

Frederico Dutra Kirst

Efeitos da fragmentação de hábitat na diversidade de Syrphidae (Diptera) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.

Tese apresentada à coordenação do programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Luciane Marinoni  
Co-orientador: Dr. Rodrigo Ferreira Krüger

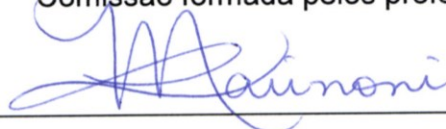
Curitiba, Paraná

2014

FREDERICO DUTRA KIRST

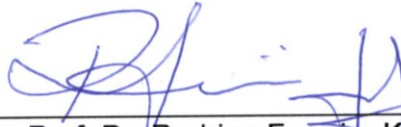
“Efeitos da fragmentação de hábitat na diversidade de Syrphidae (Diptera: Aschiza) na Planície Costeira do Rio grande do Sul, Brasil”

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de “Doutor em Ciências”, no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



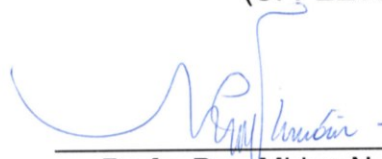
---

Profa. Dra. Luciane Marinoni (Orientadora)  
(UFPR)



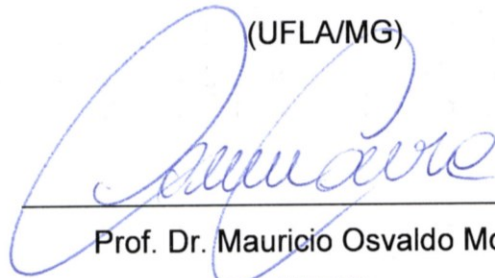
---

Prof. Dr. Rodrigo Ferreira Krüger  
(UFPEL/RS)



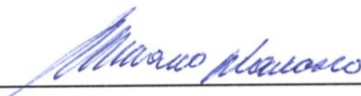
---

Profa. Dra. Mirian Nunes Morales  
(UFLA/MG)



---

Prof. Dr. Mauricio Osvaldo Moura  
(UFPR)



---

Prof. Dr. Mario Antonio Navarro da Silva  
(UFPR)

Curitiba, 02 de junho de 2014.

“E um dia os homens descobrirão que  
esses discos voadores estavam apenas  
estudando a vidas dos insetos...”

Mário Quintana (1906 – 1994)

## **Agradecimentos**

Gostaria primeiramente de agradecer à Universidade Federal do Paraná (**UFPR**) que através do Programa de Pós-Graduação em **Entomologia** forneceu a estrutura necessária para execução desta tese, além de proporcionar o meu aprimoramento profissional.

À **CAPES** (REUNI) pela concessão da bolsa do primeiro ano de doutorado, e ao **CNPq** pela concessão da bolsa (PROTAX) vigente até o final do curso e financiamento do projeto através do edital Universal.

A meus orientadores **Dra. Luciane Marinoni** e **Dr. Rodrigo Ferreira Krüger** muito obrigado pelos ensinamentos e paciência que tiveram comigo durante esses quatro anos. À Luciane pela confiança em mim depositada, pelos conselhos, e por ter “comprado” a ideia desse projeto desde o primeiro momento em que conversamos.

Ao Rodrigo Krüger pela amizade, companheirismo que vem desde a iniciação científica. Por ser o primeiro professor a me incentivar a seguir na vida acadêmica, e ver em mim o que eu não tinha despertado.

Aos **meus pais**, João Carlos Kirst e Deleni Dutra Kirst, por terem me dado a oportunidade de cursar uma universidade, e sempre me apoiando nas escolhas que fiz, mesmo sabendo que eu estaria longe de casa e tendo que conviver com a saudade.

A minha namorada/noiva/mulher **Lica Haseyama** por tornar meus momentos em Curitiba melhores através da sua companhia e amor despendido. Além de me incentivar a crescer cada vez mais profissionalmente, pois como diz minha orientadora “Algumas mulheres tem a capacidade de fazer com que seus companheiros cresçam com elas.”.

Aos amigos, **Mirian** Nunes Morales, pelas dicas de sobrevivência e pelo auxílio com material de identificação de Syrphidae, ao **Marcel** Gustavo Hermes pela amizade desde os primeiros momentos em Curitiba. Ao casal **Marcoandre** Savaris e **Silvana** Lampert, pelos momentos de descontração no laboratório. A Andressa (**Furona**) Paladini por me fazer ver que é muito ruim faltar compromissos. E a todos pela companhia para almoçar no RU e presença no horário do **café**, liquido precioso para a conclusão deste trabalho.

Aos amigos de turma de Doutorado, **Rodrigo** Correia e **Daniel** Moura, pela amizade e companheirismo de vocês. Aos colegas de sala **Karine** Vairo, **Melise** Lecheta,

**Mariana** Chermann e **Fernando** Leivas pela recepção que a mim dispensaram o que acabou facilitando minha adaptação.

Aos **colegas de laboratório** de Syrphidae e Acaliptrados Neotropicais, Daniel Robalo, Diego Souza e Amanda Ciprandi por me aturarem durante o tempo que convivemos além da troca de conhecimentos que sempre ocorrem.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Ecologia de Parasitos e Vetores (**LEPAV**) (UFPel), Ândrio Zafalon (**Fino**), Juliano Duarte (**Monstrinho**), **Samuel** Cunha, **Daiana** Bittencourt, Richard Emmerich (**Tucho**), **Suelen** Peres e **Raphaella** Medeiros pela parceria no período em que estive em Pelotas, e ajuda na triagem e acondicionamento do material pós-coletas.

Aos Dr. Christian Thompson e Dr. Torsten Dikow pela recepção no *National Museum of Natural History, Smithsonian Institution*, Washington, D.C., o que foi de suma importância para identificação correta das espécies coletadas.

Aos **Professores** do Programa de Pós-Graduação em Entomologia pelos ensinamentos passados durante esses quatro anos em que fiz parte do curso.

E a todos que de certa forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta Tese.

## Resumo

Um dos padrões fundamentais em ecologia é o aumento do número de espécies em função da área amostrada. Este padrão é comumente chamado de relacionamento espécie-área (SAR). O conhecimento de como e porque o número de espécies aumenta com o tamanho da área é primordial para o estudo da fragmentação de hábitat. Com o objetivo de identificar o padrão de diversidade de Syrphidae na Planície Costeira do Rio Grande do Sul através do SAR, nós realizamos um inventário das espécies dessa família que ocorrem no referido local. Foram instaladas 140 armadilhas em 35 áreas em cinco regiões. Para cada área, quatro armadilhas foram instaladas equidistantemente, de acordo com o tamanho do fragmento, para uma amostragem uniforme e proporcional. Cada armadilha ficou no campo por oito dias. As coletas resultaram em 456 indivíduos, com um total de 49 espécies distribuídas em 17 gêneros. Todas as subfamílias de Syrphidae foram coletadas. Eristalinae foi a mais rica em número de espécies (n=23) com abundância de 187, seguida por Syrphinae (n=19) com abundância de 235 e Microdontinae (n=7) com abundância de 34 espécimes. Somente cinco espécies ocorreram nas três regiões: *Pseudodoros clavatus* (Fabricius, 1794), *Syrphus phaeostigma* Wiedemann, 1830, *Copestylum (Phalacromya) spinigerum* (Wiedemann, 1830), *Ocyrtamus argentinus* (Curran, 1939) e *Ocyrtamus bonariensis* (Brèthes, 1905). O SAR foi avaliado através de modelos de poder, com os quais verificamos a influência da área em função da diversidade *alpha* e *gamma* nas diferentes regiões. Nossos resultados com o modelo testado demonstram o número de espécies por área (diversidade *gamma*) aumentou com o aumento da distância entre armadilhas entre os intervalos de 36,02 a 315,22 metros ( $F_{1;10}=6,990$ ;  $P=0,025$ ) com parâmetros  $c = -1,159$  e  $z = 0,680$ . O mesmo foi observado com a diversidade *alpha*, que aumentou conforme ocorreu o aumento da distância ( $F_{1;10}=7,232$ ;  $P=0,023$ ) com parâmetros  $c = -1,254$  e  $z = 0,732$ . Portanto, a diversidade de sirfídeos responde positivamente ao padrão SAR, que é, quanto maior a área amostrada, menor o número de indivíduos coletados.

**Palavras-chaves:** Relacionamento espécie-área, Diversidade *alpha* e *gamma*, Modelo de poder, Fragmentação de Hábitat

## Abstract

A fundamental pattern in ecology is the increase in the number of species with increasing sampled area. This pattern is commonly called species-area relationship (SAR). The understanding of how and why the species number increases with area size is primordial to the study of habitat fragmentation. In order to identify Syrphidae pattern of diversity in the coastal plain of Rio Grande do Sul through SAR, we conducted an inventory of the species of hoverflies that occur within. 140 Malaise traps were set in 35 areas in five regions. For each area, four traps were set equidistantly, according to fragment size, for a uniform and proportional sampling. Each trap was exposed for eight days. Sampling resulted in 456 specimens, with a total of 49 species distributed in 17 genera. All subfamilies of Syrphidae were collected. Eristalinae has the highest species richness (n=23) with abundance of 187, followed by Syrphinae (n=19) with abundance of 235 and Microdontinae (n=7) with abundance of 34. Only five species were shared by three regions: *Pseudodoros clavatus* (Fabricius, 1794), *Syrphus phaeostigma* Wiedemann, 1830, *Copestylum (Phalacromya) spinigerum* (Wiedemann, 1830), *Ocyptamus argentinus* (Curran, 1939) and *Ocyptamus bonariensis* (Brèthes, 1905). The SAR was evaluated through power function, which evaluates the influence of area size in function of *alpha* and *gamma* diversity in different regions. Our results demonstrate tested with the model number of species per unit area (*gamma* diversity) increased with the increase of distance between the traps intervals between 36.02 to 315.22 m ( $F_{1, 10} = 6.990$ ,  $P = 0.025$ ) with parameters  $c = 0.680$  and  $z = -1.159$ . The same was observed with the *alpha* diversity, which occurred increased as the distance increases ( $F_{1, 10} = 7.232$ ,  $P = 0.023$ ) with parameters  $c = -1.254$  and  $z = 0.732$ . Therefore, hoverfly diversity responded positively to SAR, that is, the larger the sampled area, the larger the amount of collected species.

**Keywords:** Species-area Relationship, *alpha* and *gamma* Diversity Power Function, Habitat Fragmentation

## Sumário

Agradecimentos .....	iv
Resumo .....	vi
Abstract.....	vii
Lista de tabelas .....	x
Lista de figuras .....	xi
1. Introdução Geral.....	1
1.1. Relacionamento Espécie-Área (SAR) .....	1
1.2. A Armadilha Malaise .....	3
1.3. A família Syrphidae.....	4
2. Objetivos .....	5
2.1. Geral .....	5
2.2. Específicos.....	5
3. Metodologia Geral .....	5
3.1. Caracterização das Regiões de Coleta.....	5
3.1.1. Rio Grande do Sul.....	5
3.1.2. Regiões de Coleta .....	7
3.1.2.1. Região 1 – Arroio Pelotas, Arroio Corrientes e Arroio Grande.....	7
3.1.2.1.1. Arroio Pelotas e Arroio Corrientes.....	7
3.1.2.1.2. Arroio Turuçu (Arroio Grande).....	8
3.1.2.2. Região 2 – Reserva Biológica do Lami, Rio Camaquã e RPPN Barba Negra....	9
3.1.2.2.1. Reserva Biológica do Lami .....	9
3.1.2.2.2. Vila Pacheca, Rio Camaquã .....	10
3.1.2.2.3. RPPN Barba Negra.....	11
3.1.2.3. Região 3 – Estação Ecológica do TAIM.....	12
3.1.2.4. Região 4 – Litoral Norte .....	13
3.1.2.4.1. Parque Estadual Itapuã .....	13
3.1.2.4.2. Parque Estadual Itapeva .....	15
3.1.2.4.3. Parque Estadual José Lutzenberger (Parque da Guarita).....	16
3.1.2.4.4. Parque Municipal Tupancy.....	16
3.1.2.5. Região 5 – Parque Nacional Lagoa do Peixe .....	17
3.2. Coleta, amostragem e análise do material. ....	19
Capítulo 1: Diversidade de Syrphidae na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. ....	25
1. Introdução .....	25

2. Material e Métodos .....	26
2.1. Locais de coleta .....	26
2.2. Coleta, acondicionamento e identificação do material.....	27
2.3. Análise dos dados .....	28
3. Resultados.....	29
4. Discussão.....	36
Capítulo 2: Padrões de diversidade de Syrphidae (Diptera: Aschiza) através do relacionamento espécie-área (SAR) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil....	40
1. Introdução .....	40
2. Material e métodos.....	41
2.1. Locais de coletas.....	41
2.2. Modelo de Estudo.....	41
2.3. Amostragem uniforme e proporcional.....	41
2.4. Diversidade <i>Alpha</i> e <i>Gamma</i> .....	42
2.5. Teste de modelos lineares e lineares generalizados em função do relacionamento espécie-área .....	42
3. Resultados .....	43
4. Discussão.....	46
Discussão geral.....	50
Considerações finais.....	52
Referencias Bibliográficas.....	53
Anexo .....	65

## **Lista de tabelas**

<b>Tabela 1.</b> Médias de variáveis meteorológicas referentes aos períodos de exposição das armadilhas Malaise nas cinco Regiões amostradas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.....	27
<b>Tabela 2.</b> Lista de espécies por região de coleta.....	31
<b>Tabela 3.</b> Estimadores de Riqueza por localidades e regiões de coletas. ....	32
<b>Tabela 4.</b> Táxons coletados na Região 1 em função das áreas de coleta agrupadas em bacias hidrográficas. ....	33
<b>Tabela 5.</b> Táxons coletados na Região 2 em função das áreas de coleta agrupadas por unidades de conservação (UCs).....	34
<b>Tabela 6.</b> Táxons coletados na Região 3 em função das áreas de coleta agrupadas por unidades de conservação (UCs).....	35
<b>Tabela 7.</b> Áreas amostrais (conjunto de quatro armadilhas Malaise) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul e suas respectivas Distâncias proporcionais (D) em metros. ....	42

## Lista de figuras

- Figura 1:** Imagem de satélite com a distribuição geográfica das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul..... 21
- Figura 2:** Região 1 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise)..... 21
- Figura 3:** Região 2 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise)..... 22
- Figura 4:** Região 3 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise)..... 22
- Figura 5:** Região 4 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise)..... 23
- Figura 6:** Região 5 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise)..... 23
- Figura 7:** Armadilha Malaise modificada, instalada no interior de um fragmento de mata na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. .... 24
- Figura 8:** Curva de acumulação do número de espécies em função das amostras (áreas) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, com níveis superiores e inferiores de confiança. 33
- Figura 9:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da Diversidade *Gamma* de Syrphidae e o Log10 da Distância entre armadilhas (metros) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul..... 44

**Figura 10:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da diversidade *Gamma* de Syrphidae e o Log10 da distância entre armadilhas entre os intervalos de 36,02 a 315,22 metros na Planície Costeira do Rio Grande do Sul..... 45

**Figura 11:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da Diversidade *Alpha* de Syrphidae e o Log10 da Distância entre armadilhas (metros) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. .... 45

**Figura 12:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da Diversidade *Alpha* de Syrphidae e o Log10 da Distância entre armadilhas entre os intervalos de 36,02 a 315,22 metros na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. .... 46

## 1. Introdução Geral

### 1.1. Relacionamento Espécie-Área (SAR)

O aumento do número de espécies amostradas em função da área é um padrão fundamental em ecologia. Este padrão é comumente chamado de Relacionamento Espécie-Área (SAR – “Species-Area Relationship”) e sua percepção nos remete ao século 19 (Watson 1835, 1859). Atualmente, o SAR abrange estudos de uma ampla variedade de táxons e escalas sendo um dos padrões considerados como uma das “leis verdadeiras em ecologia” (Kilburn 1966, Schoener 1976, Connor & McCoy 1979, Margules *et al.* 1982, Rosenzweig 1995, Lawton 1999, Ney-Nifle & Mangel 2000, Lomolino & Weiser 2001, Scheiner 2003, Bell *et al.* 2005, Drakare *et al.* 2006, Dodds 2009, Santos *et al.* 2010, Sólymos & Lele 2012, Whittaker & Triantis 2012, Triantis *et al.* 2012).

