3): 640-645.

MARCHIORI, M. O. & ROMANOWSKI, H. P. 2006a.- Species composition and diel variation of a butterfly taxocene (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) in a restinga forest at Itapuã State Park, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **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. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**(4): 1029-1037.

MARCHIORI, M. O.; ROMANOWSKI, H. P. & SOUZA-MENDONÇA, M. 2013.- Mariposas en dos ambientes forestales contrastantes en el sur de Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP, Revista de Lepidopterología* **41**: 1-15.

MIELKE, C. G. C. 1994.- Papilionoidea e Hesperioidea (Lepidoptera) de Curitiba e seus arredores, Paraná, Brasil, com notas taxonômicas sobre Hesperiiidae. *Revista Brasileira de Zoologia* **11**(4): 759-776.

MIELKE, O. H. H. 1979a.- Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiiidae Americanos. V. Nota suplementar às espécies de Pyrrhopyginae e Pyrginae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). *Acta Biológica Paranaense* **8/9**: 7-17.

MIELKE, O. H. H. 1979b.- Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiiidae Americanos. VI. Nota suplementar às espécies de Hesperiiidae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). *Acta Biológica Paranaense* **8/9**: 127-172.

- MIELKE, O. H. H. 2005.- *Catalogue of the American Hesperioidea: HesperIIDae (Lepidoptera)*: 1536 pp. Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba.
- MIELKE, O. H. H. & CASAGRANDE, M. M. 1997.- Papilionoidea e Hesperioidea (Lepidoptera) do Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **14**(4): 967-1001.
- MIELKE, O. H. H.; EMERY, E. O. & PINHEIRO, C. E. G. 2008.- As Borboletas HesperIIDae (Lepidoptera, Hesperioidea) do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* **52**(2): 283-288.
- MORAIS, A. B. B.; LEMES, R. & RITTER, C. D. 2012.- Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de Val de Serra, região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* **12**(2): 175-183.
- MORENO, L. B. 2013.- *O efeito do tempo de preservação na diversidade de borboletas em áreas de mata de restinga no sul do Brasil*: 82 pp. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MOTTA, P. C. 2002.- Butterflies from the Uberlândia region, central Brazil: species list and biological comments. *Brazilian Journal of Biology* **62**(1): 151-163.
- PAZ, A. L. G.; ROMANOWSKI, H. P. & MORAIS, A. B. B. 2008.- Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* **8**(1): 21-29.
- PINHEIRO, C. E. G. & EMERY, E. 2006.- O. As borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Área de Proteção Ambiental do Gama e Cabeça de Veado (Distrito Federal, Brasil). *Biota Neotropica* **6**(2): 1-15.
- PLANO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE RIO GRANDE. 2007.- Disponível em [http://www.riogrande.rs.gov.br/pagina/arquivos/arquivo/pmrg\\_4b6ab0baae70b-plano\\_ambiental.pdf](http://www.riogrande.rs.gov.br/pagina/arquivos/arquivo/pmrg_4b6ab0baae70b-plano_ambiental.pdf) (último acesso 10/2013).

QUADROS, F. C.; ZARDO, C. M. L. & NASCIMENTO, L. V. 2004.- Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências* **12**(2): 147-164.

QUINTELA, F. M.; PORCIUNCULA, R. A.; CONDINI, M. V. L.; VIEIRA, J. P. & LOEBMANN, D. 2007.- Composição da ictiofauna durante o período de alagamento em uma mata paludosa da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* **2**(3): 191-198.

REMSEN, J. V. 1994.- Use and misuse of bird lists in Community Ecology and Conservation. *The Auk* **111**(1): 225-227.

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 Neotropica* **11**(1): 361-368.

ROMANOWSKI, H. P.; ISERHARD, C. A. & HARTZ, S. M. 2009.- Borboletas da floresta com araucária. In 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*: 328 pp. Holos Editora, Ribeirão Preto.

ROSA, P. L. P.; CHIVA, E. Q. & ISERHARD, C. A. 2011.- Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) do Sudoeste do Pampa Brasileiro, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* **11**(1): 355-360.

SACKIS, G. D. & MORAIS, A. B. B. 2008.- Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Biota Neotropica* **8**(1): 151-158.

SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F. & BAPTISTA, L. R. M. 2005.- Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **19**(4): 717-727.

SIEWERT, R. R.; SILVA, E. J. E. & MARQUES, L. L. 2010.- Catálogo do Acervo de Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) Depositadas no Museu de História Natural da Universidade Católica de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *EntomoBrasilis* **3**(3): 77-84.

SILVA, J. M.; CUNHA, S. K.; SILVA, E. J. E. & GARCIA, F. R. M. 2013.- Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* **26**(1): 87-95.

SMITH, E. P. & VAN-BELLE, G. 1984.- Nonparametric estimation of Species Richness. *International Biometric Society* **40**(1): 119-129.

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 Neotropica* **4**(1): 1-25.

VIEIRA, E. F. 1983.- *Rio Grande: Geografia física, humana e econômica*: 158 pp. Sagra, Porto Alegre.

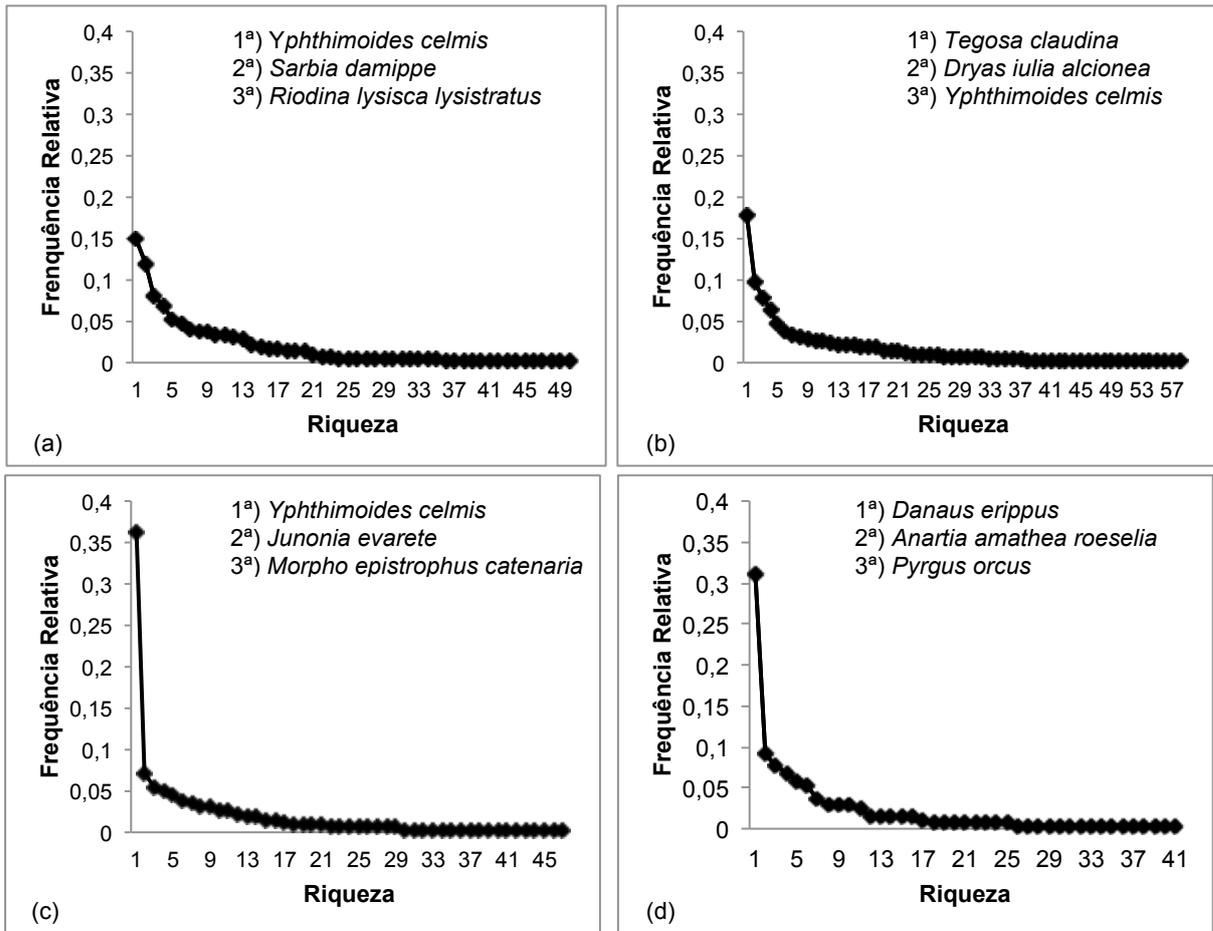
WAECHTER, J. L. & JARENKOW, J. A. 1998.- Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim, Rio Grande do Sul. *Biotemas* **11**(1): 45-69.

WAHLBERG, N.; LENEVEU, J.; KODANDARAMAIAH, U; PEÑA, C; NYLIN, S; FREITAS, A. V. L. & BROWER, A. V. Z. 2009.- Nymphalid butterflies diversify following near demise at the cretaceous/tertiary boundary. *Proceedings of the Royal Society B - Biological Sciences* **276**: 4295–4302.