Apesar do seu estabelecimento como uma relação genuína na teoria da ecologia de comunidades por várias décadas, há um amplo debate sobre qual o melhor modelo descritivo (De Blasio & De Blasio 2002, He & Legendre 2002, Triantis *et al.* 2003), quais mecanismos geram o padrão (Turner 1996, He & Legendre 2002) e qual o melhor desenho amostral para estudá-lo (Hill *et al.* 1994, Cam *et al.* 2002a, Schoereder *et al.* 2004, Azovsky 2011).

Entender como e por que a riqueza de espécies aumenta com o tamanho da área é fundamental para os estudos sobre a fragmentação do hábitat, bem como para a explicação de outros padrões de riqueza de espécies que sofrem o mesmo tipo de efeito em gradiente, tais como latitude, altitude e produtividade de hábitat (Hart & Horwitz 1991, Rosenzweig 1995, Holt *et al.* 1999, He & Legendre 2002). A fragmentação de hábitat e o SAR são geralmente confundidos, pois ambos envolvem redução de área e seu efeito sobre a riqueza de espécies. O SAR, no entanto, é um fenômeno empírico que não considera os processos que ocorrem em paisagens fragmentadas (Schoereder *et al.* 2004).

A riqueza de espécies pode aumentar com o tamanho do fragmento simplesmente porque os fragmentos maiores precisam de um maior esforço de amostragem, a fim de proporcionar uma caracterização total. Ao fazer isso, mais indivíduos são amostrados, aumentando assim a probabilidade de se coletar mais espécies (Hill *et al.* 1994). E isso pode ser somente é um artefato de amostragem, o que implicaria que a riqueza real não é afetada pelo tamanho do fragmento, mas sim pelo esforço de amostragem (SE, “sampling

effort”). Quando o SE aumenta, o número observado de espécies também aumenta ("curva do coletor" ou curva de acumulação de espécies; Cam *et al.* 2002b). Este relacionamento foi defendido por Scheiner *et al.* (2011) como Relacionamento do Esforço-Espécie-Área (SSER, “Species Sampling-Effort Relationship”).

Em geral, SAR e SSER refletem diferentes aspectos da riqueza de espécies e, portanto, devem ser claramente diferenciados (Ugland *et al.* 2003, Gray *et al.* 2004a, b, Scheiner 2004, Hui 2008, Dengler 2009). O SSER leva em conta a heterogeneidade intrínseca da composição de espécies dentro de uma determinada área, enquanto o SAR considera o aumento da heterogeneidade (e, portanto, o acúmulo de novas espécies) sobre a extensão da área. Ambas as variáveis (área de estudo e área de amostragem) são, no entanto, muitas vezes chamadas de “área” e ambas as relações são muitas vezes referidas como “SAR”. Além disso, algumas das curvas falham em delimitar os efeitos subjacentes. Por exemplo, Hortal *et al.* (2006, p. 275) consideram que o SSER é aquele em que a área de cada unidade da amostra não é usada para construir a curva, enquanto que as curvas do SAR incluem a área de cada unidade amostral. Neste sentido, se alguém é capaz de descartar artefatos de amostragem, isso significaria que qualquer SAR observada seria real e causada por mecanismos biológicos (Schoereder *et al.* 2004).

Áreas maiores podem efetivamente conter mais espécies do que áreas menores, simplesmente porque agiriam como amostras maiores do ambiente original, assim seriam coletadas passivamente mais espécies do “pool” regional. A amostragem passiva, portanto, assemelha-se ao efeito amostral, mas é gerada por processos que resultam num aumento real de riqueza de espécies em função do aumento do tamanho do fragmento. Deve ser salientado, por conseguinte, que a amostragem passiva não é um artefato (Cam *et al.* 2002b).

Em um esforço para lidar apenas com mecanismos biológicos, vários autores (Hill *et al.* 1994, Davies & Margules 1998, Golden & Crist 1999), corrigiram o esforço amostral através do gradiente da área de estudo, recolhendo a mesma quantidade de amostras em todos os fragmentos com diferentes tamanhos. Tal procedimento impede artefatos de amostragem, mas – especialmente quando áreas expandem em uma ou mais ordens de magnitude – pode facilmente ser insensível às variações na diversidade de habitats, perdendo assim os efeitos da diversidade beta. Usando o esforço de amostragem uniforme, a probabilidade de uma dada amostragem de um fragmento diminui com o aumento da área. Só um sistema de amostragem proporcional pode garantir que todos os habitats

tenham a mesma probabilidade de serem amostrados. Portanto, para garantir que os efeitos da diversidade beta podem ser observados, seria preciso criar um sistema de amostragem proporcional, com a quantidade de amostras a ser aumentada proporcionalmente ao aumento no tamanho do hábitat. No entanto, a amostragem proporcional corre o risco de incorporar artefatos de amostragem, pois a probabilidade de amostrar mais indivíduos e, portanto, de se encontrar mais espécies, aumenta com o esforço de amostragem (Hill *et al.* 1994, Schoereder *et al.* 2004).

## **1.2. A Armadilha Malaise**

A armadilha Malaise é uma armadilha de interceptação de insetos voadores e a partir do modelo original de armadilha proposta por Malaise (1937), modificações vêm sendo realizadas na tentativa de adaptação a diferentes situações e propostas de coleta. No entanto, para todas as variações de modelos é empregada indistintamente a denominação genérica de armadilha Malaise (Townes 1972).

A armadilha Malaise é comumente utilizada para levantamentos da diversidade de espécies em áreas naturais porque são altamente eficientes na captura de insetos bons voadores. As principais características que a fazem eficiente na coleta são: apresentar captura contínua (Gressit & Gressit 1962), não necessitar da permanência do coletor a campo durante o período de coleta; facilidade de manutenção por longos períodos (Evans & Owen, 1965) e a não utilização de atrativos, portanto relativamente imparcial na amostragem (Breeland & Pickard 1965). As armadilhas Malaise são particularmente indicadas para Hymenoptera (Darling & Packer 1988) e Diptera (Strickler & Walker 1993), mas podem capturar insetos de outras ordens relativamente bem (Basset & Springate 1992, Dutra & Marinoni 1994, Ellis & Thomas 1994).

No Sul e Sudeste do Brasil temos grandes levantamentos de fauna entomológica utilizando armadilhas Malaise. No Paraná, Levantamento da Fauna Entomológica do estado do Paraná - PROFAUPAR (Marinoni & Dutra 1993, Marinoni *et al.* 2006, Rodríguez-Fernández *et al.* 2006) e o Levantamento da Entomofauna no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná - PROVIVE (Ganho & Marinoni 2003, Marinoni & Ganho 2003, Marinoni *et al.* 2004), em São Paulo o BIOTA - FAPESP e no Rio Grande do Sul no litoral do bioma Pampa (Krüger, 2006; Krüger *et al.* 2010).

### 1.3. A família Syrphidae

Com mais de 6000 espécies, Syrphidae é uma das maiores famílias de Diptera em se tratando de riqueza de espécies e diversidade biológica. Atualmente são 202 gêneros, dos quais 60 ocorrem na Região Neotropical. Para o Brasil estimasse que ocorram mais de 2000 espécies de sirfídeos das quais mais de 1500 espécies podem ocorrer no sul do Brasil (Marinoni & Thompson 2003, Thompson *et al.* 2010).

Os Syrphidae são chamados popularmente de moscas-das-flores e reconhecidos pelas extensas células r, bm e cup, pela célula r<sub>4+5</sub> peiolada e pela presença da veia espúria entre os setores radial e medial da asa, mesmo que essa não ocorra com a mesma esclerotinização em todas as espécies (Thompson *et al.* 2010), sendo em algumas espécies visualizada como uma dobra laminar da asa. O comprimento do corpo dos adultos varia de 4 a 25 mm, com a coloração na maioria das vezes preta e amarela e com diversos padrões de máculas no tórax e abdômen (Thompson & Rotheray 1998). Segundo Gilbert (2005), os Syrphidae são excelentes mimicos de espécies de Hymenoptera, principalmente da Subordem Apocrita, devido ao comportamento de voo, padrões de coloração e forma de algumas de suas espécies.

Atualmente a classificação mais aceita para Syrphidae compreende três subfamílias: Syrphinae *sensu* Vockeroth (1969), Microdontinae *sensu* Thompson (1969) e Eristalinae *sensu* Thompson (1972), sendo basicamente definidas com base em morfologia de adultos.

Os Syrphidae, por pertencerem a uma família de hábitos variados, podem ser úteis como indicadores de qualidade de meio ambiente. Os adultos, em sua maioria são fitófagos e necessitam de pólen ou de néctar para a maturação dos ovos. Por outro lado, as larvas de Syrphidae são mais heterogêneas na utilização de recursos para seu desenvolvimento, podendo ser fitófagas, micófagas, saprófagas ou zoófagas. Também, são sensíveis ao uso de pesticidas além de responderem negativamente a redução de hábitat, o que indica que podem ser bons indicadores de “stress” ambiental e de perda de diversidade da paisagem natural (Rotheray 1993, Sommagio 1999).

Para o Rio Grande do Sul pouco se conhece sobre a riqueza das espécies de Syrphidae. Dois trabalhos de Morales & Köhler (2006, 2008) realizados próximos à cidade de Santa Cruz do Sul são os mais recentes e tratam da diversidade de Syrphidae no Estado.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Geral**

Este trabalho tem como objetivo conhecer as espécies de Syrphidae e verificar o efeito da fragmentação de hábitat na diversidade de Syrphidae da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

### **2.2. Específicos**

- i) Elaborar uma lista de espécies de Syrphidae para da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil, e suas unidades de conservação;
- ii) Identificar os padrões de diversidade de Syrphidae através do relacionamento espécie área (SAR) testando a hipótese de que a riqueza de espécies de Syrphidae aumenta em função do aumento da área de amostragem, considerando a importância dos regressores na explicação da variável resposta através de modelos lineares (LMs ou GLMs).

## **3. Metodologia Geral**

### **3.1. Caracterização das Regiões de Coleta**

Abaixo estão descritas as cinco regiões e suas sete áreas de coleta. Todas distribuídas na planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Onde não há referências indicadas as informações foram retiradas de sites referentes aos locais estudados.

#### **3.1.1. Rio Grande do Sul**

O Rio Grande do Sul está na parte mais meridional do Brasil, compreendendo características físicas diferenciadas em comparação ao resto do País. O estado localiza-se numa posição geográfica singular do ponto de vista climático. O paralelo de 30° representa verdadeiramente a passagem da zona tropical à zona temperada e esta posição coloca-o no primeiro contato com as massas migratórias do anticiclone móvel polar. Um terceiro e também importante componente na definição climática do Rio Grande do Sul e de toda Região Sul, é a grande superfície líquida oriental do Oceano Atlântico (Moreira & Lima 1977, Vieira & Rangel 1988, Roesch *et al.* 2009).

O clima mesotérmico úmido, sem seca, superúmido em algumas áreas, caracteriza regular homogeneidade nas condições climáticas rio-grandenses (Nimer 1977).

Durante os meses de inverno há um importante confronto entre as massas dos dois anticiclones, responsáveis pela maior precipitação pluviométrica anual. O grande regulador térmico, que é o Oceano Atlântico, mantém elevado grau de umidade atmosférica sobre o continente. Após o novo equinócio, o processo de radiação se inverte novamente (Nimer 1977, Moreira & Lima 1977, Vieira & Rangel 1988).

Na classificação de Köppen, o clima do Rio Grande do Sul, corresponde ao tipo “CF”, temperado, com chuva em todos os meses. Dentro do tipo “CF” ocorrem dois subtipos: “Cfa”, subtropical, com temperatura média das máximas superior a 22°C e a média das mínimas variando entre -3° e 18°C; “Cfb”, subtropical, com a média das máximas inferior a 22°C e a média das mínimas oscilando entre -3 e 18°C (Nimer 1977).

Um efeito importante, na latitude do Rio Grande do Sul, ao final do pleistoceno, foi a ocorrência de um período pluvial de abundantes chuvas. Esse registro paleoclimático tem importância fundamental por ter ativado o intemperismo químico que deu origem a depósitos de material clástico continental e colúvios na borda do escudo. Os geossistemas rio-grandenses tiveram alterado as condições de estabilidade, pela maior ação de alguns de seus componentes ligados, especialmente à morfogênese e a pedogênese. Por outro lado, iniciou-se o levantamento de parte da bacia sedimentar marginal oceânica, com a formação de um novo meio (a partir dos últimos 10.000 anos), cujo processo evolutivo permanece nos dias atuais (Vieira & Rangel 1988). No Rio Grande do Sul, pode-se considerar, na evolução da vegetação, aspectos de ordem geológica e climática correlacionados (Alonso 1977).

O quadro geológico fitogeográfico coloca-se numa dimensão espaço-temporal. As unidades morfoestruturais de gênese e evolução diferenciadas produziram, em interação com condições climáticas subtropicais, associações de natureza diversas. O escudo não possui vegetação do tipo florestal e as características do solo, a partir de rochas matrizes cristalinas, em clima mesotérmico médio, condicionaram a cobertura vegetal até os limites da mata, ou seja, praticamente um subclímax. A antiguidade da área e a não ocorrência de perturbações tectônicas de vulto de idade recente não foram suficientes ao desenvolvimento de um geossistema de maior expressão. As feições morfológicas atuais de morros arredondados, em vertentes côncavas, favorecem a ampla lavagem das superfícies, removendo o material de alteração. O afloramento do cristalino, em blocos rochosos ou lajes, inibe um desenvolvimento mais ativo da vegetação. Formam-se amplas gramíneas, cuja continuidade é quebrada pelos afloramentos de rochas. Os solos são de textura

grosseira, predominando os chamados campos limpos. Em áreas de declividade quase nula, com mantos de alteração mais espessos aparecem manchas arbustivas e touceiras de capinzal. Nas regiões mais úmidas, nas baixas encostas e nos fundos de vales, aparecem as matas arbustivas, ou matos densos, os capões, as matas galerias e mata virgem, de área muito reduzida mas que caracteriza o clímax deste geossistema. Na planície costeira, a cobertura vegetal é recente e pode-se assistir hoje sua evolução, como as primeiras etapas fitogeográficas. Nessa área de emersão holocênica dominam as gramíneas arenícolas e as ciperáceas (Alonso 1977, Vieira & Rangel 1988).

### **3.1.2. Regiões de Coleta**

As áreas de coleta na Planície Costeira (Fig. 1) foram escolhidas de acordo com a indicação de prioridade para conservação de invertebrados, conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA) indica para o entorno do feixe litorâneo das Lagoas dos Patos, Mirim-Mangueira e Litoral Norte. (disponíveis em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/Sumario%20Mata%20Atlantica.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Sumario%20Mata%20Atlantica.pdf)).

#### **3.1.2.1. Região 1 – Arroio Pelotas, Arroio Corrientes e Arroio Grande (Fig. 2)**

##### **3.1.2.1.1. Arroio Pelotas e Arroio Corrientes**

Ambas as localidades situam-se no entorno do município de Pelotas, o qual está situado às margens do Canal São Gonçalo, que liga as Lagoas dos Patos e Mirim, uma das maiores reservas de água do Brasil, na região hidrográfica das bacias Litorâneas Piratini - São Gonçalo - Mangueira, com extensões de terras, banhados, arroios, vertentes, reservatórios naturais e artificiais e canais de drenagem (Burger 1999). As bacias contribuintes destas recebem 70% do volume de águas fluviais do Rio Grande do Sul. Esta localização tem importantes reflexos sobre aspectos físicos e econômicos do município. O município de Pelotas dista aproximadamente 250 km da capital do Estado, e localiza-se às coordenadas de 31°46'19"S e 52°20'33"O. Sua população é estimada em aproximadamente 323 mil habitantes.

A Bacia do Corrientes possui uma área de aproximadamente 300 km<sup>2</sup>, onde parte de sua extensão está inserida na paisagem geomorfológica da Planície Costeira,

caracterizando a presença de ecótonos como campos de vegetação baixa, matas de restinga, banhados e áreas arenosas. O Arroio Corrientes é localizado ao norte do município de Pelotas, e encontra-se tangenciando os limites do município de Turuçu e possui uma extensão de cerca de 30 km.

A margem continental é constituída de duas restingas costeiras, datada dos últimos 10.000 anos, e é representativa da planície costeira do RS. A vegetação da região enquadra-se na descrição como resquício de Mata Atlântica, onde nestas regiões de coleta, a oeste da extremidade sul da Laguna dos Patos, a cobertura vegetal natural pode ser classificada como área de Formação Pioneira com Influência Fluvial e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 1986).

A comunidade vegetal predominante neste tipo de formação vegetal pioneira é caracterizada pela ocorrência de vegetação típica das primeiras fases de ocupação de novos solos, onde é notável a dominância de estrato herbáceo e arbustivo, com a vegetação arbórea distribuída de forma esparsa na paisagem. A presença de espécies arbóreas está principalmente restrita aos capões de mata, denominadas de matas de restinga arenosas e turfosas e matas ciliares (Waechter 1990).

Algumas espécies como *Geonoma schottiana*, *Cabranea canjerana*, *Cedrela fissilis*, *Alchornea triplinervia*, *Miconia pusilliflora*, *Chionanthus filiformis* e *Schefflera morototoni* presentes nas comunidades florestais da região de Pelotas, provavelmente representam o limite meridional extremo da distribuição geográfica de espécies de caráter tropical. Esses táxons não foram observados em levantamentos realizados em áreas florestais localizadas em latitudes maiores (Venzke 2012).

A composição da vegetação sugere uma área de caráter temperado quente, localizado entre zonas tropicais ao norte e zonas temperadas frias ao sul. Essa transição entre duas grandes comunidades vegetais é notada pela ocorrência de plantas de caráter tropical na região sul da Laguna dos Patos, tais como *Trichillia*, *Casearia*, *Nectandra*, *Ocotea* e *Ficus*; e plantas típicas de zonas temperadas como *Azara* e *Quillaja* (Venzke 2012).

#### **3.1.2.1.2. Arroio Turuçu (Arroio Grande)**

O Arroio Turuçu, antigamente chamado de Arroio Grande, faz parte da bacia hidrográfica do Rio Camaquã. Duas áreas foram amostradas na localidade do Arroio Turuçu ou próximo dele, as matas de galeria foram amostradas mais a leste, às

proximidades do município de Turuçu, e a outra amostra foi obtida a partir das coletas na vegetação das dunas próximas ao feixe litorâneo do município de São Lourenço do Sul, onde o limite oeste imediato é a foz do Arroio Turuçu junto a Lagoa dos Patos.

O município de Turuçu localiza-se a  $30^{\circ}22'45''\text{S}$  e a  $52^{\circ}17'10''\text{O}$ , possui população aproximada de 3500 habitantes, e dista 178 km da capital Porto Alegre. Seu limite ao Norte é o município de São Lourenço do Sul, e devido à proximidade ambos os municípios compartilham os principais cursos de água, o Arroio Turuçu e o Arroio Corrientes. São Lourenço do Sul localiza-se a uma latitude  $31^{\circ}21'55''\text{S}$  e a uma longitude  $51^{\circ}58'42''\text{O}$ , estando a uma altitude de 19m, e estima-se uma população superior a 44 mil habitantes.

A comunidade vegetal observada nesta localidade é predominante de formação vegetal pioneira, e extremamente semelhante às características das matas do entorno do Arroio Pelotas e Arroio Corrientes, visto a proximidade que se encontram as fitofisionomias.

### **3.1.2.2. Região 2 – Reserva Biológica do Lami, Rio Camaquã e RPPN Barba Negra (Fig. 3)**

#### **3.1.2.2.1. Reserva Biológica do Lami**

A Reserva Biológica do Lami ( $30^{\circ}15'\text{S}$ ,  $51^{\circ}05'\text{O}$ ) localiza-se no extremo sul do município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, abrangendo uma área de 179,78ha. Criada através da Lei Municipal n° 4.097 de 31 de dezembro de 1975, a Reserva contava originalmente com 77,30ha, tendo sua área ampliada, com a anexação da Ponta do Cego, parte de uma fazenda contígua.

Os ambientes abrigados pela Reserva, ainda que originais das margens do lago Guaíba, sofreram alterações devido à ação antrópica como criação de gado, agricultura, extração de juncos e de areia das dunas, desde o período que precedeu a criação da unidade de conservação (Printes 2002).

A Reserva situa-se junto ao balneário do Lami, que a limita na face leste, onde apenas uma rua a separa das residências dos moradores do bairro. Ao norte e a oeste ocorrem propriedades rurais, onde se pratica a criação de aves e gado bovino, equino e ovino. A região situa-se a cerca de 10m acima do nível do mar e apresenta relevo relativamente plano, com alternância de zonas deprimidas e elevações arenosas suaves.

Um morro granítico situado na extremidade do istmo conhecido como Ponta do Cego representa o ponto de maior elevação, com cerca de 40m de altura (Morro do Cego).

As matas ciliares do lago Guaíba e arroio Lami foram estudadas por Meira & Porto (1995) e Meira (1996), onde a vegetação do local pode ser categorizada em: banhado arbustivo (39,27% da área), banhado herbáceo (10,34%), campo arenoso (5,48%), campo úmido (14,81%) e mata (30,10%). O juncal expressa baixa representatividade em termos de área ocupada por isso não fora categorizado.

Nos campos arenosos são comuns herbáceas como a briófito *Campylopus* sp. e a gramínea *Andropogon selloanus*, além das cactáceas *Cereus* sp. e *Opuntia* sp. Nestas áreas é comum a ocorrência de solo descoberto, e banhados temporários. Os campos úmidos caracterizam-se como áreas sazonalmente inundáveis, onde predominam *Panicum* sp. e *Cyperus* spp., acompanhadas de *Andropogon* spp., *Axonopus* spp., *Paspalum* spp., *Luziola peruviana*, *Ludwigia* sp. e asteráceas.

Em zonas de solo encharcado nos campos arenosos e úmidos, inserem-se formações praticamente monoespecíficas conhecidas como maricazais, onde predomina *Mimosa bimucronata*, frequentemente acompanhada de *Eryngium pandanaefolium*. Os juncais, vegetação aquática dominada por *Schoenoplectus californicus*, vêm desaparecendo no local, sendo sua representatividade muito baixa. As matas apresentam estrato arbóreo com cerca de 10 m e podemos distingui-las em matas paludícolas, e matas secas ou matas de restinga, incluindo a mata ciliar do arroio Lami.

#### **3.1.2.2.2. Vila Pacheca, Rio Camaquã**

O Município de Camaquã localiza-se a 30°, 51' 00''S, 51°, 48'' 00'O, situando-se à margem direita da Laguna dos Patos e à margem esquerda do Rio Camaquã e dista 127 km de Porto Alegre. Camaquã pertence à região natural do estado denominada de Serra do Sudeste ou Escudo Riograndense, caracterizada por ser montanhosa e possuir solo granítico.

Os pontos de coleta na região estão incluídos no limite da Unidade de Conservação do Parque Estadual do Camaquã qual ainda não possui planos de manejo nem regularização fundiária, segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA, 2013). O Parque Estadual do Camaquã está situado em área limítrofe entre os Biomas Pampa e Mata Atlântica, sendo que a maior parte de sua área está inserida no segundo Bioma. O

parque está localizado às margens da Laguna dos Patos abrangendo áreas desde o Vale do Rio Camaquã até Pacheca.

A Vila Pacheca é uma região do Município de Camaquã que abriga grande importância à história do município, onde as habitações dos moradores estão às margens do Rio Camaquã, o qual deságua na Laguna. O rio encontra-se ao sul do município, influenciando sua vegetação e sedimentação (Rambo 1956). Segundo classificações mais recentes de Leite (2002) a região fitoecológica pode ser classificada como Floresta Estacional Semidecídua Moderada que é caracterizada por ser um tipo de transição entre a região costeira e a estacional do interior, tendo sofrido, na sua formação geológica, uma influência moderadora oceânica que foi importante na seleção florística.

A área estudada consta de uma mata ciliar com formação original, a qual recentemente tem sido impactada por ações antrópicas, resultando num remanescente de Mata Atlântica com alarmantes efeitos de borda.

O estrato superior, ou dossel, com cerca de 25m de altura apresenta como principais representantes a caixeta (*Schefflera morototoni*), as figueiras (*Ficus organensis*, *F. enormis*, *F. insipida*), a canjerana (*Cabrlea canjerana*) e o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*). O estrato intermediário é o que apresenta maior densidade de indivíduos, possui características de sub-bosque, é arbustivo e representado por espécies frequentes como *Allophylus edulis*, *Eugenia schuechiana*, *Gymnanthes concolor* e *Sebastiania commersonian*. O estrato inferior possui menos arbóreas e mais herbáceas, onde as espécies herbáceas mais comuns são a piperonia (*Piper aduncum*), a psicótria (*Psychotria brachyceras*) e o guiné (*Justicia brasiliana*). Na sinúsia epifítica, ocorrem inúmeras espécies das famílias Orchidaceae, Cactaceae, Piperaceae e Bromeliaceae, além de várias pteridófitas (Rambo 1956).

### **3.1.2.2.3. RPPN Barba Negra**

No município de Barra do Ribeiro está inserida uma das maiores Reservas particulares de patrimônio natural (RPPN), a Fazenda Barba Negra. O município está localizado a 30°17'28"S e 51°18'04"O, possui altitude de 5m do nível do Mar, dista da capital, Porto Alegre, aproximadamente 40 km e sua população estimada é superior a 12 mil habitantes. Esta região faz parte da bacia hidrográfica do Rio Camaquã e é banhada pelas águas do lago Guaíba, e ainda possui a Laguna dos Patos a sudeste.

A RPPN é pertencente à empresa CMPC Celulose Riograndense, responsável pelo manejo e manutenção da área natural preservada denominada Horto Florestal da Barba Negra. Dentre as áreas de importância florestal destaca-se o Morro da Formiga, localizado na porção sul do Horto Florestal, às margens do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos, opondo-se às montanhas de Itapuã, em Viamão. Com a mata que cobre o Morro da Formiga, as dunas e matas que revestem as praias adjacentes e todo o contorno da propriedade, a RPPN totaliza 2,4 mil hectares.

O Morro da Formiga é a maior elevação em meio à planície litorânea do Horto, e responsável pela formação geológica da restinga (planície arenosa), pois serve de anteparo aos sedimentos carregados pelo Guaíba em direção à Lagoa dos Patos, retendo o material arenoso que vai se depositando e formando a planície. A maior parte da vegetação regional é constituída de uma mata composta por diversas espécies de *Eucalyptus*, acompanhada de um denso sub-bosque, composto predominantemente por espécies nativas. Dentre estas se destacam o butiá, *Butia capitata* (Arecaceae) e a capororoca, *Myrsine umbellata* (Myrsinaceae); ainda, *Rumohra adiantiformis* (Dryopteridaceae), *Desmodium* sp. (Fabaceae), *Stachytarpheta cayennensis* e *Melothria cucumis* (Cucurbitaceae) (Celulose Riograndense 2012).

### **3.1.2.3. Região 3 – Estação Ecológica do TAIM (Fig. 4)**

A Estação Ecológica do Taim e o entorno da unidade de conservação compreendem partes dos municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande, entre a Lagoa Mirim e o Oceano Atlântico, próximo do Arroio Chuí, na fronteira do Uruguai. A sede localiza-se na BR 471, km 498, Bairro Distrito do Taim, no município de Rio Grande.

Como características estratigráficas do Taim, e da Planície Costeira em geral, observa-se depósitos sedimentares da Formação Chuí e coberturas recentes compostas por depósitos eólicos e lacustres. Nos municípios de Chuí e Santa Vitória do Palmar, esta formação tem uma espessura média de 50m e sistema deposicional marinho raso e praiado (Jost 1991).

A fisionomia da Unidade engloba vários ecossistemas dos quais observamos: os Banhados que permanecem constante ou temporariamente alagados, onde é possível identificar a presença de plantas e animais adaptados à vida aquática como vegetação

palustre e sem o desenvolvimento de uma população limnética. Portanto, macrófitas aquáticas são os vegetais que melhor caracterizam os banhados.

Os Campos Litorâneos (Formações Pioneiras, Savana-Gramineo-Lenhosa) compõem um mosaico com os banhados e matas, sendo formados por inúmeras espécies de gramíneas, leguminosas e ciperáceas, estas últimas principalmente nas áreas inundáveis.

A Vegetação de Dunas forma uma faixa contínua ao longo da restinga. Os terrenos mais afastados da costa e as dunas obliteradas apresentam uma maior diversidade e cobertura vegetal. Algumas espécies são características deste ambiente no Taim: *Gamochaeta americana* (erva-da-duna), *Hydrocotyle bonariensis* (erva capitão), *Andropogon arenarius* (capim-colchão), *Acicarpa spathulata* (carrapicho da praia), *Androtrichum trigynum* (junco da praia) e *Bacopa monnieri* (bacopa).

Tipicamente formada por espécies xeromórficas e esclerófilas, a Vegetação de Restinga apresenta espécies com superfície foliar muito reduzida e presença de cera nas folhas, para evitar a transpiração intensa. Aspectos peculiares são encontrados nesta vegetação como, por exemplo, baixo porte, altura entre 6 e 12 m, elevado número de espécies de epífitas, grande diversidade de Myrtaceae, bem como a presença marcante de algumas espécies arbóreas do gênero *Ficus* (Waechter 1985).

#### **3.1.2.4. Região 4 – Litoral Norte (Fig. 5)**

##### **3.1.2.4.1. Parque Estadual Itapuã**

O Parque Estadual de Itapuã é uma Unidade de Conservação e está localizado ao sul do Distrito de Itapuã, no município de Viamão, entre as coordenadas 30° 20' a 30° 27'S e 50° 50' a 51° 05'O, e dista 57 km da capital Porto Alegre.