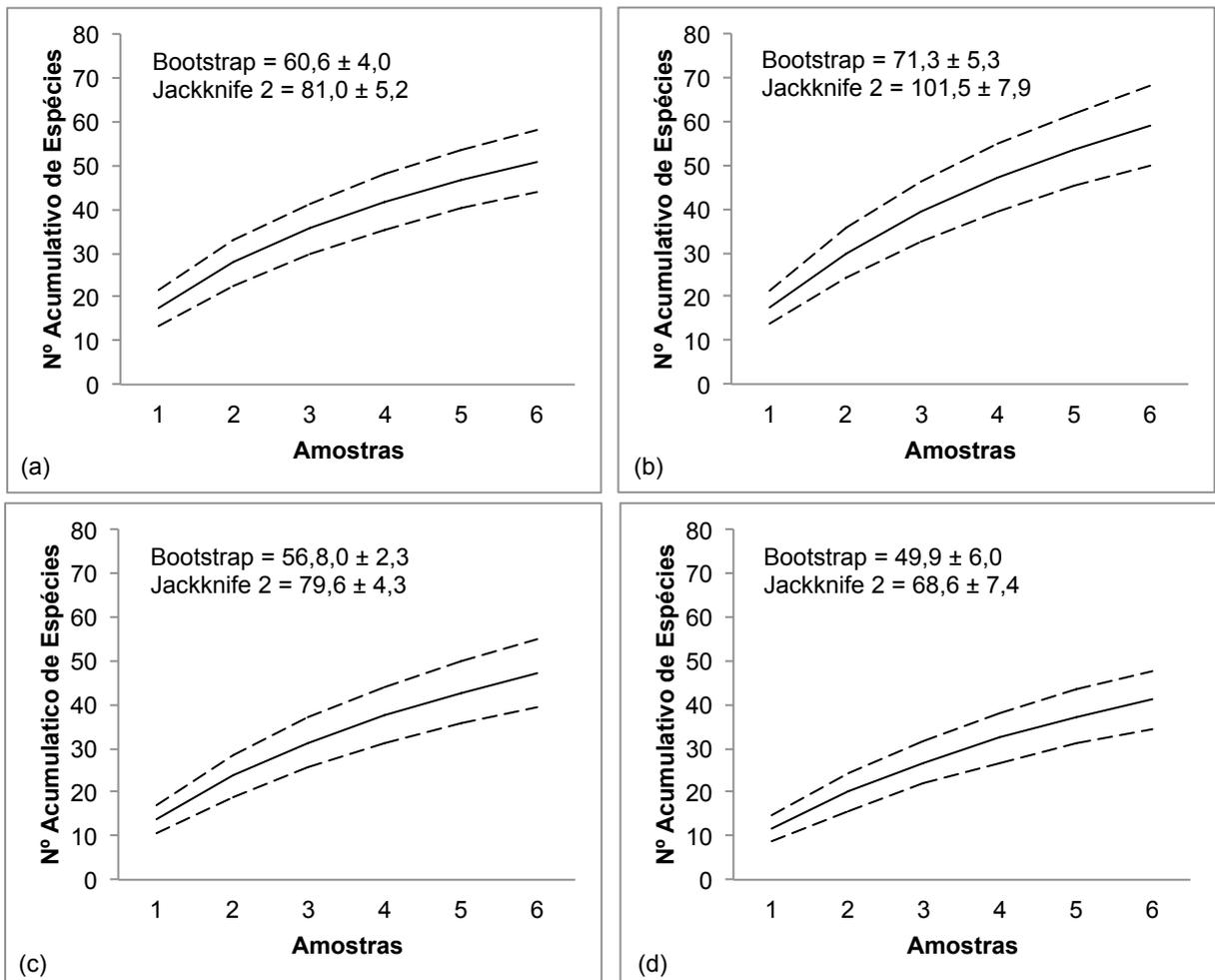
**Figura 1.** Áreas amostradas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil, de agosto de 2012 a junho de 2013. AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros. Fonte: Google Earth.

**Figure 1.** Sampled areas in Rio Grande County, extreme southern Brazil, from August 2012 to June 2013. AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros. Source: Google Earth.



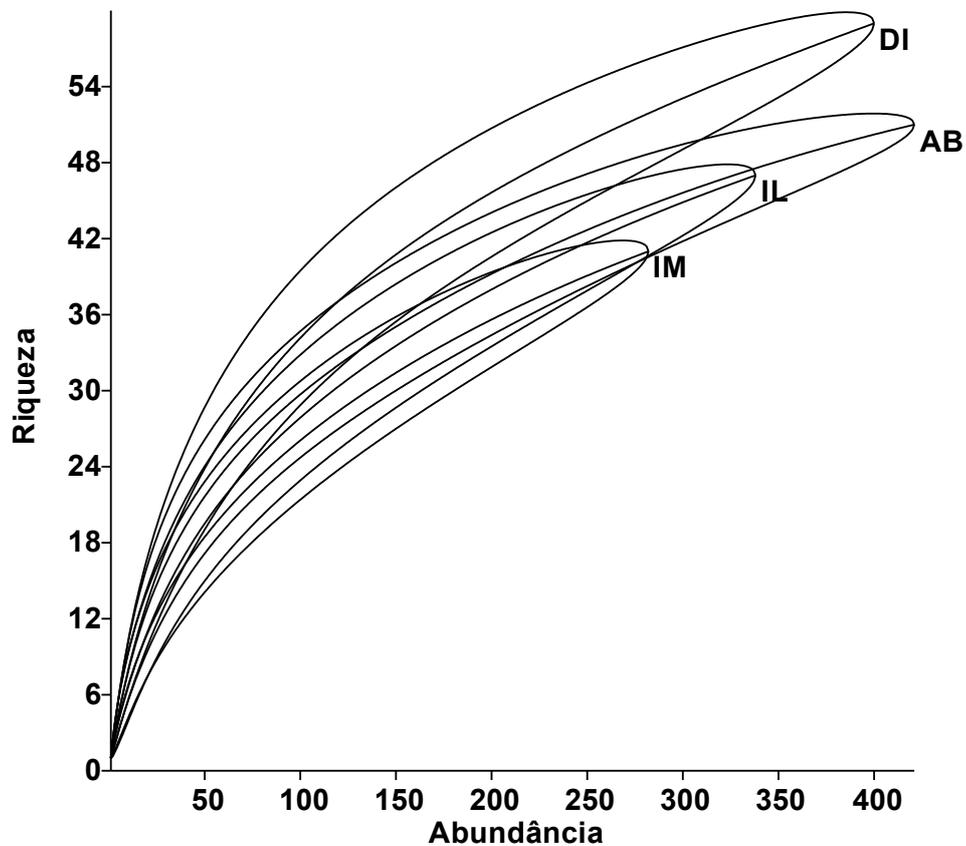
**Figura 2.** Distribuição das frequências relativas e as três espécies mais abundantes em quatro áreas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil, de agosto de 2012 a junho de 2013. (a): Arroio Bolaxa, (b): Distrito Industrial, (c): Ilha Leonídio, (d): Ilha dos Marinheiros.

**Figure 2.** Distribution of relative frequencies and the three most abundant species in four areas in Rio Grande County, extreme southern Brazil, from August 2012 to June 2013. (a): Arroio Bolaxa, (b): Distrito Industrial, (c): Ilha Leonídio, (d): Ilha dos Marinheiros.



**Figura 3.** Curvas de Esforço Amostral e seus respectivos valores dos estimadores de riqueza Bootstrap e Jackknife 2 (com desvios padrão) para assembleias de borboletas de quatro áreas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. (a): Arroio Bolaxa, (b): Distrito Industrial, (c): Ilha Leonídio, (d): Ilha dos Marinheiros.

**Figure 3.** Sampling effort curves and their respective values of richness estimators Bootstrap and Jackknife 2 (with standard deviations) for assemblages of butterflies from four areas in Rio Grande County, extreme southern Brazil. (a): Arroio Bolaxa, (b): Distrito Industrial, (c): Ilha Leonídio, (d): Ilha dos Marinheiros.



**Figura 4.** Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de assembleias de borboletas amostradas em quatro áreas do município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros.

**Figure 4.** Rarefaction based on individuals for species richness of the sampled assemblages of butterflies in four areas of Rio Grande County, extreme southern Brazil. AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros.

**Tabela 1.** Abundância e riqueza de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) de quatro áreas no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil, de agosto de 2012 a junho de 2013. S: Riqueza de espécies, N: Abundância total de indivíduos por espécie, AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros.

**Table 1.** Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) abundance and richness from four areas in Rio Grande County, extreme southern Brazil, from August 2012 to June 2013. S: Species richness, N: Total abundance of individuals per species, AB: Arroio Bolaxa, DI: Distrito Industrial, IL: Ilha Leonídio, IM: Ilha dos Marinheiros.

<b>ESPÉCIES</b>	<b>AB</b>	<b>DI</b>	<b>IL</b>	<b>IM</b>	<b>N</b>
<b>PAPILIONOIDEA (S=98)</b>					
<b>Papilionidae (S=4)</b>					
<b>Papilioninae (S=4)</b>					
<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	0	1
<i>Heraclides anchisiades capys</i> (Hübner, [1809])	2	4	0	0	6
<i>Heraclides astyalus astyalus</i> (Godart, 1819)	2	9	0	0	11
<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	0	7	0	0	7
<b>Hesperiidae (S=39)</b>					
<b>Pirrhopyginae (S=3)</b>					
<i>Mysoria barcastus barta</i> Evans, 1951	0	6	0	0	6
<i>Pyrrhopyge charybdis charybdis</i> Westwood, 1852	0	4	0	0	4
<i>Sarbia damippe</i> Mabille & Boulet, 1908	50	7	0	0	57
<b>Pyrginae (S=16)</b>					
<i>Achlyodes mitridates thraso</i> (Hübner, [1807])	1	1	0	0	2
<i>Antigonus liborius areta</i> Evans, 1953	0	1	0	0	1
<i>Astraptus fulgerator</i> (Walch, 1775)	0	3	2	0	5
<i>Epagyreus socus pseudexadeus</i> Westwood, 1852	0	0	1	2	3
<i>Heliopetes omrina</i> (Butler, 1870)	29	8	2	3	42
<i>Oechydus chersis chersis</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	0	3	0	1	4
<i>Pyrgys orcus</i> (Stoll, 1780)	6	8	2	22	38
<i>Pyrgus orcynoides</i> (Giacomelli, 1928)	2	0	0	4	6
<i>Trina geometrina geometrina</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	0	3	0	2	5
<i>Urbanus dorantes dorantes</i> (Stoll, 1790)	3	0	0	0	3
<i>Urbanus procne</i> (Plötz, 1880)	1	1	1	1	4
<i>Urbanus proteus proteus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1	1
<i>Urbanus simplicius</i> (Stoll, 1790)	12	7	1	2	22
<i>Urbanus teleus</i> (Hübner, 1821)	16	1	2	2	21
<i>Viola violella</i> (Mabille, 1898)	1	0	0	1	2
<i>Xenophanes trixus</i> (Stoll, 1780)	0	4	3	8	15
<b>Hesperiinae (S=20)</b>					
<i>Ancyloxypha nitedula</i> (Burmeister, 1878)	0	2	0	1	3

<i>Appia appia</i> Evans, 1955	1	0	0	0	1
<i>Callimormus interpunctata</i> (Plötz, 1884)	0	0	7	0	7
<i>Callimormus rivera</i> (Plötz, 1882)	7	2	1	0	10
<i>Conga chydæa</i> (Butler, 1877)	1	0	2	0	3
<i>Conga iheringii</i> (Mabille, 1891)	2	0	1	0	3
<i>Corticea imocerinus</i> (Hayward, 1934)	0	1	0	0	1
<i>Corticea lysias potex</i> Evans, 1955	7	0	0	0	7
<i>Corticea mendica</i> (Mabille, 1898)	2	0	0	0	2
<i>Hylephila phyleus phyleus</i> (Drury, 1773)	13	0	0	8	21
<i>Lerodea eufala eufala</i> (W.H. Edwards, 1869)	1	0	1	0	2
<i>Nastra lurida</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	0	0	4	0	4
<i>Nyctelius nyctelius nyctelius</i> (Latreille, [1824])	1	0	0	0	1
<i>Panoquina panoquinoides albistriga</i> Mielke, 1980	0	2	0	1	3
<i>Polites vibex catilina</i> (Plötz, 1886)	6	4	6	0	16
<i>Quinta cannae</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	1	0	0	0	1
<i>Synale hylaspes</i> (Stoll, 1781)	0	0	1	0	1
<i>Vehilius stictomenes</i> (Butler, 1877)	2	1	0	2	5
<i>Virga austrinus</i> (Hayward, 1934)	1	1	0	0	2
<i>Wallengrenia premnas</i> (Wallengren, 1860)	6	2	1	1	10
<b>Pieridae (S=12)</b>					
<b>Coliadinae (S=9)</b>					
<i>Colias lesbia lesbia</i> (Fabricius, 1775)	0	1	10	1	12
<i>Eurema albula sinoe</i> (Godart, 1819)	0	15	10	4	29
<i>Eurema deva deva</i> (Doubleday, 1847)	0	3	9	10	22
<i>Phoebis neocypris neocypris</i> (Hübner, [1823])	0	5	1	0	6
<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)	0	0	0	1	1
<i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, 1777)	0	0	1	0	1
<i>Pyrisitia leuce leuce</i> (Boisduval, 1836)	0	1	0	0	1
<i>Pyrisitia nise tenella</i> (Boisduval, 1836)	0	1	0	0	1
<i>Rhabdodryas trite banksi</i> (Breyer, 1939)	0	0	1	0	1
<b>Pierinae (S=3)</b>					
<i>Glutophrissa drusilla drusilla</i> (Cramer, 1777)	1	0	1	0	2
<i>Hesperocharis paranensis</i> Schaus, 1898	0	0	1	0	1
<i>Tatochila autodice autodice</i> (Hübner, 1818)	0	1	0	0	1
<b>Lycaenidae (S=10)</b>					
<b>Theclinae (S=10)</b>					
<i>Arawacus ellida</i> (Hewitson, 1867)	0	1	0	0	1
<i>Arzecla nubilum</i> (H. H. Druce, 1907)	0	0	1	0	1
<i>Calycopis caulonia</i> (Hewitson, 1877)	3	0	1	1	5
<i>Cyanophrys herodotus</i> (Fabricius, 1793)	0	0	0	2	2
<i>Evenus latreillii</i> (Hewitson, 1865)	0	0	1	0	1
<i>Rekoa palegon</i> (Cramer, 1780)	0	1	0	1	2
<i>Strymon bazochii</i> (Godart, [1824])	0	0	0	1	1
<i>Strymon eurytulus</i> (Hübner, [1819])	0	1	0	0	1
<i>Strymon lucena</i> (Hewitson, 1868)	0	0	1	0	1
<i>Strymon rana</i> (Schaus, 1902)	1	0	0	0	1

<b>Riodinidae (S=6)</b>					
<b>Euselasiinae (S=2)</b>					
<i>Euselasia eucerus</i> (Hewitson, 1872)	0	1	0	0	1
<i>Euselasia hygenius occulta</i> Stichel, 1919	1	3	3	0	7
<b>Riodininae (S=4)</b>					
<i>Chorinea licursis</i> (Fabricius, 1775)	0	0	2	0	2
<i>Emesis mandana</i> (Cramer, 1780)	0	1	0	1	2
<i>Emesis russula</i> Stichel, 1910	0	2	0	0	2
<i>Riodina lycisca lysistratus</i> Burmeister, 1878	34	0	0	0	34
<b>Nymphalidae (S=27)</b>					
<b>Danainae (S=2)</b>					
<i>Danaus eresimus plexaure</i> (Godart, 1819)	4	0	0	1	5
<i>Danaus erippus</i> (Cramer, 1775)	14	11	3	88	116
<b>Heliconiinae (S=9)</b>					
<i>Actinote carycina</i> Jordan, 1913	0	1	0	0	1
<i>Actinote discrepans</i> d'Almeida, 1958	0	1	0	0	1
<i>Actinote melanisans</i> Oberthür, 1917	2	0	0	1	3
<i>Actinote pyrrha</i> (Fabricius, 1775)	8	0	3	0	11
<i>Actinote</i> sp.	2	1	2	0	5
<i>Agraulis vanillae maculosa</i> (Stichel, [1908])	9	10	0	4	23
<i>Dione juno juno</i> (Cramer, 1779)	2	0	0	0	2
<i>Dryas iulia alcionea</i> (Fabricius, 1775)	14	39	13	4	70
<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	2	19	0	0	21
<b>Biblidinae (S=1)</b>					
<i>Eunica eburnea</i> Fruhstorfer, 1907	0	0	15	2	17
<b>Nymphalinae (S=9)</b>					
<i>Anartia amathea roeselia</i> (Eschscholtz, 1821)	20	26	5	26	77
<i>Hypanartia bella</i> (Fabricius, 1793)	1	6	2	4	13
<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	17	8	24	8	57
<i>Ortilia dicoma</i> (Hewitson, 1864)	0	1	0	0	1
<i>Ortilia ithra</i> (W.F. Kirby, 1900)	2	3	6	2	13
<i>Ortilia orthia</i> (Hewitson, 1864)	2	10	5	0	17
<i>Siproeta stelenes meridionalis</i> (Fuhstorfer, 1909)	0	1	0	0	1
<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	22	71	1	7	101
<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)	16	6	12	16	50
<b>Satyrinae (S=6)</b>					
<i>Capronnieria galesus</i> (Godart, [1824])	0	0	0	15	15
<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	1	13	18	0	32
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])	0	0	9	0	9
<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	0	0	17	1	18
<i>Stegosatyryus periphias</i> (Godart, [1824])	1	12	0	0	13
<i>Ypthimoides celmis</i> (Godart, [1824])	63	31	122	19	235
<b>RIQUEZA POR ÁREA</b>	50	59	47	41	
<b>RIQUEZA EXCLUSIVA POR ÁREA</b>	9	17	11	5	
<b>ABUNDÂNCIA POR ÁREA</b>	418	400	338	282	
<b>ABUNDÂNCIA TOTAL</b>					<b>1438</b>

## ARTIGO 2

---

### ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE *STICHELIA PELOTENSIS* BIEZANKO, MIELKE & WEDDERHOFF, [1979] (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA: RIODINIDAE) NO SUL DO BRASIL

Ana Paula dos Santos de Carvalho, Francisco Candido Cardoso Barreto & Ana Beatriz Barros de Morais

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal. Av. Roraima n° 1000, Bairro Camobi. CEP 97105-900. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.  
E-mail: apsdecarvalho@gmail.com

## RESUMO

Considerando que a Modelagem Preditiva de Distribuição é uma técnica computacional muito útil para fins de conservação de espécies, este estudo teve como objetivo analisar o estado de conservação da borboleta *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979], presente na Lista das Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul na categoria CR (Criticamente em perigo). Após a realização do *ensemble* dos Modelos Preditivos de Distribuição gerados pelos algoritmos Envelope Score e Environmental Distance, foi possível observar que existe uma alta probabilidade de *S. pelotensis* ser encontrada na região leste do estado, especialmente próximo a Lagoa dos Patos, nas faces norte, oeste e sul da mesma. Ainda, foi constatado que quatro Unidades de Conservação estão presentes em áreas de alta adequabilidade ambiental para a espécie. Concluindo, indicamos a importância da realização de novas amostragens com o intuito de encontrar novas populações nessa região indicada como propícia para a ocorrência da espécie.