O parque localiza-se estrategicamente situado entre dois corpos d'água de grande importância hidrográfica para o Estado: Lago Guaíba e a Laguna dos Patos. Além de contemplar uma série de banhados e córregos que formam habitats de grande importância para a conservação.

A vegetação encontrada nesta UC (Unidade de Conservação) é descrita pelo Plano de Manejo do Parque Estadual Itapuã (SEMA, 1996).

O topo dos morros e nos frequentes afloramentos de rochas nas encostas, em forma de matacões, o granito encontra-se recoberto, primariamente, por muitas espécies de líquens. Ocorrem aí também, musgos e algumas espécies de vegetais superiores,

principalmente gravatás (*Dyckia* sp.), bromeliáceas, gramíneas, cactáceas, compostas, verbenáceas e pteridófitas. É uma vegetação localizada, predominantemente herbácea, baixa e rupícola.

Nas encostas podem ocorrer campos rupestres ou até mata densa. Na orla das matas são frequentes as aroeiras (*Schinus molle*, *S. polygamus*, *Lithraea brasiliensis*, além de *Casearia decandra*, *C. silvestris*, *Ocotea pulchella*, *Guettarda uruguensis*, e *Calliandra tweediei*). Ocorrem também comunidades conhecidas como butiazais, cuja espécie dominante é *Butia capitata*.

Nas encostas, abaixo da meia altura, misturando-se com os campos, encontram-se formações sucessionais caracterizadas pela presença de vassoura vermelha (*Dodonaea viscosa*) e as vassouras comuns (*Baccharis* spp.). São formações transitórias, com até 3m de altura, comumente denominada de vassoural.

Nos limites com o Rio Guaíba e início da Laguna dos Patos, os rochedos graníticos caem abruptos sobre as águas ou na sua proximidade, originando várias praias. Na beira de algumas praias, a vegetação adquire características de mata ciliar, além dos característicos liquens.

Nas encostas arenosas e secas das lagoas, as areias das dunas móveis são fixadas por uma vegetação composta principalmente por poucas espécies de gramíneas, ciperáceas, apiáceas e asteráceas. Nas zonas em que as dunas já se encontram fixadas formam-se campos secos ou úmidos podendo apresentar árvores isoladas ou capões.

Nos campos úmidos, onde já há acumulação de húmus, ocorre maior diversidade de espécies, inclusive *Drosera brevifolia* e *Utricularia* sp. (plantas insetívoras), *Sphagnum* sp. (constituindo turfeiras), *Eryngium floribundum*, *Senecio selloi*. Em terrenos pantanosos desenvolvem-se matas brejosas ou de restinga, nas bordas destas e também dos capões podem ocorrer vassourais. Em campo aberto ocorrem exemplares isolados de figueiras e gerivás ou populações de butiás.

Nas zonas de olhos d'água, poças de água estagnadas e os banhados são centros de intensa vegetação palustre, com espécies flutuantes, sem raízes terrestres, como *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Azola* sp. e *Salvinia* spp. (pteridófitas flutuantes); com espécies de rizomas enterrados no limo e folhas flutuantes como *Pontederia cordata*, *Eichhornia azurea* e espécies radicadas na margem limosa com estolões à superfície da água, como *Heteranthera* sp. e *Luziola peruviana* (grama-boiadeira) (SEMA, 1996).

#### **3.1.2.4.2. Parque Estadual Itapeva**

O Parque está localizado no Município de Torres, no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, entre o Balneário Itapeva, ao sul, a Estrada do Mar (RS-389), a oeste, o oceano Atlântico, a leste, e a zona urbana do município de Torres, ao norte (Fig. 1). Possui área aproximada de 1.000 ha e uma zona de amortecimento que ultrapassa os 10 km.

Torres é um dos 21 municípios que integram o Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, e possui coordenadas geográficas de 29°20'34"S e 49°43'9"O. O município dista 197 km da capital Porto Alegre e seus limites são o município de Passo de Torres (SC), ao norte, Arroio do Sal, ao sul, Mampituba, Dom Pedro de Alcântara e Morrinhos do Sul, a oeste, e o oceano Atlântico a leste.

A paisagem da região onde se insere Parque Estadual Itapeva (PEVA) é caracterizada pela presença de depósitos sedimentares marinhos, lagunares, eólicos e aluvionares do período Quaternário (Pleistoceno e Holoceno). Conforme a classificação atualizada (IBGE, 2004), o PEVA abrange duas unidades geomorfológicas distintas, Planície Marinha (modelados de acumulação eólica) e Planície Lagunar (terraços lacustres), que pertencem às regiões geomorfológicas da Planície Costeira Externa e Planície Costeira Interna, respectivamente.

Segundo a classificação fitoecológica do IBGE (1986, 2004), a Unidade de Conservação situa-se na zona de justaposição das Áreas de Formações Pioneiras com Influência Marinha (Restingas) e da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Mata Atlântica de planície).

A caracterização fisionômica do PEVA segundo o Plano de Manejo do Parque (SEMA, 2006) pode ser dividida em diferentes unidades de paisagem como as dunas embrionárias junto à praia, cobertas por plantas rasteiras, e pelas dunas frontais, que se desenvolvem paralelas à linha de praia. Baixadas úmidas e dunas cobertas por vegetação herbácea com superficialidade do lençol freático originando depressões úmidas e poças temporárias nas quais pode se estabelecer vegetação aquática.

Dunas interiores móveis com vegetação composta por ervas rasteiras e alguns arbustos, restringe-se em grande parte à base das dunas. A mata litorânea aparece apenas em dunas que se fixam em razão da própria vegetação e de sua morfologia. A Mata paludosa da unidade apresenta forma e dinâmica de mata de galeria, encontrada confinada

entre as dunas móveis interiores e as dunas fixas interiores, onde a serrapilheira é bastante espessa, formada por folhas grandes.

Áreas úmidas são identificadas pelo “stress” hídrico característico, e por sua vez, sua vegetação, compondo-se de banhados com vegetação nativa, campos úmidos antrópicos, turfeiras e ainda persistem remanescentes de matas brejosas.

A Colina rochosa com vegetação arbórea corresponde essencialmente ao morro de Itapeva. Apresenta uma vegetação arbustiva e arbórea que se diferencia dos demais tipos vegetacionais encontrados no parque e é exclusivamente herbácea rasteira, ocorrendo espécies litólicas. As Dunas interiores fixas do Itapeva diferenciam-se das demais tanto pelo padrão de parcelamento do solo, como pela sua forma de colina ondulada e alongada, paralela à costa.

#### **3.1.2.4.3. Parque Estadual José Lutzenberger (Parque da Guarita)**

Embora o Parque Estadual da Guarita apresente-se bem tangenciado pela área urbana do município de Torres, a fitofisionomia e geomorfologia do Parque Estadual da Guarita assemelham-se muito ao PEVA, visto que praticamente não há divisão físico-geográfica ao feixe litorâneo contemplado por ambas as Unidades de Conservação, além de ambas as Unidades serem constituintes do mesmo plano de Conservação estipulado para o Litoral Norte do Rio Grande do Sul.

#### **3.1.2.4.4. Parque Municipal Tupancy**

O Parque Natural Municipal Tupancy está localizado na área urbana do balneário de Rondinha, pertencente ao município de Arroio do Sal, no Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul (29°29’S e 49°50’O). Dista 180 km de Porto Alegre, podendo ser alcançado pela BR-290.

A área do Parque é de 21.069.898 ha. Foi criado pela Lei Municipal 468/94, de 29/12/1994 e sua designação atual é Parque Natural Municipal Tupancy. A administração do Parque está a cargo da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento.

A fisionomia geral do parque é dominada pela presença de uma duna de até 9m de altura, orientada no sentido Nordeste-Sudoeste e recoberta por mata de restinga e pela

presença de três lagoas: a do Banho, a do Remanso ou Rondinha e a do Tupancy ou do criadouro, fronteira ao parque.

O estrato herbáceo é raro. Predominam *Bidens pilosa* (picão) e *Phyllanthus niruri* (erva-pombinha) entremeados com algumas espécies de gramíneas, commelináceas e piperáceas. Os epífitos estão representados destacando-se os das famílias bromeliáceas, cactáceas, orquidáceas e piperáceas.

Acompanhando a beira da mata, aparecem arbustos pioneiros e ocupando a superfície arenosa, ao redor da mata, aparecem as espécies consideradas fixadoras de dunas: *Hydrocotyle bonariensis*, *Oxypetalum balanse* (leite-de-cachorro) e *Androtrichum trigynum*.

Nos locais secos ocorre uma vegetação campestre, rala, formada principalmente pelas gramíneas ciperáceas e orquidáceas. Há espécies de ocorrência rara na área: *Polygala leptocaulis*, *Tibouchina herbacea* e *Tibouchina versicolor*, estas últimas conhecidas popularmente por manacá, quaresmeira ou tibouchina.

Nos banhados, dispersos na área de campo e as margens das Lagoas Tupancy, do Banho e Remanso, as espécies mais expressivas no campo periodicamente inundável são *Centella asiatica* (pé-de-cavalo), *Hydrocotyle bonariensis*, *Drosera brevifolia* (drósera), *Eriocaulon modestum*, *Utricularia praelonga* (boca-de-leão-do-banhado), *Utricularia tricolor* (violeta-do-brejo), *Lycopodiella alopecuroides* (pinheirinho), *Juncus sellowianus* (junco) e *Juncus microcephalus* (junco).

As lagoas, onde o nível da água persiste acima do solo mesmo em épocas secas, são ocupadas por vegetação flutuante fixa, flutuante livre, emergente e anfíbia. Constituem-se em banhados “baixos” que atingem cerca de 30 cm de altura e são compostos por espécies herbáceas flutuantes fixas.

#### **3.1.2.5. Região 5 – Parque Nacional Lagoa do Peixe (Fig. 6)**

O Parque Nacional da Lagoa do Peixe (P. N. Lagoa do Peixe) está localizado no litoral sul do estado do Rio Grande do Sul (31°02'45”S e 55°42'04”O), abrangendo os municípios de Tavares e Mostardas. O município de São José do Norte não tem área municipal dentro dos limites do Parque. Entretanto é o exato marco de delimitação ao sul do Parque, limite o qual se situa exatamente entre os municípios de Tavares e São José do

Norte. Com uma área de 36.722 ha atualmente é administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

O P. N. Lagoa do Peixe apresenta uma vegetação bastante variada, em decorrência da instabilidade do terreno e, um caráter edáfico, que a diferencia das regiões circundantes, e sua descrição segue abaixo conforme o Plano de Manejo da Lagoa do Peixe (ICMBIO, 1999). As formações arbóreas e arbustivas apresentam fisionomias variadas, de acordo com o tipo de solo onde se desenvolvem. Em linhas gerais tem-se uma formação arbustiva nas dunas fixadas, que evoluiu em vários locais para uma mata composta principalmente por espécies xerófitas. Onde há mais umidade, esta mata é enriquecida por espécies higrófitas de origem tropical-atlântica (ICMBIO, 1999).

Estas também aparecem formando pequenas matas palustres nos banhados, entremeadas à vegetação herbácea. As matas mais desenvolvidas crescem principalmente ao longo da chamada “recosta”, formando uma faixa que acompanha o sistema lagunar desde o norte até a altura de Bojuru, no sul, e que funciona como uma espécie de “corredor de dispersão” de várias espécies da Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa), como *Rheedia gardneriana* (bacopari), *Geonoma schottiana* (guaricana), *Nectandra rigida* (canela-amarela) e outras. Existem, nas diversas formações, várias espécies de especial interesse para a fauna, inclusive frutíferas para o homem como *Psidium cattleianum* (araçazeiro), *Rheedia gardneriana* (bacopari), *Hexachlamis edulis* (pessegueiro-do-mato), *Rollinia emarginata* (araticum-da-praia), entre outras. As plantas medicinais igualmente são igualmente abundantes, merecendo destaque *Iodina rhombifolia* (cancorosa), *Scutia buxifolia* (coronilha), *Bauhinia candicans* (pata-de-vaca) e *Casearia sylvestris* (chá-de-bugre) (ICMBIO, 1999).

Algumas das espécies encontradas já são consideradas raras ou em processo de extinção em outras regiões do país, como é o caso de *Bumelia obtusifolia* (espinheiro) e *Geonoma schottiana* (guaricana) (Brasil, 1992).

O número de espécies invasoras é pequeno, porém o impacto causado pela regeneração natural de *Pinus* spp. deve receber atenção, devendo-se tomar medidas que minimizem as consequências para a vegetação nativa.

A vegetação nativa situada dentro dos limites do Parque Nacional sofre pressões principalmente da pecuária. O gado costuma se abrigar na mata, formando trilhas e prejudicando a regeneração natural de várias espécies. Os criadores costumam conduzir o gado para as áreas mais baixas em épocas mais secas, utilizando-se de caminhos que

cortam a chamada “recosta”, estabelecendo-se um processo erosivo que aumenta com as chuvas, uma vez que a vegetação rasteira praticamente inexistente nestas trilhas devido ao pisoteio. Em várias trilhas deste tipo, existem árvores inteiras caídas e outras inclinadas que começam a tombar.

Existem em alguns locais, córregos que drenam as partes mais altas (localizadas na Zona de Influência) para o sistema lagunar que, em épocas chuvosas descarregam muita água, causando erosão em sulcos que acaba evoluindo para as chamadas “voçorocas”.

O desmatamento, tanto para retirada de lenha como para plantio de pastagens, foi constatado em alguns pontos, a maioria deles na Zona de Transição.

De uma maneira geral, as formações arbóreas nativas apresentam um estado de conservação razoável. A vegetação que cobre as dunas fixadas é a mais preservada, já que a pressão nela exercida é menor devido às características do solo. A mata palustre e os banhados sofrem mais pelo pisoteio do gado e pela retirada seletiva de lenha. A formação mais alterada é a mata arenícola, por apresentar espécies fornecedoras de boa madeira e lenha (coronilha, rebenqueira, goiaveira, entre outras), por estar sendo destruída em alguns pontos para a formação de pastagens e por estar situada próxima de sedes de propriedades.

As formações arbóreas, principalmente a mata arenícola que cobre a “recosta”, protegem o sistema lagunar de possíveis assoreamentos, uma vez que o solo da região é bastante instável e frágil. Abrigam também recursos alimentares para a fauna em geral. Esta formação localiza-se, no entanto, em grande parte, na Zona de Transição.

O número de espécies vegetais encontrado no Parque é cerca de um terço do descrito para as marismas do estuário da Lagoa dos Patos (cerca de 60 espécies; Costa 1997), localizadas 150 km ao sul. Este número também é inferior ao das marismas da Argentina (Costa & Davy 1992). Esta baixa diversidade provavelmente está relacionada às condições extremas de salinidade observadas durante o ano na Lagoa do Peixe, que variam de água praticamente doce no inverno a hipersalina no verão (Maisonave *et al.* 1995), bem como a pobreza de nutrientes do sedimento composto predominantemente (95%) por areia fina quartzosa e com baixíssimos teores de matéria orgânica (0,5 a 1,7%; média = 1,0%).