**Palavras-Chave:** Bioma Pampa; Modelagem Preditiva de Distribuição; Restinga; Unidades de Conservação.

## **ABSTRACT**

Considering that the Predictive Distribution Modeling method is a useful computational technique for species conservation, this study aimed to analyze the state of conservation of *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979], present in the Red List of Threatened Fauna Species of Rio Grande do Sul State in the CR (Critically endangered) category. After performing an ensemble of the Distribution Predictive Models generated by the algorithms Envelope Score and Environmental Distance, it was observed that there is a high probability of *S. pelotensis* to be found in the eastern region of the State, especially near to the Lagoa dos Patos to the north, west and south. Additionally, it was found that four Conservation Lands are located in areas of high environmental suitability for this species. Concluding, we point to the importance of more field samplings with the goal of finding new populations in this indicated auspicious region for the species occurrence.

**Keywords:** Conservation Lands. Pampa biome; Predictive Distribution Modeling; Restinga.

## INTRODUÇÃO

A maioria das extinções animais é causada por interferência humana, e dentre as causas principais podemos citar a perda de habitat e a introdução de espécies exóticas (GROOMBRIDGE, 1992; THOMAS, 1994). Além disso, tendo em vista a importância do conhecimento sobre a distribuição de espécies para que sejam estabelecidas estratégias de conservação bem sucedidas (GROOT et al., 2009), técnicas que ajudem a delimitar sua área de distribuição podem ser muito úteis para sua conservação. Sabe-se ainda que a distribuição das espécies em geral está fortemente relacionada com as variáveis climáticas, especialmente com a temperatura (THOMAS et al., 2004). Nesse sentido, uma ferramenta que pode ser importante para a conservação de espécies ameaçadas de extinção é a Modelagem Preditiva de Distribuição de espécies (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000; PEARSON et al., 2007).

A Modelagem Preditiva de Distribuição (MPD) consiste em uma técnica computacional utilizada para estimar locais de ocorrência de novas populações de uma determinada espécie as quais eram até então desconhecidas (ANDERSON et al., 2003; RAXWORTHY et al., 2003). Esta técnica utiliza pontos de ocorrência (e, quando possível, de ausência) conhecidos, que são normalmente obtidos de amostragens em campo ou de coleções biológicas (MUÑOZ et al., 2009), e os correlaciona com variáveis ambientais, encontrando padrões não aleatórios de condições requeridas para a presença da espécie (ANDERSON et al., 2003; ENGLER et al., 2004). A MPD vem sendo utilizada para indicar a área de distribuição potencial de espécies e as prováveis consequências de alterações ambientais no habitat das mesmas (CARPENTER et al., 1993). Contudo, vale comentar que a MPD tenta estimar o quão satisfatório um habitat é para a presença da espécie frente às suas condições ambientais, mas isto não significa que ele esteja de fato sendo ocupado (PHILLIPS, 2008).

A MPD pode ser muito útil em regiões tropicais, onde as distribuições das espécies são pouco conhecidas devido a amostragens insuficientes (ANDERSON et al., 2002) e especialmente para se descobrir a distribuição potencial de espécies raras ou ameaçadas de extinção, das quais geralmente se tem pouca informação (SIQUEIRA et al., 2009). Espécies raras, consideradas aquelas que apresentam

pequenas populações locais (DRURY, 1974) e tem uma capacidade reduzida em aumentar sua área de ocupação (THUILLER et al., 2005) merecem atenção especial em programas de conservação por apresentarem grande propensão à extinção (PIMM et al. 1988). Contudo, estudos com MPD de espécies raras são mais escassos, e isso se deve pela dificuldade em obter pontos de ocorrência das mesmas e por, geralmente, tais pontos não apresentarem precisão locacional (ENGLER et al., 2004).

O bioma Pampa está presente no Brasil somente no estado do Rio Grande do Sul, cobrindo 63% do mesmo (IBGE, 2004). Este bioma apresenta grande diversidade, considerável número de espécies endêmicas e ainda abriga espécies ameaçadas de extinção (BENCKE, 2009). Devido ao fato deste bioma ser formado por ecossistemas muito antigos, o Pampa apresenta flora e fauna muito particulares, cuja biologia e ecologia ainda são pouco conhecidas pela ciência (LEWINSOHN; PRADO, 2002; MMA, 2013a). Contudo, apesar de sua importância para a biodiversidade do país, o bioma Pampa vem sofrendo com constantes alterações antrópicas, principalmente devido a atividades de agropecuária e silvicultura, além da introdução de espécies exóticas de gramíneas para o pastejo (BEHLING et al. 2009; ROESCH et al. 2009). Devido a tais alterações, acredita-se que o Pampa já tenha perdido 59% de sua cobertura vegetal nativa (FAPESP, 2008). No entanto, mesmo com todas essas ameaças, o bioma Pampa possui apenas 3,3% de seu território em Unidades de Conservação, estando somente 0,9% do bioma em áreas de Proteção Integral (MMA, 2013a).

Uma fitofisionomia do Pampa que está fortemente ameaçada é a restinga. Esta formação é definida como um conjunto de ecossistemas que se inicia na faixa litorânea e segue até a floresta pluvial, apresentando um conjunto de tipos vegetacionais muito diversificados, situados em terrenos predominantemente arenosos com solos pouco desenvolvidos (ARAUJO, 1987; ARAUJO; LACERDA, 1987; CONAMA, 1999; FALKENBERG, 1999). As matas de restinga apresentam uma capacidade de regeneração mais lenta em relação às matas de outros ecossistemas, dificultando sua recuperação após um evento de perturbação (FALKENBERG, 1999). Entretanto, mesmo com sua grande fragilidade e tamanha importância, os ambientes de restinga vêm sofrendo grandes impactos pela ação humana com, por exemplo, a especulação imobiliária que ocorre em regiões litorâneas (SCHERER et al., 2005).

As borboletas exercem papéis importantes no ecossistema e apresentam uma estreita associação com o ambiente em que vivem, principalmente com relação à flora local (BROWN; FREITAS, 1999) e aos fatores abióticos (BROWN; FREITAS, 2000). Elas também apresentam um ciclo de vida relativamente curto, e por isso podem responder rapidamente a perturbações ambientais (LEWINSOHN et al., 2005). Além disso, devido ao fato de muitas espécies serem de fácil amostragem e identificação no campo, e apresentarem biologia relativamente bem conhecida, algumas podem ser utilizadas como bioindicadoras ou ainda como espécies-bandeira em programas de conservação (LEWINSOHN et al., 2005; BONEBRAKE et al., 2010).

*Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] é uma borboleta da família Riodinidae restrita ao bioma Pampa (DIAS et al., 2013) e, provavelmente, endêmica da restinga do Rio Grande do Sul (Kaminski, L. com. pes.). Essa espécie está inserida na Lista de Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul (FZB/RS, 2013) na categoria CR (Criticamente em Perigo). O pequeno conhecimento que se tem a respeito de sua biologia foi obtido a partir de poucas observações a campo de pesquisadores que amostraram exemplares da mesma. Acredita-se que sua planta hospedeira seja uma espécie do gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae), devido a observações de oviposição nestas plantas por outra espécie do gênero *Stichelia* (BECCALONI et al. 2008; Kaminski, L. com. pes.). Devido ao período do ano em que os indivíduos desta espécie foram observados, acredita-se que ela seja ativa entre os meses de fevereiro e abril (BIEZANKO et al., 1978; DIAS et al., 2013), e que seja univoltina (Kaminski, L. com. pes.). Por fim, sabe-se que outras espécies deste gênero podem formar grupos localmente abundantes (De VRIES, 1997). Tendo em vista seu *status* de ameaçada e seu provável endemismo, *S. pelotensis* pode ser indicada como espécie-bandeira para a conservação da restinga do Rio Grande do Sul.

Considerando então que a MPD possa ser uma ferramenta muito útil para fins de conservação de espécies, especialmente quando se tem pouca informação a respeito de sua distribuição real, os objetivos do presente estudo foram (i) descobrir locais que apresentem boa adequabilidade ambiental para *S. pelotensis*, (ii) analisar quanto de sua provável área de distribuição está inserida em Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais e (iii) indicar estratégias para sua conservação e, conseqüentemente, para a conservação de ambientes de restinga

do Rio Grande do Sul. A análise do estado de conservação de *S. pelotensis* parte do pressuposto de que as áreas de alta adequabilidade ambiental indicadas pelo MPD podem, de fato, abrigar a espécie em questão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Pontos de ocorrência**

Com o intuito de encontrar informações sobre a ocorrência e distribuição de *S. pelotensis*, foi realizada uma revisão bibliográfica (BIEZANKO et al., 1978; KRÜGER; SILVA, 2003; DIAS et al., 2013; SIEWERT, 2013) e foi feito contato com um pesquisador que observou tal espécie em campo (Lucas A. Kaminski – Universidade Estadual de Campinas). Apenas nove indivíduos de *S. pelotensis* já foram coletados até o momento (DIAS et al. 2013), sendo que oito no município de Pelotas, na região sudeste do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1956 e 1958 (BIEZANKO et al., 1978; KRÜGER; SILVA 2003). O único outro exemplar foi coletado em 2001 no Parque Estadual de Itapuã (DIAS et al., 2013; SIEWERT, 2013), localizado no município de Viamão, região centro-leste do Rio Grande do Sul. Este Parque possui área de 5.566,50 ha e está localizado no encontro entre o Lago Guaíba e a Lagoa dos Patos (SEMA, 2010).

Apesar da existência desses nove registros de coleta, devido à falta de informação a respeito da localidade exata dos oito registros de BIEZANKO et al. (1978), não é possível diferenciar espacialmente estes pontos e eles foram considerados como somente um ponto de ocorrência na análise dos dados (Tabela 1). As coordenadas referentes aos pontos de ocorrência foram obtidas por meio do Software Google Earth. O ponto de ocorrência referente aos exemplares coletados por BIEZANKO et al. (1978) estão representados por uma coordenada que corresponde à sede do município de Pelotas. Já com relação ao exemplar coletado no Parque Estadual de Itapuã, a coordenada corresponde à um local próximo ao real ponto de coleta. Para a geração do MPD as coordenadas foram transformadas em

valores decimais com três casas decimais após a vírgula e com Datum Global WGS 84.

### **Dados abióticos**

Para a criação do MPD de *S. pelotensis* foram usadas camadas ambientais de dados climáticos com resolução de 5 minutos de arco (cada pixel com 10 km<sup>2</sup>). Foram utilizadas 21 camadas ambientais (Tabela 2) correspondentes aos anos de 1950 a 2000. Destas, 19 correspondem a variáveis de temperatura e precipitação, as quais foram produzidas por Hijmans et al. (2005) e estão disponíveis no site WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)). As outras duas camadas restantes correspondem a dados topográficos de elevação e inclinação do terreno e estão disponíveis no site United States Geological Survey ([www.eros.usgs.gov](http://www.eros.usgs.gov)).

Tais camadas representam as variáveis ambientais para todo o mundo, logo, elas foram cortadas para o estado do Rio Grande do Sul com a utilização do Software DIVA-GIS (HIJMANS et al. 2001) antes da geração do MPD.

### **Algoritmos utilizados**

Para a elaboração do MPD foram utilizados os algoritmos Envelope Score (PIÑEIRO et al. 2007) e Environmental Distance (HIRZEL; ARLETTAZ, 2003). Algoritmos como o Environmental Distance utilizam uma medida de similaridade entre os pontos de ocorrência da espécie para atribuir um valor de classificação para um provável local de ocorrência com base na proximidade ambiental no espaço do local de registro mais semelhante (CARPENTER et al. 1993). Já no caso do Envelope Score, o algoritmo analisa todos os pontos de ocorrência e encontra o valor mínimo e máximo que é tolerado pela espécie para cada variável ambiental. Assim, o algoritmo obtém um perfil de habitat adequado da mesma com base em limites observados para cada variável (CARPENTER et al. 2003). Estes algoritmos foram escolhidos porque são especialmente adequados para indicar a distribuição

de uma espécie quando registros de ocorrência disponíveis são escassos (CARPENTER et al. 1993). Tais algoritmos estão disponíveis no ambiente de modelagem OpenModeller (MUÑOZ et al. 2009).

Tendo em vista a grande variação que podem ocorrer nos modelos gerados por diferentes algoritmos, após terem sido gerados os MPD dos algoritmos citados anteriormente, foi feito um *ensemble forecasting* dos mesmos, gerando uma predição final que combina os dois modelos realizados em um único com o objetivo de minimizar os erros que são gerados em cada modelo (ARAÚJO; NEW, 2007).

### **Estado de conservação de *Stichelia pelotensis***

Após a realização do Modelo Preditivo de Distribuição de *S. pelotensis*, com o auxílio do Software ArcGIS Desktop (ESRI Inc.) foram sobrepostos ao modelo um mapa (shapefile) dos municípios do Rio Grande do Sul onde foi proposta maior adequabilidade ambiental e outro com as Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais, os quais foram obtidos do site do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013b).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após a realização do *ensemble* dos Modelos Preditivos de Distribuições de *S. pelotensis* gerados pelos algoritmos Envelope Score e Environmental Distance, é possível observar que existe uma alta probabilidade desta espécie ser encontrada na região leste do Rio Grande do Sul, especialmente próximo a Lagoa dos Patos, nas faces norte, oeste e sul da mesma (Figura 1). Nos mapas a seguir, os tons mais escuros de vermelho indicam maior adequabilidade ambiental para a ocorrência da espécie baseado nas variáveis ambientais utilizadas.

Como já era esperado, as regiões que apresentam maior adequabilidade ambiental para abrigar populações de *S. pelotensis* segundo o MPD são aquelas localizadas muito próximo aos pontos de ocorrência utilizados para gerar tal modelo.

Foi proposta uma alta adequabilidade, conseqüentemente, para Viamão e alguns municípios vizinhos (Figura 1) assim como para Pelotas municípios próximos.

Como dito anteriormente, esta proposta do modelo já era esperada. Contudo, o modelo propôs alta adequabilidade também para municípios na região centro-leste do Estado. Grande parte destes municípios se encontra entre Viamão e Pelotas, conectando os pontos de ocorrência conhecidos, por isso, parece provável que esta espécie seja encontrada nestes locais. Já nos pontos isolados com alta adequabilidade ambiental próximos à região central do estado e um pouco afastados da Lagoa dos Patos, acredita-se ser pouco provável que *S. pelotensis* de fato habite estes locais. Afirma-se isso tendo em vista uma possível dificuldade de dispersão da espécie até estas áreas devido à menor adequabilidade ambiental das áreas vizinhas a estas, e ainda pelo fato de que esta região é vegetacionalmente bastante diferenciada da restinga dos pontos de ocorrência. Ainda, o MPD indica alta adequabilidade ambiental na região nordeste da Lagoa dos Patos, contudo, a restinga desta região é bastante diferenciada das restingas dos pontos de ocorrência, por isso é improvável que *S. pelotensis* habite esta região.

Os resultados gerados pelo MPD devem ser interpretados com cautela, tendo em vista que somente dois locais de presença são conhecidos e se tem pouco conhecimento do quão representativos eles seriam para indicar as condições requeridas pela espécie. Ainda, devido a pouca quantidade de pontos de ocorrência, não é possível realizar uma validação estatística dos resultados gerados (ver GIANNINI et al., 2012). Ainda assim, o MPD gerado no presente estudo traz informações importantes sobre a provável distribuição da espécie, diante do fato de que o conhecimento sobre este assunto ainda é extremamente precário.

É importante destacar que a escassez de estudos com a fauna de borboletas na região prevista pelo modelo para presença de *S. pelotensis* pode ter contribuído para os poucos dados de ocorrência da mesma. Ainda, os estudos realizados até o momento não focaram esforços em encontrar essa espécie, que pode ser de relativamente difícil detecção devido ao seu tamanho. Dentre os poucos estudos publicados sobre a composição das assembléias de borboletas na região proposta como de alta adequabilidade, existem alguns inventários englobando a família Riodinidae no município de Viamão como Marchiori e Romanowski (2006), Marchiori et al., (2013) e Moreno (2013). Contudo, *S. pelotensis* não foi amostrada em nenhum destes estudos, mas somente em um estudo não publicado (Kaminski, com. pes). Já

na região sudeste do Estado, encontram-se os inventários de Biezanko et al., (1978) e de Krüger e Silva (2003), além do catálogo das espécies do Museu de História Natural da Universidade Católica de Pelotas (SIEWERT et al., 2010). Mais recentemente, um inventário ainda não publicado realizado em áreas de restinga nos municípios de Rio Grande (CARVALHO; MORAIS, dados não publicados) não registrou a ocorrência de *S. pelotensis*. Finalmente, na região centro-leste do Estado, nos municípios onde foi proposta alta adequabilidade abiótica para *S. pelotensis*, a situação do conhecimento da composição de Riodinidae é inexistente. Paz e colaboradores (dados não publicados) realizaram um inventariamento na região sudeste do estado, nos município de Canguçu e Caçapava do Sul, contudo *S. pelotensis* não foi encontrada (PAZ, A.L.G. com. pes.).

Apesar da impossibilidade de validação estatística para avaliar a eficácia do modelo, é possível realizar a validação a campo através de amostragens em locais de alta adequabilidade ambiental e, conseqüentemente, alta probabilidade de presença da espécie. Não somente pela validação do modelo, acredita-se que a realização de novas amostragens seria muito importante para aumentar o conhecimento sobre a distribuição de *S. pelotensis*. Com a descoberta de novas populações e com dados mais precisos das localidades de ocorrência de exemplares da espécie, seria possível realizar MPDs com algoritmos mais robustos, com resultados mais refinados levando a informações sobre quais variáveis ambientais seriam mais determinantes para a distribuição da mesma. Além disso, certamente a descoberta de novas populações poderia trazer novas informações a respeito da biologia da espécie, as quais podem ser extremamente importantes para evitar a extinção desta borboleta ameaçada.