### **3.2. Coleta, amostragem e análise do material.**

Os exemplares de Syrphidae foram coletados nas cinco regiões da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, através da instalação de 140 armadilhas do tipo Malaise (Fig. 7) modelo Townes (1972) com modificação no frasco-coletor (para ver especificidades da

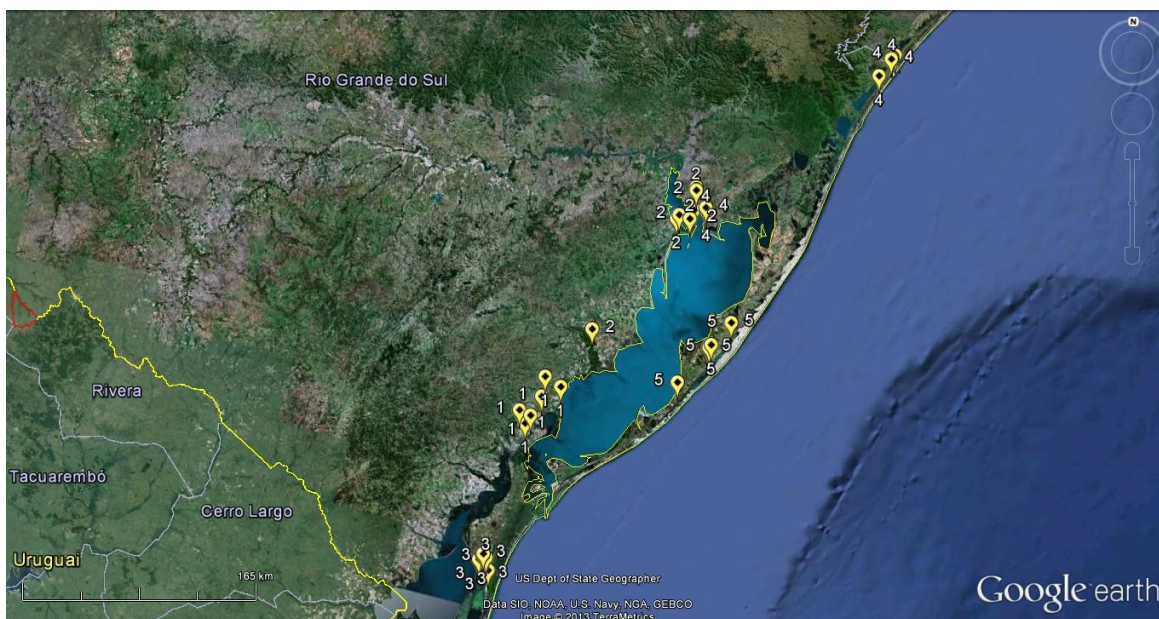
armadilha consultar Townes 1972, Brown 2005, Duarte *et al.* 2010). Cada armadilha ficou no campo por oito dias e suas coordenadas geográficas foram registradas *in loco*, através de GPS de mão Garmin Etrex Vista. A instalação ocorreu em série de quatro armadilhas equidistantes por área de coleta. Cada série de armadilhas possuiu uma distância particular, entre si, de acordo com o tamanho dos fragmentos de coleta para uma amostragem uniforme e proporcional simultaneamente.

Todas as coletas foram realizadas com as devidas autorizações dos órgãos legais responsáveis pela manutenção das áreas naturais (Autorização SISBIO nº: 29229-2, Anexo A). O período total de coleta nas cinco regiões da Planície Costeira foi de 27 de outubro de 2011 a 12 de fevereiro de 2012. O tempo de exposição de cada armadilha no ambiente foi exatamente oito dias em cada coleta.

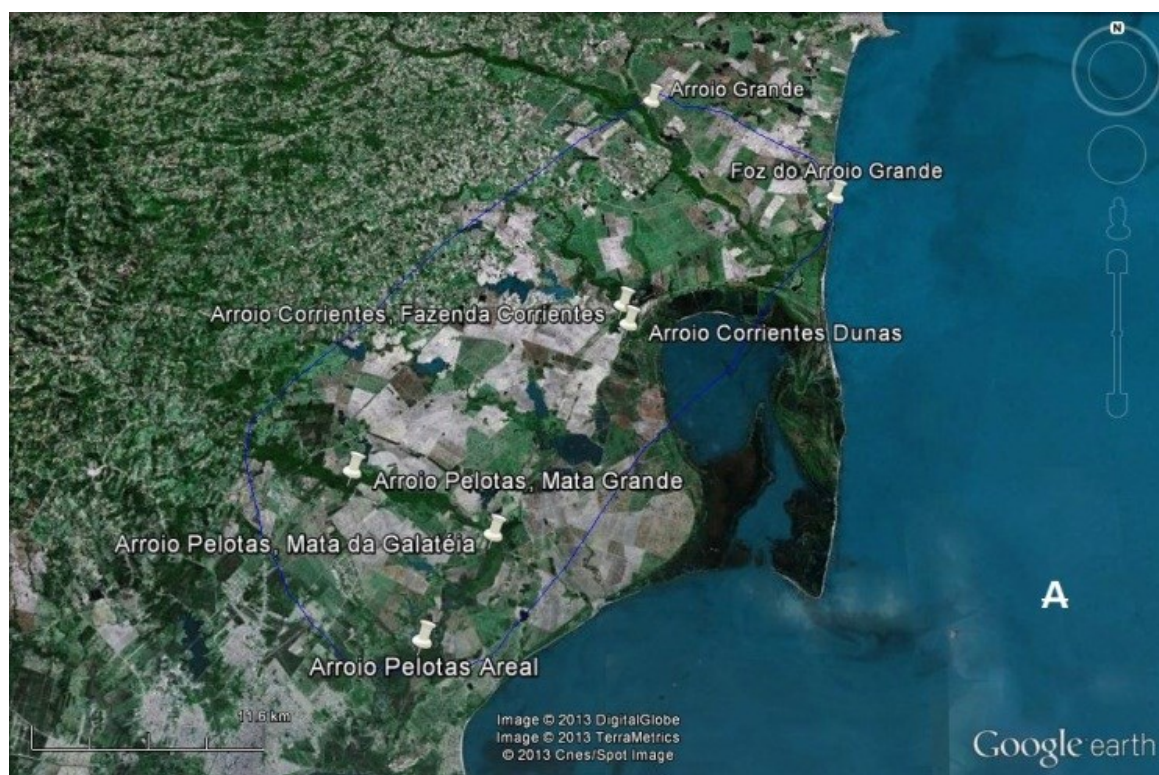
Ao final do período de coletas em cada uma das cinco regiões, todos os frascos com material foram encaminhados ao Laboratório de Ecologia de Parasitos e Vetores, da Universidade Federal de Pelotas, para o acondicionamento e triagem.

Logo após triagem e preparação do material, os indivíduos pertencentes a Syrphidae foram identificados segundo chaves taxonômicas pertinentes ao grupo Neotropical, como as propostas por Curran (1939)(modificada por C. F. Thompson) Thompson (1972, 1996, 1999), e Marinoni *et al.* (2007), Cheng & Thompson (2008), Morales & Marinoni (2009), Reemer & Ståhls (2013). Também foi realizada uma visita ao *National Museum of Natural History* (NMNH), *Smithsonian Institution*, Washington, D.C. para confirmação da identificação dos espécimes e identificação daqueles que não foi possível com as chaves existentes.

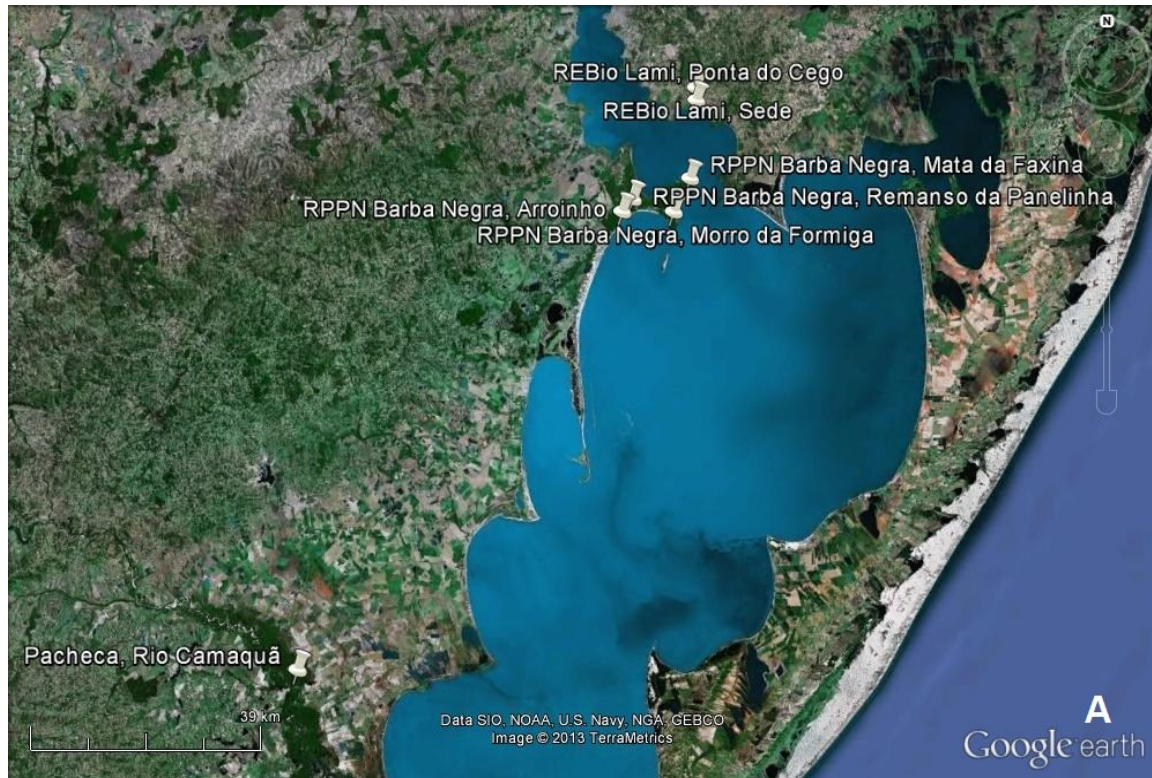
O conjunto de análises pertinentes ao Relacionamento Espécie-Área (SAR) como a definição da amostragem proporcional, diversidade *alpha* e *gamma*, teste dos modelos com função de poder (Tuomisto 2010, Azovsky 2011, Scheiner *et al.* 2011) foram processados no programa estatístico R (R Development Core Team 2014). As análises realizadas no presente estudo encontram-se devidamente descritas no segundo capítulo desta Tese.



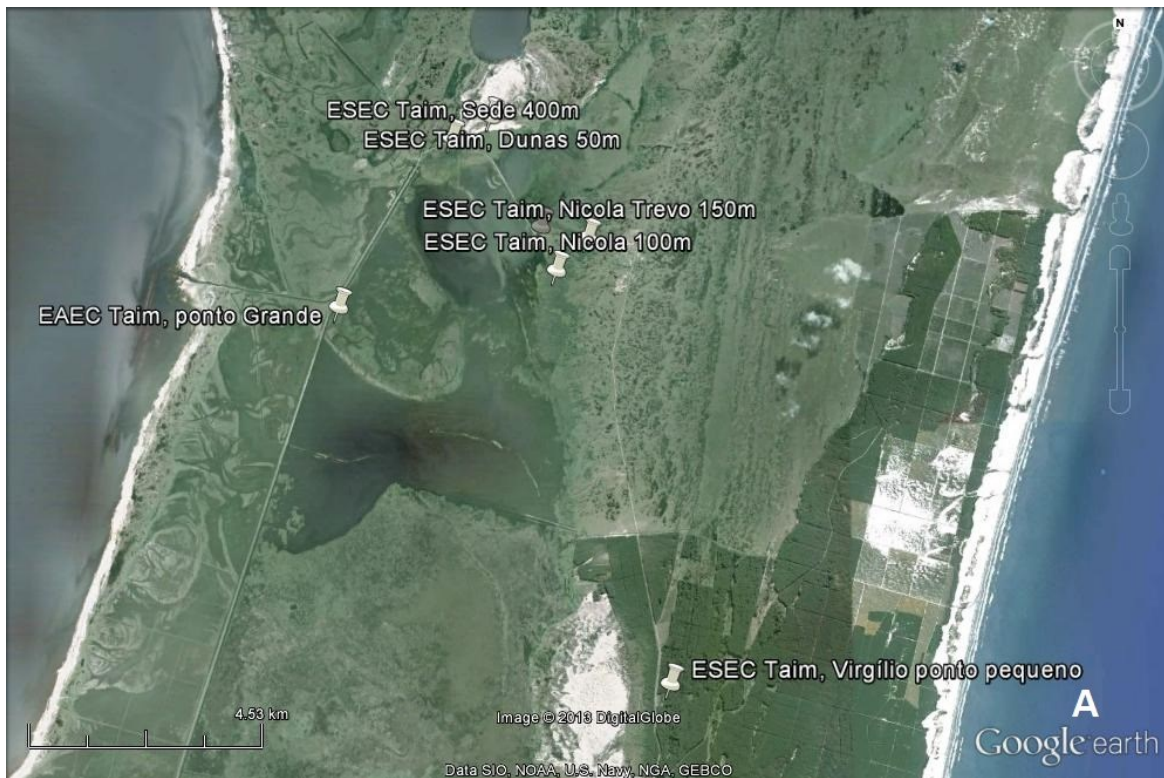
**Figura 1:** Imagem de satélite com a distribuição geográfica das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. (1), Região 1; (2), Região 2; (3), Região 3; (4), Região 4; (5), Região 5.



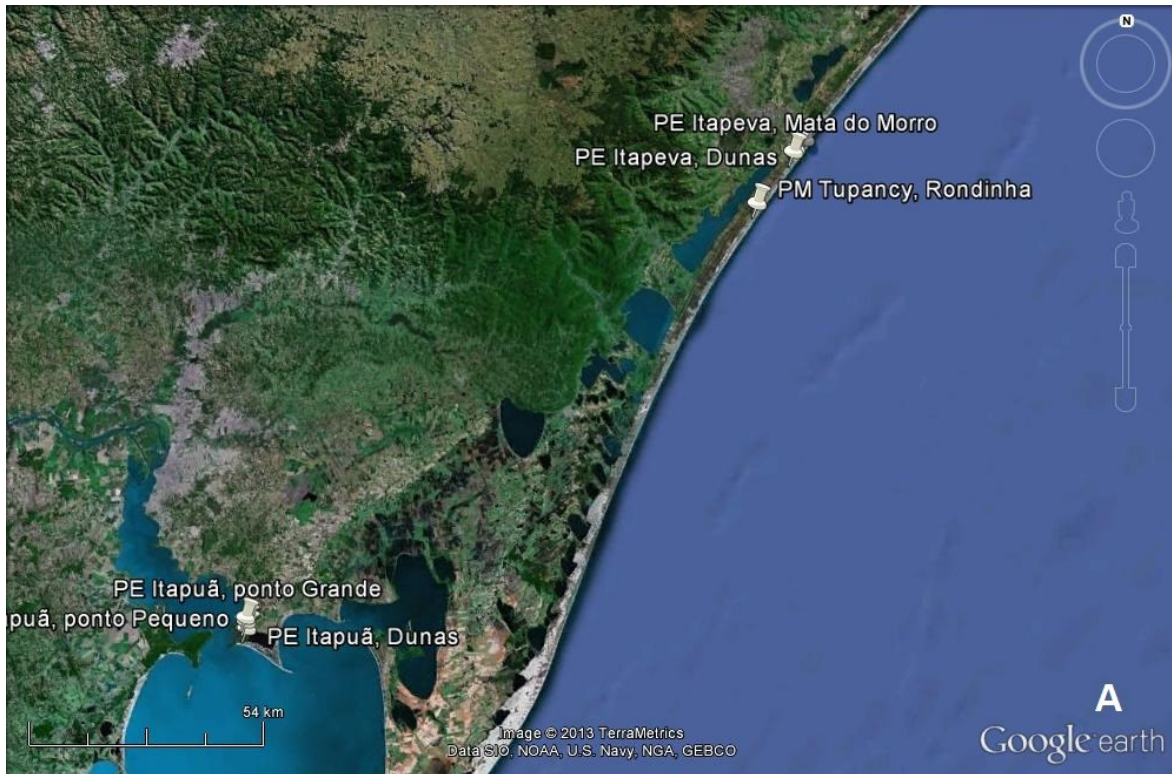
**Figura 2:** Região 1 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise).



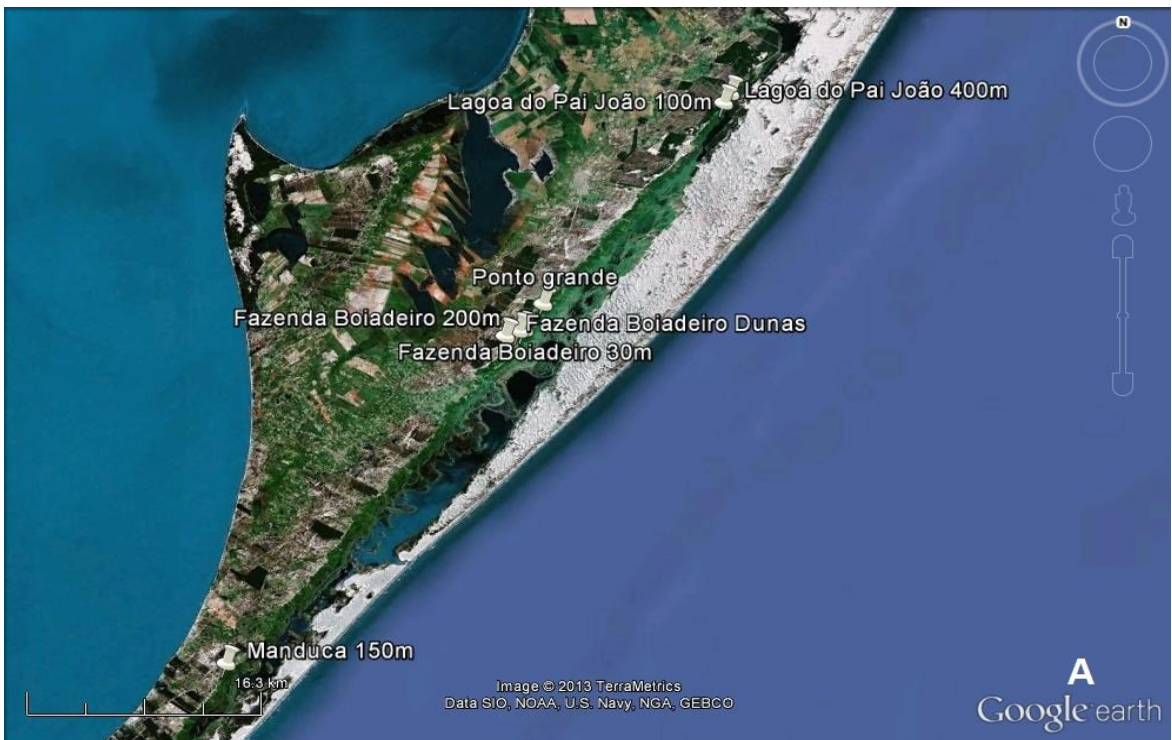
**Figura 3:** Região 2 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise).



**Figura 4:** Região 3 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise).



**Figura 5:** Região 4 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise).



**Figura 6:** Região 5 de coleta na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Imagem de satélite com a distribuição geográfica do ponto médio das áreas amostrais (uma área amostral = conjunto de quatro armadilhas Malaise).



**Figura 7:** Armadilha Malaise modificada, instalada no interior de um fragmento de mata na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

## Capítulo 1: Diversidade de Syrphidae na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

### 1. Introdução

As áreas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) podem ser identificadas pela grande diversidade de habitats (banhados, várzeas, matas ripárias e areais). Essas áreas sofrem alta pressão antrópica devido à criação de gado e ovinos, extração de madeira e areia, pressão da urbanização às imediações de remanescentes de Mata Atlântica e pela produção de arroz e outras monoculturas (MMA 2000). Estas atividades produtivas são uns dos motivos da grande fragmentação da flora desta região, restando menos de 5% das áreas de florestas e campos nativos (Vieira & Rangel 1988, Roesch 2009).

Atividades extrativistas causam muita pressão nos habitats da Planície Costeira que acabam destruindo e fragmentando áreas naturais sem que haja a dinâmica de variação na diversidade e composição de espécies necessária, ou sem que se possa mensurar o impacto real causado por essa destruição.

A fragmentação atua isolando uma porção de mata que sofre modificações físicas que acabam por realizar muitas modificações nas comunidades naturais. Assim, a probabilidade de ocorrência de espécies que estavam anteriormente na área não fragmentada pode ser afetada de forma direta ou indireta pelas modificações microclimáticas produzidas pelo isolamento. Por exemplo, tornando o ambiente desfavorável a espécies adaptadas ao interior da mata e beneficiando espécies adaptadas a ambientes abertos que então passam a se estabelecer no fragmento (Lovejoy *et al.* 1984, 1986).

Na Ordem Diptera, muitas espécies são típicas de regiões florestais. Nas últimas três décadas, entretanto, a dinâmica populacional de espécies silvestres vem sofrendo modificações devido à ação humana e à introdução de espécies exóticas (D'Almeida & Lopes 1983). Algumas espécies silvestres têm sido observadas em meio urbano (Wells 1991), assim como espécies sinantrópicas em florestas ombrófilas (Paraluppi & Castellón 1994).

Os insetos podem fornecer maneiras fáceis, sensíveis e de baixo custo para medir os efeitos do “stress” antropogênico sobre a biodiversidade e o meio ambiente (Kim 1993). Entre eles, as espécies de Syrphidae têm grande potencial como indicadores da qualidade

ambiental das florestas (Thompson 1999, Smith *et al* 2008), principalmente porque são frequentemente encontrados na maioria dos ecossistemas terrestres e suas larvas têm hábitos alimentares diversos (Ferrari 1987, Sommaggio 1999).

Conhecer a diversidade de espécies de uma área é fundamental para a compreensão da natureza e, por consequência, para aprimorar o gerenciamento da área, diminuindo o impacto das atividades de exploração, conservando os recursos naturais ou recuperando ecossistemas degradados (Melo 2008). Assim, através de grandes levantamentos de fauna é possível prover conhecimento científico no nível taxonômico e de história natural, pois nestes estudos é comum a coleta de muitos táxons e um número considerável de morfoespécies geralmente é observado (Marinoni & Dutra 1993, Marinoni *et al.* 2004, Löwenberg-Neto & Carvalho 2013).

A família Syrphidae é biologicamente e taxonomicamente diversa (Thompson 1999, Marinoni & Thompson 2003), por isso possui grande importância ecológica. Dessa forma, o primeiro capítulo desta Tese tem por objetivo conhecer as espécies de Syrphidae que habitam a Planície Costeira do Rio Grande do Sul e como se dá a sua riqueza de espécies ao longo deste ambiente.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Locais de coleta**

As áreas amostradas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Figura 1) foram escolhidas de acordo com a indicação de prioridade para conservação de invertebrados, conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA) indica no seguinte endereço eletrônico: [http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/Sumario%20Mata%20Atlantica.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Sumario%20Mata%20Atlantica.pdf).

As localidades do entorno do Arroio Pelotas, Arroio Corrientes e Arroio Turuçu constituem a Região 1 (Fig. 2), na qual o período de instalação e retirada das armadilhas compreende o intervalo de 27 de outubro a 8 de novembro de 2011.

A Região 2 (Fig. 3) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul é representada pelas localidades da Reserva Biológica do Lami, pela Vila Pacheca às margens do Rio Camaquã e pela RPPN Barba Negra e o intervalo de coletas é compreendido de 16 a 27 de novembro de 2011.

A Região 3 (Fig. 4) foi estabelecida na Estação Ecológica do TAIM onde as coletas iniciaram-se em 7 de dezembro e cessaram em 17 de dezembro de 2011.

A Região 4 (Fig. 5), Litoral Norte do Rio Grande do Sul, compreende as Unidades de Conservação: Parque Estadual Itapuã, Parque Estadual Itapeva, Parque Estadual José Lutzenberger (Parque da Guarita) e Parque Municipal Tupancy. As coletas foram realizadas do dia 12 a 22 de janeiro de 2012.

As coletas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe constituem a Região 5 (Fig. 6), na qual o período de coletas foi de 3 a 12 de fevereiro de 2012.

As cinco regiões de estudo encontram-se devidamente caracterizadas e descritas na Metodologia Geral na seção inicial desta Tese. Os dados meteorológicos referentes aos períodos de coleta foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (Tabela1).

**Tabela 1.** Médias de variáveis meteorológicas referentes aos períodos de exposição das armadilhas Malaise nas cinco Regiões amostradas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Tmax, média das temperaturas máximas; Tmin, média das temperaturas mínimas; UR%, porcentagem média da umidade relativa do ar. Dados obtidos junto ao INMET.

Região	Período	Tmax	Tmin	TM	UR%
1	27 out. a 8 nov. (2011)	23,28°C	12,26°C	17,77°C	74%
2	16 nov. a 27 nov. (2011)	29,16°C	17,00°C	23,08°C	69%
3	7 dez. a 17 dez. (2011)	24,45°C	17,20°C	20,82°C	79%
4	12 jan. a 22 jan.(2012)	30,38°C	20,77°C	24,53°C	81%
5	3 fev. a 12 fev. (2012)	29,68°C	20,93°C	25,30°C	78%

## 2.2. Coleta, acondicionamento e identificação do material.

Os exemplares de Syrphidae foram obtidos de coletas realizadas nas cinco regiões da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, através da instalação de 140 armadilhas do tipo Malaise (Fig. 7) com modificações no frasco-coletor (Townes 1972, Brown 2005, Duarte *et al.* 2010).

Para cada região foram amostradas sete áreas e em cada uma delas foi instalado um conjunto de quatro armadilhas Malaise, totalizando 28 por região. As armadilhas foram instaladas de maneira equidistante uma da outra. Cada conjunto de quatro armadilhas caracteriza uma área de coleta.

O tempo de exposição de cada armadilha no campo foi de oito dias. Ao final desse período os frascos com material preservado em álcool 70% foram encaminhados ao Laboratório de Ecologia de Parasitos e Vetores, da Universidade Federal de Pelotas.

Os espécimes de Syrphidae foram separados e acondicionados em microtúbulos criogênicos de 2 ml da marca TPP<sup>®</sup> com álcool 90% e mantidos em freezer. Séries de indivíduos de cada espécie foram montadas em alfinete entomológico e depositadas na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Para identificação foram utilizadas chaves taxonômicas pertinentes aos grupos Neotropicais como as propostas por Curran (1939) (modificada por C. F. Thompson); Thompson (1972, 1997, 1999); Marinoni *et al.* (2007), Cheng & Thompson (2008), Morales & Marinoni (2009) e Reemer & Ståhls (2013).

### **2.3. Análise dos dados**

A eficiência da amostragem de espécies foi verificada pela Curva de Acumulação de Espécies (SAC), a qual foi construída com a função “Specaccum” no pacote “Vegan” do programa estatístico R (R. Development Core Team 2014). A função “Specaccum” constrói a curva de acumulação de espécies ou número de espécies pelo número de amostras. Ainda, o método “exact” foi utilizado para a obtenção do número esperado para a riqueza de espécies (média). Esse método encontra a SAC esperada usando um método independentemente desenvolvido por Ugland *et al.* (2003), Colwell *et al.* (2004) e Kindt *et al.* (2006).

Para a estimativa de cada tratamento foram utilizados o método Rarefação (Gotelli & Colwell 2001) e os índices de Chao2 (Chao 1987, Colwell & Coddington 1994, Gotelli & Colwell 2001). Esses são métodos não-paramétricos utilizados como estimadores de riqueza, baseados na ocorrência de espécies (presença/ausência).

O método de Rarefação é baseado no número esperado de espécies em uma sub-amostra de “n” indivíduos e desenhado aleatoriamente a partir de uma amostra representativa simples de uma assembleia. O índice de Chao2 dá grande peso para as espécies raras. Os valores de Rarefação e Chao2 além da SAC foram obtidos utilizando os scripts descritos no Anexo.

### 3. Resultados

Foram coletados 456 indivíduos de Syrphidae distribuídos em 17 gêneros e 49 espécies ou morfoespécies (Tabela 2). Todas as três subfamílias de Syrphidae foram representadas sendo Eristalinae a subfamília com maior número de espécies (n=23) seguida de Syrphinae (n=19) e Microdontinae (n=7). Com relação ao número de espécimes coletados, Syrphinae é a mais abundante (n=235), seguida por Eristalinae (n=192) e Microdontinae (n=34).

Com relação às regiões de coleta pode-se observar que a única espécie presente em todas as cinco regiões foi *Pseudodoros clavatus* (Fabricius, 1794). Nas regiões 4 e 5 sua frequência foi muito baixa, um ou dois espécimes por região. Assim para as análises e discussão dos dados foram utilizadas somente as três Regiões 1, 2 e 3 como explicados na seção anterior. Portanto as espécies compartilhadas pelas três regiões em questão foram, além da já citada *P. clavatus*, *Copestylum spingerum* (Wiedemann, 1830), *Ocyptamus argentinus* (Curran, 1939), *O. bonariensis* (Brèthes, 1905) e *Syrphus phaeostigma* Wiedemann, 1830.

Somente cinco espécies tiveram mais do que 20 indivíduos amostrados, sendo elas *Palpada agrorum* (Fabricius, 1787) (n=102), *Pseudodoros clavatus* (n=78), *Syrphus phaeostigma* (n=39), *Toxomerus watsoni* (Curran, 1930) (n=30) e *Ocyptamus arabella* (Hull, 1947) (n=20). Em contrapartida, algumas espécies foram coletadas somente em uma das regiões (Tabelas 4, 5 e 6), assim na região 1 obtivemos nove espécies exclusivas, região 2 três espécies exclusivas, ressaltando que todas em unidades de conservação. E na região 3, 13 espécies exclusivas, sendo 10 na ESEC Taim, e três espécies que ocorreram em uma localidade fora da reserva do Taim.

De acordo com as tabelas (4, 5 e 6) observamos uma grande quantidade de “singletons” e “dubletons” nas coletas, isso provavelmente foi o que influenciou no aumento dos estimadores Chao2 (Tabela 3), principalmente nas localidades na bacia do Arroio Grande, onde estima-se que possa ocorrer, num valor máximo, mais 132 espécies nessas localidades, ou então, que ocorresse somente um indivíduo de Syrphidae, dado o grande valor encontrado no erro padrão para essa localidade. Ainda em relação ao estimador Chao2, alcançamos 77% do número de espécies que era esperado para a Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Tabela 3). Quando analisamos os resultados por região,

atingimos 75% das espécies esperadas para na região 1, 67% para região 3 e somente 39% para região 2 (Tabela 3). Na figura 8, referente ao número acumulado de espécies por amostras, podemos observar que com 23% das amostras realizadas, foi possível obter 50% do total das espécies.