Inventários de fauna são ferramentas valiosas para a caracterização da composição de espécies de um local (MOTTA, 2002; UEHARA-PRADO et al., 2004), contudo, a realização de tais estudos demanda tempo e apresenta custo financeiro. Por isso, direcionar a amostragem com o uso da MPD para assegurar a inclusão de locais que apresentam maior probabilidade de abrigar a espécie é uma abordagem que pode aumentar sua eficiência (GUISAN et al., 2006). Nessa estratégia, um primeiro MPD é construído utilizando os dados disponíveis que são geralmente obtidos de bancos de dados *online*, de museus ou de estudos anteriores. As previsões geradas pelo primeiro MPD são então usadas para direcionar novas amostragens a campo, sendo que as mesmas são feitas em locais de maior

adequabilidade ambiental. Os dados obtidos nestas amostragens iniciais são adicionados ao conjunto inicial de dados para melhorar o MPD seguinte e, conseqüentemente, uma nova amostragem. No estudo de Guisan et al. (2006) essa abordagem de direcionamento de amostragem se mostrou mais eficaz em encontrar novas populações de *Eryngium alpinum* L. (Apiaceae) do que a simples procura aleatória. Esta abordagem também foi utilizada no estudo de Siqueira et al. (2009), primeiramente utilizando o algoritmo Environmental Distance para gerar um MPD inicial com o único ponto de ocorrência até então conhecido de *Byrsonima subterranea* Brade & Markgr. (Malpighiaceae) no estado de São Paulo (SIQUEIRA et al., 2009).

Um exemplo de como o conhecimento da biologia da espécie também pode ajudar a refinar um MPD é observado no estudo de Barreto (2008). Neste estudo foi realizada a MPD da espécie de borboleta ameaçada de extinção *Heliconius nattereri* Felder, 1865 (MMA, 2003), cujos imaturos alimentam-se exclusivamente de *Tetrastylis ovalis* (Vell.) Killip (Passifloraceae). Devido a esta estreita associação com apenas uma espécie de planta, realizou-se a MPD não somente a partir dos dados de registro dos indivíduos da espécie da borboleta, mas também de sua planta hospedeira. Posteriormente, foi feita a sobreposição dos resultados gerados pelos dois modelos, com a indicação de áreas com grande probabilidade de presença tanto da planta quanto da borboleta (BARRETO, 2008).

Com relação ao nível de proteção de *S. pelotensis*, constatou-se que as Unidades de Conservação que abrangem áreas com alto nível de adequabilidade para *S. pelotensis* são o Parque Estadual de Itapuã, Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos e Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande no município de Viamão e o Monumento Natural Municipal Capão da Amizade em Cristal (Figura 1). Dentre essas UCs, apenas a APA do Banhado Grande não é uma área de Proteção Integral, estando classificada como área de Uso Sustentável (BRANDÃO et al., 2007, MMA, 2011).

Através da construção do Modelo Preditivo de Distribuição de *S. pelotensis*, o presente estudo trouxe informações importantes a respeito da possível distribuição da espécie, contribuindo com mais subsídios para auxiliar na conservação da mesma. Nesse sentido, indicamos a importância da realização de novas amostragens com o intuito de encontrar novas populações em locais de alta adequabilidade ambiental da espécie e localizados em regiões pouco amostradas,

como é o caso da região centro-leste do estado do Rio Grande do Sul, especificamente nos municípios de Tapes, Arambaré, Camaquã e Cristal. As áreas de vegetação nativa destes municípios estão ameaçadas pelo plantio de monoculturas como arroz, milho, fumo e soja e pelo crescimento de balneários locais nos municípios vizinhos a Lagoa dos Patos.

A maneira mais eficaz de proteger uma espécie é a conservação de seu habitat natural (THOMAS, 1994; FREITAS; MARINI-FILHO, 2011) e, conforme os resultados do presente estudo indicam, pode-se constatar que apenas uma pequena área da provável distribuição de *S. pelotensis* está de fato protegida pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Desta forma, ratificamos a necessidade da implantação de uma Unidade de Conservação caso esta espécie seja encontrada na região centro-leste do Rio Grande do Sul, com o intuito de proteger a borboleta *S. pelotensis* e, conseqüentemente, conservando a biodiversidade da restinga do Rio Grande do Sul e do bioma Pampa.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Doutor L. G. Kaminski, e ao Mestre R. Siewert por informações acerca da ocorrência da espécie em estudo. A Doutora A. L. G. Paz por informações acerca de seus dados ainda não publicados. Ao mestre A. S. Gonçalves pelo auxílio na construção dos mapas e a CAPES pelo apoio financeiro.

## **REFERÊNCIAS**

ANDERSON, R. P. et al. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. **Global Ecology and Biogeography**, v. 11, p. 131-141, 2002.

ANDERSON, R. P. et al. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. **Ecological Modelling**, v. 162, p. 211-232, 2003.

ARAUJO, D. S. D. Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sulsudeste brasileira. **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos**. ACIESP, v. 1, p. 333-347, 1987.

ARAUJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. A. Natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.

ARAÚJO, M. B.; NEW, M. Ensemble forecasting of species distributions. **TRENDS in Ecology and Evolution**, v. 22, n. 1, p. 42-47, 2007.

BARRETO, F. C. C. **Modelagem de Distribuição Potencial de espécies como ferramenta para a conservação: seleção e avaliação de algoritmos e aplicação com *Heliconius nattereri* Felder, 1865 (Nymphalidae: Heliconiinae)**. 2008. 68 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

BECCALONI, G.W. et al. **Catalogue of the hostplants of the Neotropical butterflies. Catálogo de las plantas huésped de las mariposas neotropicales**. Monografías Tercer Milenio, Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa v. 8, 2008. 536p.

BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no Sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. D. et al. (Org.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 13-25.

BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos campos do sul do Brasil. In: PILLAR, V. P. et al. (Eds.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 101-121.

BIEZANKO, C. M. et al. Contribuição ao estudo faunístico dos Riodinidae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). **Acta Biológica Paranaense**, v. 7, n. 1-4, p. 7-22, 1978.

BONEBRAKE, T. C. et al. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, v. 143, p. 1831–1841, 2010.

BRANDÃO, T. et al. Unidades de Conservação e os Campos do Rio Grande do Sul. Nota Científica. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 843-845, 2007.

BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Org.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: invertebrados terrestres**. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 227-243.

BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest Butterflies: Indicators for Landscape Conservation. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 934-956, 2000.

CARPENTER, G. et al. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of animals and plants. **Biodiversity and Conservation**, v. 2, p. 667–680, 1993.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente número 261, de 30 de junho de 1999**. 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=260>. Acesso em: set. 2013.

De VRIES, P. J. **The Butterflies of Costa Rica and their Natural History**. Volume II. Riodinidae. New Jersey: Princeton University Press, 1997. 288 p.

DIAS, F. M. S. et al. Revision of the genus *Stichelia* Zikán (Riodinidae: Riodiniinae: Symmachiini), with the description of a new species from southern Brazil. **Zootaxa**, v. 3693, n. 4, p. 579–593, 2013.

DRURY, W. H. Rare Species. **Biological Conservation**, v.6, n. 3, p. 162–169, 1974.

ENGLER, R. et al. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, p. 263–274, 2004.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, v. 28, p. 1-30, 1999.

FAPESP – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa - Instrumento de preservação.** 2008. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/22500/mapeamento-cobertura-vegetal-bioma-pampa/> Acesso em: 4 de dez. 2013.

FREITAS, A. V. L.; MARINI-FILHO, O. J. **Plano de Ação Nacional para Conservação dos Lepidópteros Ameaçados de Extinção.** Brasília: ICMBio, 2011. 124p.

FZB/RS – FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Avaliação do Estado de Conservação de Espécies Fauna – RS.** 2013. Disponível em: <http://www.fzb.rs.gov.br>. Acesso em 22 de dez. 2013.

GIANNINI et al. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.

GROOMBRIDGE, B. **Global Biodiversity:** Status of the Earth's living resources. London: Chapman & Hall, 1992. 594p.

GROOT, M. et al. Distribution modelling as an approach to the conservation of a threatened alpine endemic butterfly (Lepidoptera: Satyridae). **European Journal of Entomology**, v. 106, p. 77–84, 2009.

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, p. 147–186, 2000.

GUISAN, A. et al. Using Niche-Based Models to Improve the Sampling of Rare Species. **Conservation Biology**, v. 20, n. 2, p. 501–511, 2006.

HIJMANS, R. J. et al. Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. **Plant Genetic Resources Newsletter**, v. 127, p. 15-19, 2001.

HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. **International Journal Of Climatology**, v. 25, p. 1965–1978, 2005.

HIRZEL, A. H.; ARLETTAZ, R. Modeling habitat suitability for complex species distributions by environmental-distance geometric mean. **Environmental Management**, v. 32, n. 5, p. 614-623, 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> Acesso em: 16 de nov. 2013.

KRÜGER, C. P.; SILVA, E. J. E. Papilionoidea (Lepidoptera) de Pelotas e seus arredores, Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 10, n. 1, p. 31-45, 2003.