A distribuição geográfica das espécies de Syrphidae foi ampliada. 11 espécies de Syrphidae são pela primeira vez registradas para o Rio Grande do Sul: *Ocyptamus adpersus* (Fabricius, 1805), *O. calla* (Curran, 1941), *O. pullus* (Sack, 1921), *Toxomerus idalius* (Hull, 1951), *Copestylum (P.) sultzi* (Curran, 1939), *Spilomyia gratiosa* Wulp, 1888, *Sterphus (Ceriogaster) fascithorax* (Williston, 1888), *Cerimicrodon petiolatus* (Hull, 1937), *Mixogaster polistes* Hull, 1954, *M. thecla* Hull, 1954 e *Schizoceratomyia barretoii* Carrera, Lopes & Lane, 1947. Além disso, outras 11 morfoespécies foram designadas por não se encaixarem nas descrições de espécies já descritas, o que as torna possíveis espécies novas.

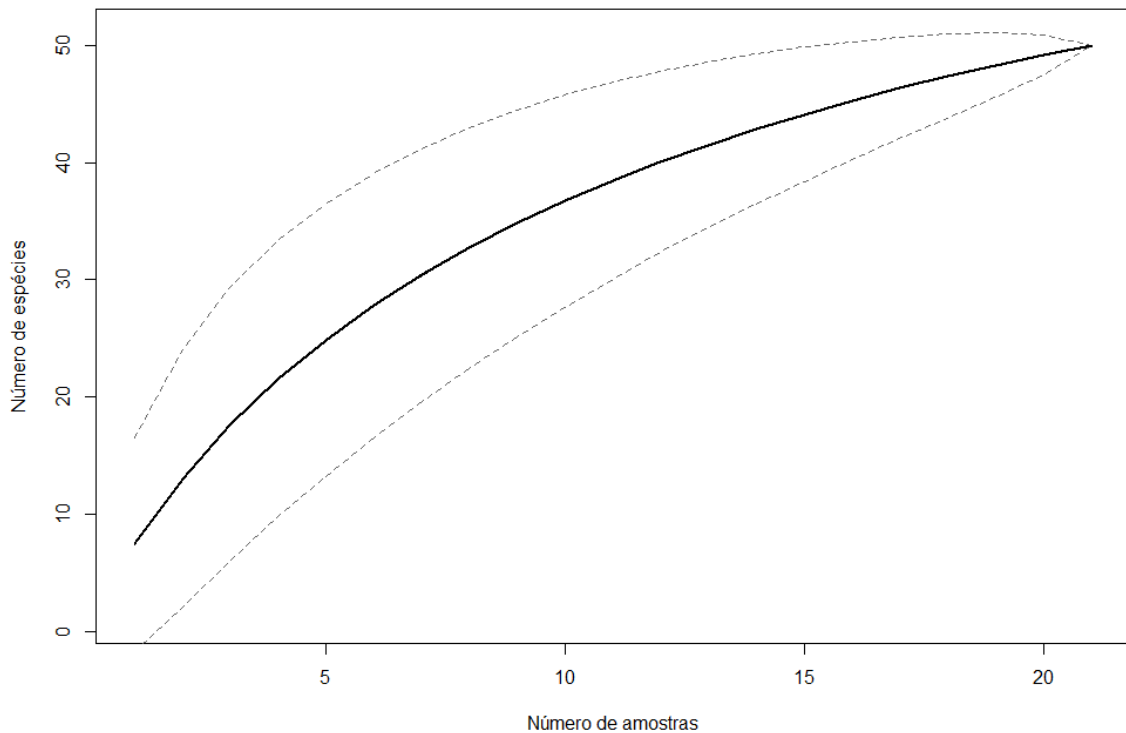
**Tabela 2.** Lista de espécies por região de coleta. ( $\Sigma$ )= total de indivíduos coletados. S= riqueza de espécies.

Táxons	Região					$\Sigma$
	1	2	3	4	5	
<b>Syrphinae</b>						
<i>Allograpta neotropica</i> Curran, 1936	0	0	5	0	0	5
<i>Allograpta obliqua</i> (Say, 1823)	1	0	7	0	0	8
<i>Argentinomyia neotropica</i> (Curran, 1937)	0	0	5	0	0	5
<i>Ocyptamus adspersus</i> (Fabricius, 1805)	4	0	0	0	0	4
<i>Ocyptamus arabella</i> (Hull, 1947)	13	7	0	0	0	20
<i>Ocyptamus argentinus</i> (Curran, 1939)	1	1	1	1	0	4
<i>Ocyptamus bonariensis</i> (Brèthes, 1905)	6	9	1	0	0	16
<i>Ocyptamus caldus</i> (Walker, 1852)	3	1	0	0	0	4
<i>Ocyptamus calla</i> (Curran, 1941)	1	0	0	0	0	1
<i>Ocyptamus clarapex</i> (Wiedemann, 1830)	5	1	0	0	0	6
<i>Ocyptamus dimidiatus</i> (Fabricius, 1781)	0	1	0	0	0	1
<i>Ocyptamus pullus</i> (Sack, 1921)	4	0	0	0	0	4
<i>Ocyptamus stenogaster</i> (Williston, 1888)	0	1	1	0	0	2
<i>Pseudodoros clavatus</i> (Fabricius, 1794)	24	19	32	1	2	78
<i>Syrphus phaeostigma</i> Wiedemann, 1830	17	1	21	0	0	39
<i>Toxomerus basalis</i> (Walker, 1836)	0	0	2	0	0	2
<i>Toxomerus idalius</i> (Hull, 1951)	0	1	4	0	0	5
<i>Toxomerus virgulatus</i> (Macquart, 1850)	0	0	1	0	0	1
<i>Toxomerus watsoni</i> (Curran, 1930)	5	0	25	0	0	30
						235
<b>Eristalinae</b>						
<i>Copestylum (Lepidopsis) compactum</i> (Curran, 1925)	1	1	0	0	1	3
<i>Copestylum (Phalacromyia) chalybescens</i> (Wiedemann, 1830)	2	7	0	0	0	9
<i>Copestylum (Phalacromyia) contumax</i> (Curran, 1939)	1	0	0	0	0	1
<i>Copestylum (Phalacromyia) selectum</i> (Curran, 1939)	3	1	0	0	0	4
<i>Copestylum (Phalacromyia) spinigerum</i> (Wiedemann, 1830)	2	3	3	0	1	9
<i>Copestylum (Phalacromyia) sultzi</i> (Curran, 1939)	0	0	4	0	0	4
<i>Copestylum</i> sp. 1	0	0	1	0	0	1
<i>Copestylum</i> sp. 2	1	0	0	0	0	1
<i>Copestylum</i> sp. 3	1	0	0	0	0	1
<i>Copestylum</i> sp. 4	1	0	1	0	0	2
<i>Copestylum</i> sp. 5	3	0	0	0	0	3
<i>Copestylum</i> sp. 6	0	0	6	0	0	6
<i>Meromacrus nectarinoides</i> (Lynch Arribáizaga, 1892)	0	0	1	0	0	1
<i>Palpada agrorum</i> (Fabricius, 1787)	0	4	98	0	0	102
<i>Palpada distinguenda</i> (Wiedemann, 1830)	4	0	10	0	0	14
<i>Palpada expicta</i> (Walker, 1860)	2	0	10	0	0	12
<i>Palpada</i> sp. 1 (aff. 78-04, F. C. Thompson)	0	0	2	0	0	2
<i>Palpada</i> sp. 2	0	0	1	0	0	1

<i>Palpada</i> sp. 3	0	0	2	0	0	2
<i>Sphiximorpha barbipes</i> (Loew, 1853)	2	1	0	0	0	2
<i>Sphiximorpha facialis</i> (Kertész, 1903)	0	1	0	0	0	1
<i>Spilomyia gratiosa</i> Wulp, 1888	1	2	0	0	0	3
<i>Sterphus (Ceriogaster) fascithorax</i> (Williston, 1888)	6	0	1	0	0	7
						192
<hr/>						
Microdontinae						
<i>Ceriomicrodon petiolatus</i> (Hull, 1937)	0	0	3	0	0	3
<i>Microdon</i> sp. 1	2	0	1	0	0	3
<i>Microdon</i> sp. 2	1	0	0	0	0	1
<i>Rhoga sepulchrasilva</i> (Hull, 1937)	0	0	1	0	0	1
<i>Mixogaster polistes</i> Hull, 1954	16	1	0	0	0	17
<i>Mixogaster thecla</i> Hull, 1954	0	8	0	0	0	8
<i>Schizoceratomyia barretoii</i> Carrera, Lopes & Lane, 1947	1	0	0	0	0	1
						34
S total = 49 UTs						461

**Tabela 3.** Estimadores de Riqueza por localidades e regiões de coletas. R1= Região 1; R2= Região 2; R3= Região 3; n= Número de armadilhas por local, S= Riqueza de espécies; Abund= Abundância. Nos dados de rarefação por localidades o número padronizado de indivíduos foi = 12, e por região o número padronizado de indivíduos foi = 72.

	n	S	Abund	Chao2	Rarefação	
R1	Arroio Pelotas	12	12	31	25,50 ± 12,45	6,44 ± 1,21
	Arroio Corrientes	8	20	66	36,33 ± 11,70	7,97 ± 1,31
	Arroio Grande	8	12	38	72,50 ± 71,07	7,99 ± 1,07
	Total R1	28	30	135	39,89 ± 7,61	23,83 ± 1,68
R2	ReBio Lami	8	12	30	37,00 ± 24,24	7,61 ± 1,12
	Rio Camaquã	4	5	12	-	5
	RPPN Barba Negra	16	12	31	28,00 ± 16,49	6,96 ± 1,17
	Total R2	28	21	72	53,67 ± 26,33	21
R3	ESEC Taim	24	26	227	38,00 ± 9,16	6,18 ± 1,36
	Getúlio Vargas	4	10	20	-	7,29 ± 1,02
	Total R3	28	28	247	42,08 ± 10,40	16,55 ± 1,98
Planície Costeira do RS	84	49	454	63,45 ± 9,19	-	



**Figura 8:** Curva de acumulação do número de espécies em função das amostras (áreas) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, com níveis superiores e inferiores de confiança.

**Tabela 4.** Táxons coletados na Região 1 em função das áreas de coleta agrupadas em bacias hidrográficas. ArrPel= Arroio Pelotas; ArrCor= Arroio Corrientes; ArrTur= Arroio Turuçu; ( $\Sigma$ )= total de cada espécie por região.

Táxons	Região 1				Espécies exclusivas
	ArrPel (n= 12)	ArrCor (n= 8)	ArrTur (n= 8)	( $\Sigma$ )	
<b>Syrphinae</b>					
<i>Allograpta obliqua</i>	-	1	-	1	
<i>Ocyptamus adsperus</i>	1	3	-	4	*
<i>Ocyptamus arabella</i>	-	13	-	13	
<i>Ocyptamus argentinus</i>	-	1	-	1	
<i>Ocyptamus bonariensis</i>	3	3	-	6	
<i>Ocyptamus caldus</i>	1	2	-	3	
<i>Ocyptamus calla</i>	1	-	-	1	*
<i>Ocyptamus clarapex</i>	-	2	3	5	
<i>Ocyptamus pullus</i>	-	5	-	5	*
<i>Pseudodoros clavatus</i>	-	9	15	24	
<i>Syrphus phaeostigma</i>	3	11	3	17	
<i>Toxomerus watsoni</i>	2	2	1	5	
<b>Eristalinae</b>					
<i>Copestylum (L.) compactum</i>	-	-	1	1	

<i>Copestylum (P.) chalybescens</i>	1	1	-	2	
<i>Copestylum (P.) contumax</i>	1	-	-	1	*
<i>Copestylum (P.) selectum</i>	-	3	-	3	
<i>Copestylum (P.) spingerum</i>	-	-	2	2	
<i>Copestylum</i> sp. 2	1	-	-	1	*
<i>Copestylum</i> sp. 3	-	1	-	1	*
<i>Copestylum</i> sp. 4	-	1	-	1	
<i>Copestylum</i> sp. 5	-	-	3	3	*
<i>Palpada distinguenda</i>	-	-	4	4	
<i>Palpada expicta</i>	1	1	-	2	
<i>Sphiximorpha barbipes</i>	-	2	-	2	
<i>Spilomyia gratiosa</i>	-	1	-	1	
<i>Sterphus (C.) fascithorax</i>	2	3	1	6	
<hr/>					
Microdontinae					
<i>Microdon</i> sp.1	-	-	2	2	
<i>Microdon</i> sp.2	-	-	1	1	*
<i>Mixogaster polistes</i>	14	-	2	16	
<i>Schizoceratomyia barretoii</i>	-	1	-	1	*
<hr/>					
Total	31	66	38	135	

**Tabela 5.** Táxons coletados na Região 2 em função das áreas de coleta agrupadas por unidades de conservação (UCs). ReBio= Reserva Biológica do Lami; VPRC= Vila Pacheca margem Rio Camaquã; RPPN= Reserva Particular de Patrimônio Natural Barba Negra; ( $\Sigma$ )= total de cada espécie por região.

Táxons	Região 2			$\Sigma$	Espécies exclusivas
	ReBio (n= 8)	VPRC (n= 4)	RPPN (n= 16)		
<hr/>					
Syrphidae					
<i>Ocyptamus arabella</i>	2	-	5	7	
<i>Ocyptamus argentinus</i>	-	1	-	1	
<i>Ocyptamus bonariensis</i>	2	2	5	9	
<i>Ocyptamus caldus</i>	-	-	1	1	
<i>Ocyptamus clarapex</i>	-	-	1	1	
<i>Ocyptamus dimidiatus</i>	-	-	1	1	*
<i>Ocyptamus stenogaster</i>	-	-	1	1	
<i>Pseudodoros clavatus</i>	4	7	8	19	
<i>Syrphus phaeostigma</i>	-	1	-	1	
<i>Toxomerus idalius</i>	-	1	-	1	
<hr/>					
Eristalinae					
<i>Copestylum (L.) compactum</i>	1	-	-	1	
<i>Copestylum (P.) chalybescens</i>	2	-	5	7	
<i>Copestylum (P.) selectum</i>	-	-	1	1	
<i>Copestylum (P.) spingerum</i>	2	-	1	3	
<i>Palpada agrorum</i>	4	-	-	4	

<i>Palpada expicta</i>	2	-	-	2	
<i>Sphiximorpha barbipes</i>	1	-	-	1	
<i>Sphiximorpha facialis</i>	1	-	-	1	*
<i>Spilomyia gratiosa</i>	1	-	1	2	
<b>Microdontinae</b>					
<i>Mixogaster polistes</i>	-	-	1	1	
<i>Mixogaster thecla</i>	8	-	-	8	*
Total	30	12	31	70	

**Tabela 6.** Táxons coletados na Região 3 em função das áreas de coleta agrupadas por unidades de conservação (UCs). ESEC Taim= Estação Ecológica do Taim; DGV= área na Propriedade do Sr. Getúlio Vargas; ( $\Sigma$ )= total de cada espécie por região.