LEWINSOHN, T. M. et al. Conservação de Invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 62-69, 2005.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade Brasileira**: Síntese do estado atual do conhecimento. São Paulo: Editora Contexto, 2002. 176p.

MARCHIORI, M. O.; ROMANOWSKI, H. P. Species composition and diel variation of a butterfly taxocene (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) in a restinga

forest at Itapuã State Park, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 443-454, 2006.

MARCHIORI, M. O. et al. Mariposas en dos ambientes forestales contrastantes en el sur de Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). **SHILAP: Revista de Lepidopterologia**, v. 41, p. 1-15, 2013.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Anexo à instrução normativa número 3, de 27 de maio de 2003. Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção.** 2003. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/category/1?download=64%3A03-03&start=60>. Acesso em 4 de jan. 2014.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapa Ilustrativo do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** 2011. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/240/\\_arquivos/mapa\\_ucs\\_cnuc\\_maio2011\\_240.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/240/_arquivos/mapa_ucs_cnuc_maio2011_240.pdf). Acesso em: 17 de nov. 2013.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pampa: conhecimento e descobertas.** 2013a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>. Acesso em: 16 de nov. 2013.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Download de Dados Geográficos.** 2013b. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 16 de nov. 2013.

MORENO, L. B. **O efeito do tempo de preservação na diversidade de borboletas em áreas de Mata de Restinga no sul do Brasil.** 2013. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MOTTA, P. C. Butterflies from the Uberlândia region, central Brazil: species list and biological comments. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 1, p. 151-163, 2002.

MUÑOZ, M. E. S. et al. OpenModeller: a generic approach to species' potential

distribution modelling. **Geoinformatica**, v. 1, p. 111-135, 2009.

PEARSON, R.G. et al. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, v. 34, p. 102–117, 2007.

PIMM, S. L. et al. On the risk of extinction. **The American Naturalist**, v. 132, n. 2, p. 757-785, 1988.

PIÑEIRO et al. Ecology matters: Atlantic–Mediterranean disjunction in the sand-dune shrub *Armeria pungens* (Plumbaginaceae). **Molecular Ecology**, v. 16, p. 2155–2171, 2007.

PHILLIPS, S. J. Transferability, sample selection bias and background data in presence-only modelling: a response to Peterson et al. (2007). **Ecography**, v. 31, p. 272-278, 2008.

RAXWORTHY, C. J. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. **Nature**, v. 426, p. 837–841, 2003.

ROESCH, L. F. W. The Brazilian Pampa: a fragile biome. **Diversity**, v. 1, p. 182–198, 2009.

SCHERER, A. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 717-727, 2005.

SEMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Unidades de Conservação Estaduais**. 2010. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br>. Acesso em: 16 de nov. 2013.

SIQUEIRA, M. F. et al. Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. **Journal for Nature Conservation**, v. 17, p. 25-32, 2009.

SIEWERT, R. R. **Padrões de diversidade de Riodinidae (Lepidoptera) no extremo sul do Brasil e Modelagem de Distribuição Potencial de *Symmachia arion***. 2013. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

THOMAS, C. D. Extinction, colonization, and metapopulations: environmental tracking by rare species. **Conservation Biology**, v. 8, n. 2, p. 373-378, 1994.

THOMAS, C. D. et al. Extinction risk from climate change. **Nature**, v. 427, p. 145-148, 2004.

THUILLER, W. et al. Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change. **Global Ecology and Biogeography**, v. 14, p. 347–357, 2005.

UEHARA-PRADO, M. et al. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1-25, 2004.

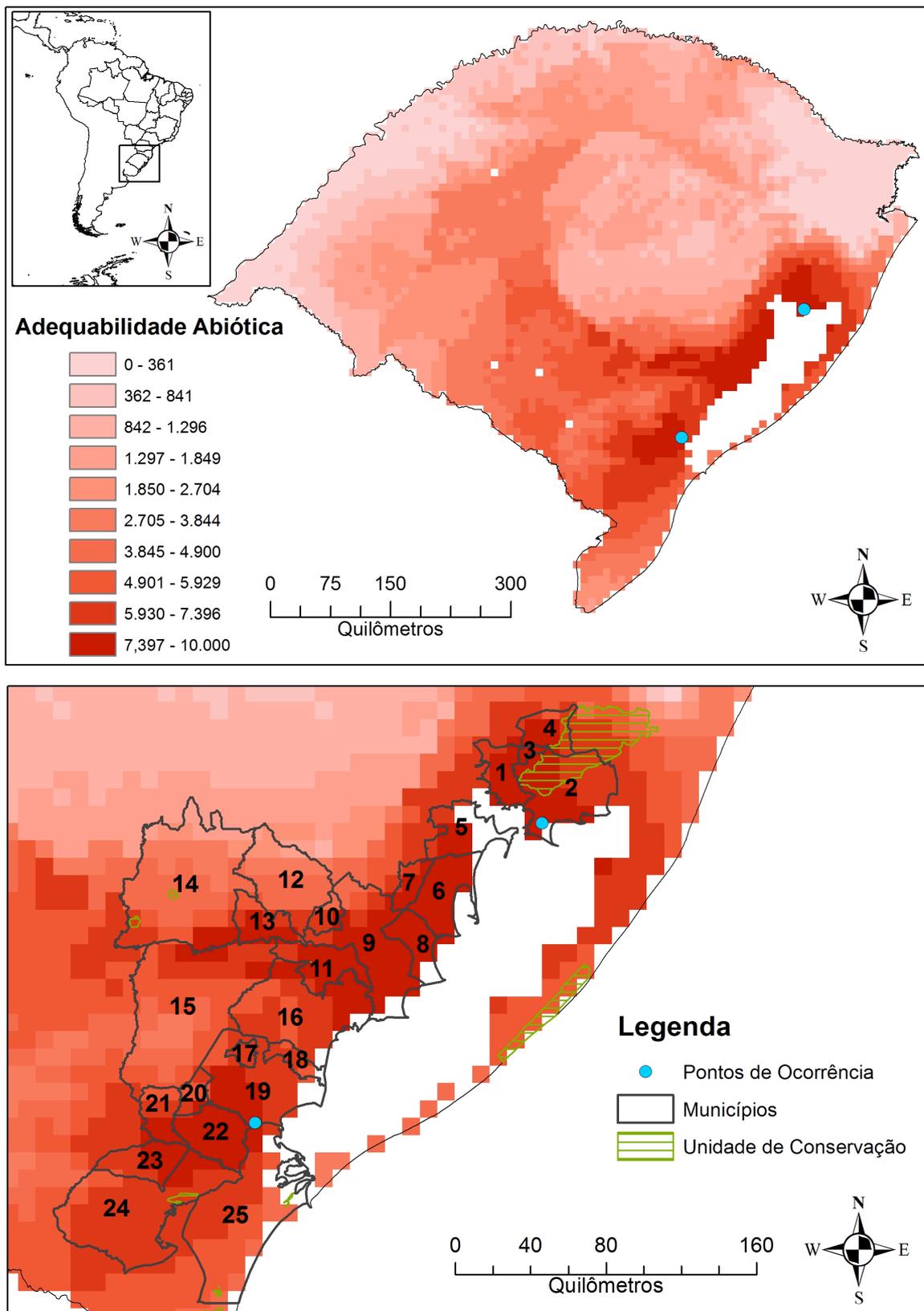


Figura 1. Modelo Preditivo de Distribuição de *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) resultante do *ensemble*

*forecasting* dos modelos gerados pelos algoritmos Envelope Score e Environmental Distance com as Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais do Rio Grande do Sul: Parque Estadual de Itapuã, Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, Parque Estadual do Podocarpus, Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda das Palmas, Monumento Natural Municipal Capão da Amizade, Reserva Biológica do Mato Grande, Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Área de Proteção Ambiental Lagoa Verde e Estação Ecológica do Taim. 1) Porto Alegre, 2) Viamão, 3) Alvorada, 4) Gravataí, 5) Guaíba, 6) Tapes, 7) Sentinela do Sul, 8) Arambaré, 9) Camaquã, 10) Chувиска, 11) Cristal, 12) Dom Feliciano, 13) Amaral Ferrador, 14) Encruzilhada do Sul, 15) Canguçu, 16) São Lourenço do Sul, 17) Arroio do Padre, 18) Turuçu, 19) Pelotas, 20) Morro Redondo, 21) Cerrito, 22) Capão do Leão, 23) Pedro Osório, 24) Arroio Grande, 25) Rio Grande.

Tabela 1. Coordenadas em graus referentes aos pontos de ocorrência da espécie *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) utilizados para gerar o Modelo Preditivo de Distribuição da mesma.

Município	Local	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
Pelotas	-	31°46'30" S	52°20'50" W
Viamão	Parque Estadual de Itapuã	30°20'02" S	50°58'40" W

Tabela 2. Camadas ambientais utilizadas para gerar o Modelo Preditivo de Distribuição de *Stichelia pelotensis* Biezanko, Mielke & Wedderhoff, [1979] (Lepidoptera: Papilionoidea: Riodinidae) obtidos dos sites WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) e United States Geological Survey ([www.eros.usgs.gov](http://www.eros.usgs.gov)).

Código	Variável
Bio1	Temperatura anual média
Bio2	Varição diurna média de temperatura (média mensal (temperatura máxima - temperatura mínima))
Bio3	Isotermalidade (Bio1/Bio7) (*100)
Bio4	Sazonalidade da temperatura (Desvio padrão * 100)
Bio5	Temperatura máxima do mês mais quente
Bio6	Temperatura mínima do mês mais frio
Bio7	Varição anual da temperatura (Bio5 - Bio6)
Bio8	Temperatura média do trimestre mais úmido
Bio9	Temperatura média do trimestre mais seco
Bio10	Temperatura média do trimestre mais quente
Bio11	Temperatura média do trimestre mais frio
Bio12	Precipitação anual
Bio13	Precipitação do mês mais úmido
Bio14	Precipitação do mês mais seco
Bio15	Sazonalidade da precipitação (Coeficiente de variação)
Bio16	Precipitação do trimestre mais úmido
Bio17	Precipitação do trimestre mais seco
Bio18	Precipitação do mês mais quente
Bio19	Precipitação do mês mais frio

DEM Elevação do terreno

SLOPE Inclinação do terreno

---

## CONCLUSÃO GERAL

Ao fim desta dissertação, é possível concluir que ambientes de restinga, mesmo com áreas reduzidas de vegetação nativa, são capazes de abrigar considerável riqueza e abundância de borboletas e com composição bastante diversa. Além disso, este ambiente apresenta espécies importantes do ponto de vista da conservação, incluindo algumas ameaçadas de extinção ou indicadoras de qualidade ambiental. Contudo, mesmo com sua grande importância para a biodiversidade do Rio Grande do Sul, destaca-se o fato de que a restinga do estado sofre grandes impactos ambientais causados pelo homem, ameaçando a fauna de borboletas assim como sua biodiversidade como um todo.

Este estudo agregou novas e importantes informações a respeito da fauna de borboletas da restinga do extremo sul do Brasil, contudo, indicamos que ainda há uma urgente necessidade de mais estudos nestes ambientes. Com mais conhecimento acerca da biodiversidade, é possível criar estratégias mais eficazes para proteger a fauna e flora da restinga, assim como do bioma Pampa do Rio Grande do Sul. Sobretudo, devido a pequena área que é de fato protegida pelas Unidades de Conservação no estado, especialmente no bioma Pampa, indicamos a necessidade de implantação de novas UCs a fim de conservar a biodiversidade do Rio Grande do Sul. Nesse sentido sugerimos a área do Distrito industrial no município de Rio Grande como prioritária para receber esforços de conservação mais eficazes junto aos órgãos ambientais do poder público.

## APÊNDICE



**Apêndice A.** Área amostral do Arroio Bolaxa no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.



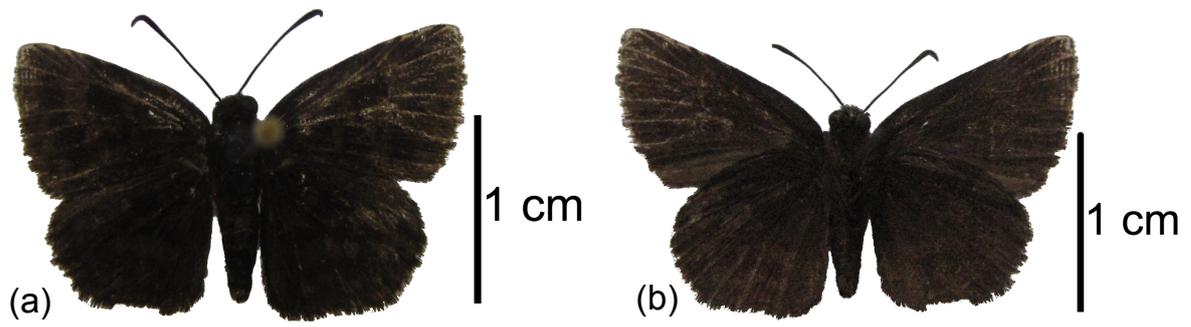
**Apêndice B.** Área amostral do Distrito Industrial no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.



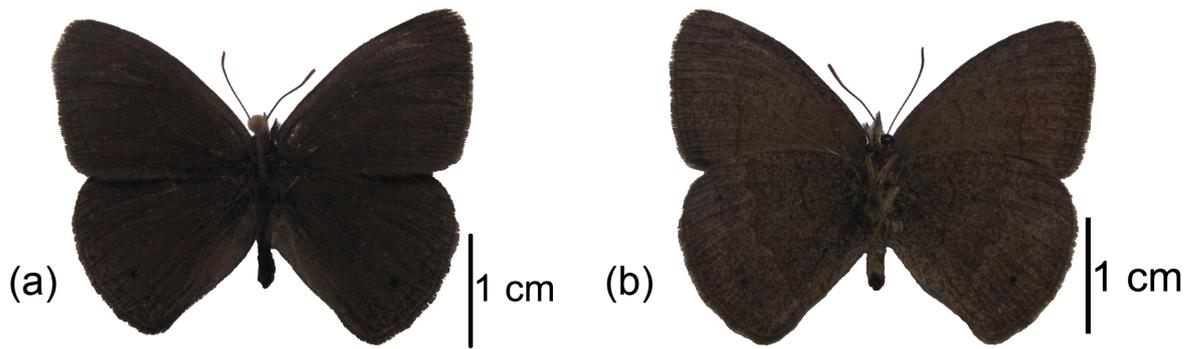
**Apêndice C.** Área amostral da Ilha Leonídio no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.



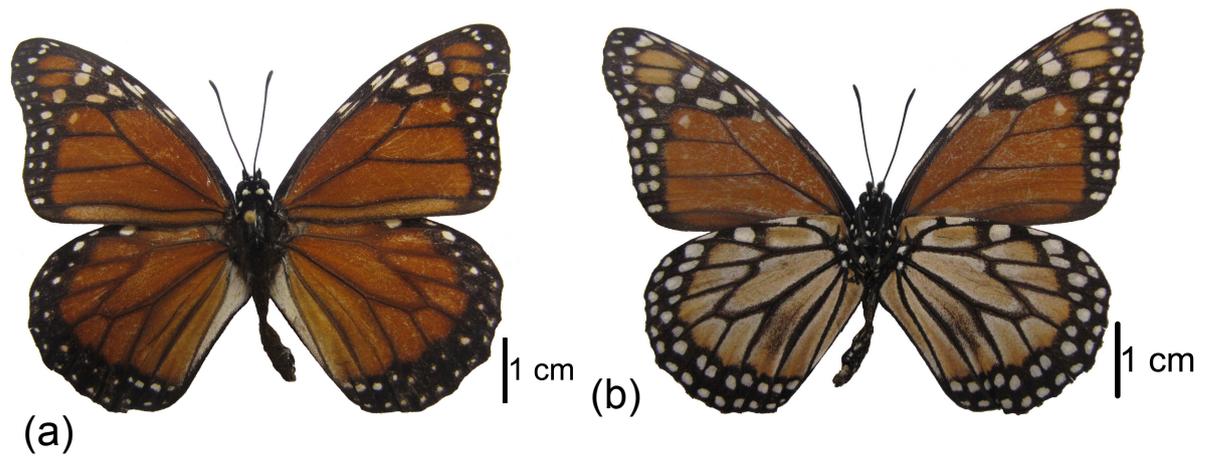
**Apêndice D.** Área amostral da Ilha dos Marinheiros no município de Rio Grande, extremo sul do Brasil. Foto: Ana Paula S. Carvalho.



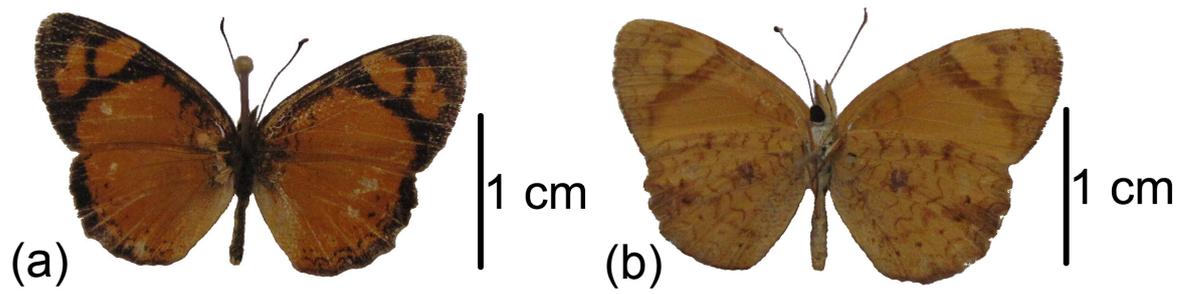
**Apêndice E.** Faces dorsal (a) e ventral (b) do Hesperiiidae *Viola violella* (Mabille, 1898). Foto: Ana Paula S. Carvalho.



**Apêndice F.** Faces dorsal (a) e ventral (b) do Nymphalidae *Ypthimoides celmis* (Godart, [1824]). Foto: Ana Paula S. Carvalho.



**Apêndice G.** Faces dorsal (a) e ventral (b) do Nymphalidae *Danaus erippus* (Cramer, 1775). Foto: Ana Paula S. Carvalho.



**Apêndice H.** Faces dorsal (a) e ventral (b) do Nymphalidae *Tegosa claudina* (Eschscholtz, 1821) (Mabille, 1898). Foto: Ana Paula S. Carvalho.