Táxons	Região 3			Espécies exclusivas
	ESEC Taim (n= 24)	DGV (n= 4)	( $\Sigma$ )	
<b>Syrphinae</b>				
<i>Allograpta neotropical</i>	5	-	5	*
<i>Allograpta obliqua</i>	6	1	7	
<i>Argentinomyia neotropical</i>	5	-	5	*
<i>Ocyptamus argentinus</i>	1	-	1	
<i>Ocyptamus bonariensis</i>	1	-	1	
<i>Ocyptamus stenogaster</i>	1	-	1	
<i>Pseudodoros clavatus</i>	28	4	32	
<i>Syrphus phaeostigma</i>	19	2	21	
<i>Toxomerus basalis</i>	2	-	2	*
<i>Toxomerus idalius</i>	4	-	4	
<i>Toxomerus virgulatus</i>	1	-	1	*
<i>Toxomerus watsoni</i>	19	6	25	
<b>Eristalinae</b>				
<i>Copestylum (P.) spingerum</i>	2	1	3	
<i>Copestylum (P.) sultzi</i>	4	-	4	*
<i>Copestylum</i> sp.1	-	1	1	*
<i>Copestylum</i> sp.4	1	-	1	
<i>Copestylum</i> sp.6	5	1	6	*
<i>Meromacrus nectarinoides</i>	1	-	1	*
<i>Palpada agrorum</i>	97	1	98	
<i>Palpada distinguenda</i>	9	1	10	
<i>Palpada expicta</i>	10	-	10	
<i>Palpada</i> sp. 1	-	2	2	*
<i>Palpada</i> sp. 2	1	-	1	*
<i>Palpada</i> sp. 3	2	-	2	*
<i>Sterphus (C.) fascithorax</i>	1	-	1	
<b>Microdontinae</b>				
<i>Ceriomicrodon petiolatus</i>	3	-	3	*

<i>Microdon</i> sp.1	1	-	1	
<i>Rhoga sepulchrasilva</i>	1	-	1	*
Total	227	20	247	

#### 4. Discussão

Levantamentos que tenham como objetivo o estudo de Syrphidae são escassos no Brasil. Mais especificamente na Região Sul do Brasil, há os trabalhos de Morales & Köhler (2006, 2008), onde foram coletadas 88 espécies de Syrphidae com auxílio de rede entomológica. As espécies comuns entre esta lista e as listas apresentadas por Morales & Köhler (2006, 2008) são sete e 17 espécies respectivamente.

No Paraná a partir das coletas de insetos em dois projetos realizados, o Levantamento da Fauna Entomológica do Estado do Paraná - PROFAUPAR e o Levantamento da Entomofauna no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná – PROVIVE, foram publicados estudos com Syrphidae. No Parque Estadual de Vila Velha, Marinoni *et al.* (2004) com duas armadilhas Malaise e Jorge *et al.* (2007) com cinco, obtiveram, respectivamente, 95 e 97 espécies coletadas, sendo 11 e 13 espécies são comuns com nosso trabalho. Marinoni *et al.* (2006) observaram que com armadilha Malaise em oito diferentes localidades do Paraná, foi possível coletar 111 espécies em dois anos.

Esta diferença no número de espécies coletadas com relação ao trabalho realizado por Morales & Köhler (2006, 2008) ocorre provavelmente pelo método de coleta que, de acordo com Namaghi & Hussein (2009) e Marcos-García *et al.* (2012), tem influência na diversidade de espécies. Além disso, Marinoni *et al.* (2004) observaram que o local de disposição das armadilhas também influencia na diversidade, onde as armadilhas na área de borda são mais ricas em número de espécies.

Portanto por nosso estudo ter sido realizado em áreas de mata com diferentes níveis de fragmentação e conservação, a comparação entre trabalhos de áreas abertas e com outro tipo de método de coleta fica impossibilitado. Jorge *et al.* (2007) coletou em diferentes áreas, e nas áreas de mata obteve valores de totais de espécies muito próximos aos nossos, ficando dentro dos valores estimados por Chao2 (Tabela 3) em nosso trabalho. Ao avaliar estimadores de espécies, Chao *et al.* (2009) e Colwell & Coddington (1994) indicam que Chao2 teve as melhores performances, e seria o melhor estimador quando se tratam de dados baseados em amostras.

O grande número de “singletons” e “doubletons”, que nós assumimos como espécies raras, influenciaram nas estimativas de diversidade nas assembleias do presente estudo, especialmente em Chao2, o mesmo foi observado por Jorge *et al.* (2007). De qualquer forma, nas regiões 1, 2 e 3, a raridade observada é esperada em levantamentos de biodiversidade de Syrphidae (Jorge *et al.* 2007) e de outros insetos, como apresentado por Erwin (1988) como um fenômeno comum.

A região da PCRS em que atingimos um valor mais próximo do estimado por Chao2 foi na região 1, onde foi coletado 75% das espécies estimadas, para mesma região foram coletadas ainda seis prováveis espécies novas e nove espécies que ocorreram somente nela. Tendo em vista que esta região não possui unidades de conservação e de acordo com os valores de rarefação, que nos possibilita comparar os dados em uma mesma grandeza, seria a região em que se coletaria maior número de espécies numa menor quantidade de indivíduos coletados, ou seja, é a região com maior riqueza de espécies coletadas.

Ao contrario do observado por Jorge *et al.* (2007) a maior diversidade de Syrphidae na PCRS não foi registrada nos locais com grande influência antrópica, mas sim nos nas áreas dentro de unidades de conservação. Embora, alguns locais fora de UCs possuíssem resultados que contradiz. Como no caso das áreas localizadas no arroio Corrientes, que foram coletadas 21 espécies, além de o maior valor para rarefação, oito espécies seriam coletadas se coletássemos somente 12 indivíduos. Esse resultado pode ser explicado pela formação fito fisionômica dos locais, que são áreas abertas com grande incidência solar, além de ser uma área com fragmentos muito pequenos onde a borda está muito próxima dos locais onde as armadilhas foram instaladas, já que a distância da borda está relacionada com a riqueza e abundância de Syrphidae (Jorge *et al.* 2007). Por isso, que nessas áreas onde observamos essa grande riqueza de sirfídeos, pode estar relacionada com regiões abertas e iluminadas, com vegetação em floração (uma vez que na fase adulta alimentam-se de néctar e pólen de flores) (Vockeroth & Thompson 1987, Owen 1991, Marinoni *et al.* 2004). Há também, nas bordas, maior disponibilidade de nichos, possibilitando uma maior oferta de recursos alimentares tanto às larvas quanto aos sirfídeos adultos (Jorge *et al.* 2007).

Nessas áreas muito pequenas, onde obtivemos uma diversidade de sirfídeos grande, podemos observar que há predominância da subfamília Syrphinae e que segundo Gilbert (1986) e Ferrar (1987) se encaixa em um dos quatro grupos alimentares reconhecidos para

Syrphidae, o de espécies predadoras que se alimentam principalmente de afídeos. Sendo que os outros grupos são: larvas que se alimentam de tecidos de plantas (fitófagas), que se alimentam de matéria orgânica em decomposição (saprófagas) e que vivem em ninhos de insetos sociais (mirmecófagas). Syrphinae, que a grande maioria é predadora de afídeos na sua fase imatura, e a grande quantidade de plantas arbustivas características de estágios iniciais de sucessão vegetal nestes locais, pode-se esperar uma maior ocorrência de espécies predadoras, pois segundo Brown (1984) possui maior número de afídeos do que em estágios sucessionais mais avançados. Uma vez que essa área apresenta predominância de gramíneas e herbáceas com flores que servem como fontes de alimentos aos sirfídeos adultos (néctar e pólen) e para as larvas (afídeos) (Jorge *et al.* 2007).

Conquanto, as áreas com maior diversidade de Eristalinae, foram àquelas localizadas na região do Taim (Região 3). Isso ocorre provavelmente por se tratar de um local que se torna alagadiço em alguns períodos do ano, e possui vegetação favorável para o desenvolvimento dos estágios imaturos desta subfamília de Syrphidae. Até o momento, as espécies de Eristalinae que possuem o comportamento larval conhecido têm como hábito se desenvolver em locais ricos em matéria orgânica em decomposição, especialmente em plantas da família Bromeliaceae, buracos úmidos de árvores, árvores mortas ou matéria vegetal morta em corpos d'água (Ferrar 1987). Essas características são observadas muito comumente na região do Taim.

Na maioria das espécies de sirfídeos com a biologia conhecida, os adultos são visitantes florais e desempenham um papel importante na polinização. Os imaturos possuem hábitos alimentares diversos podendo ser: predadores, saprófagos ou fitófagos (Ferrar 1987). Uma determinada espécie pode, ao longo de seu ciclo de vida, ocupar ambientes totalmente diferentes uns dos outros, como por exemplo, áreas abertas com alta incidência de luz solar e disponibilidade de flores, contra áreas sombreadas e ricas em decomposição de matéria orgânica. Deste modo, a interpretação dos resultados com base na captura de adultos com armadilhas Malaise é complexo (Namaghi & Hussein 2009, Marcos-García *et al.* 2012), levando a diferentes hipóteses que precisam ser testadas por estudos biológicos e ecológicos sobre a fauna Syrphidae Neotropical, com diferentes métodos de coletas para abranger uma maior diversidade de habitats.

Além disso, trabalhos recentes como de Ricarte *et al.* (2011), mostram que um mosaico de tipos de vegetação é necessário – devem ser preservados e adequadamente gerenciados – para os sirfídeos, assim como este mosaico fornece todos os recursos

necessários para o desenvolvimento das diferentes fases do ciclo de vida das espécies de Syrphidae.

São exemplos as localidades denominadas Taim, ReBio Lami e Dunas do Corrientes. Onde a primeira se trata de um fragmento com vegetação arbórea bem estabelecida, e foi onde obtivemos a maior abundância de Syrphidae. Na ReBio Lami, que é caracterizada por uma mata de restinga onde se tem grande quantidade de matéria orgânica depositada, além de grande quantidade de gramíneas, isso favorece o desenvolvimento das duas principais subfamílias de Syrphidae coletadas (Syrphinae e Eristalinae). O Arroio Corrientes, é uma área arenosa com formações vegetais baixas e de estágio sucessional primário e fragmentado, onde foi observada a maior riqueza de espécies para a PCRS. Com isso, podemos mostrar a tendência de sirfídeos a ocorrerem tanto em ambientes florestais, matas de restinga, matas fragmentadas ou em estágio de sucessão inicial, variando em suas espécies de acordo com suas necessidades, fortalecendo a hipótese de bons indicadores de qualidade ambiental (Sommaggio 1999, Burgio & Sommaggio 2007).

Vale ressaltar novamente que a Região 1 foi onde todos os locais de coletas não estavam localizados em unidades de conservação, sendo que, na região da planície costeira não há unidades de conservação para essa região, e é dada como uma área de prioridade máxima para conservação pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA 2014). Além disso, nove espécies foram consideradas exclusivas para essa região, ou seja, nove espécies ocorreram somente na nessa região, sendo quatro possivelmente novas. Isso nos faz refletir de duas formas: a primeira que essa fragmentação da planície costeira é tão antiga que os a comunidades de Syrphidae presentes na região um acabaram se diferenciando das demais (Steinbauer *et al.* 2012); a segunda forma de pensar é que nessa área existe ecossistemas únicos que faz dessa região uma zona de endemismo importante para espécies de Syrphidae, o que a torna uma região ainda mais interessante para criação de unidades de conservação (Rylands & Brandon 2005). Assim como nessa região, a Região 3 tem um grande número de espécies exclusivas (13) onze dentro da ESEC Taim, onde cinco são provavelmente novas, o que acaba por ressaltar a importância dessa unidade de conservação, na manutenção da diversidade local de Syrphidae. Com isso, vemos a importância das áreas de conservação na manutenção da diversidade local, servindo de reservatórios de espécies endêmicas além de conservar a diversidade local.

## **Capítulo 2: Padrões de diversidade de Syrphidae (Diptera: Aschiza) através do relacionamento espécie-área (SAR) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.**

### **1. Introdução**

O padrão comumente referido como relacionamento espécie-área (SAR – “species-area relationship”) descreve o aumento do número de espécies em função do aumento da área amostrada e é considerada uma das poucas leis verdadeiras em ecologia. Atualmente o SAR abrange muitos estudos de uma ampla variedade de táxons e escalas e é um dos padrões em ecologia mais bem conhecidos e estudados (Rosenzweig 1995, Whittaker *et al.* 2008, Triantis *et al.* 2012).

O SAR passa por um momento de definição de quais modelos seriam mais robustos e quais delineamentos seriam mais adequados para a sua detecção (Azovsky 2011). O desenho amostral usual para estudos espécie-área é a utilização de mesmo esforço amostral em diferentes tamanhos de áreas (Hill *et al.* 1994, Davies & Margules 1998, Golden & Crist 1999). Este procedimento é comumente chamado de “amostragem uniforme”. Os autores tendem a usar isso em um esforço para excluir efeitos de amostragem de SAR, considerando outros processos. Neste sentido Schoereder *et al.* (2004) chamaram a atenção para o fato de que um delineamento amostral que conseguisse desconsiderar o esforço amostral (SE) dos dados levantados seria o mais adequado para a constatação do SAR. Quanto mais uniforme a amostragem, menor o efeito do esforço amostral.

Tanto Schoereder *et al.* (2004) quanto Azovsky (2011) afirmam que a utilização do esforço de amostragem uniforme em estudos de SAR faria com que a probabilidade de uma dada amostragem de hábitat, em um fragmento, diminuísse com o aumento da área. Só um sistema de amostragem proporcional garantiria a probabilidade de amostragem de todos os hábitats.

Dadas as considerações acerca do SAR, este segundo capítulo tem como objetivo identificar se as diversidades *alpha* e *gamma* seguem o padrão de SAR, quando analisados sob modelos de poder. Para tanto, será avaliado o SAR de Syrphidae (Diptera), com uma amostragem proporcional e uniforme simultaneamente. Se os efeitos de amostragem forem rejeitados como a única explicação para o SAR, então podemos testar as relações entre

diversidade *alpha* e *gamma* (*sensu* Tuomisto 2010) de Syrphidae com o tamanho da área (distância entre as armadilhas).

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Locais de coletas**

As coletas foram realizadas em 35 áreas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul no bioma Pampa (Leite 2002, Roesch *et al.* 2009 para descrição sucinta do bioma), divididas em cinco regiões conforme capítulo 1 (Figs. 1 – 6), com exceção das coletas realizadas em dunas e nas áreas das Região 4 e 5. Cada região foi composta por sete áreas com quatro armadilhas Malaise (Fig. 7) do tipo Townes (para ver especificidades da armadilha Malaise consultar Townes 1972, Brown 2005, Duarte *et al.* 2010).

### **2.2. Modelo de Estudo**

Syrphidae é uma das famílias de Diptera com alta diversidade. São mais de 6.000 espécies descritas em todas as regiões biogeográficas. Ocorrem mais de 1500 espécies e 60 gêneros na Região Neotropical, com estimativas de que esta riqueza de espécies é subestimada para esta região biogeográfica (Marinoni & Thompson 2003).

Para maiores detalhes da diversidade dos sirfídeos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul ver Capítulo 1.

### **2.3. Amostragem uniforme e proporcional**

Na tentativa de minimizar o esforço amostral (SE) e obter amostras uniformes e proporcionais ao mesmo tempo, considerada a distância proporcional entre as armadilhas (Azovsky 2011) (tamanho da área reflete na distância proporcional entre as quatro armadilhas Malaise). Cada área amostral possui exatamente o mesmo número de armadilhas caracterizando a amostragem uniforme. Diferentemente de Azovsky (2011) que utilizou dados aninhados, foram utilizados transectos com distâncias proporcionais que consideramos como área de amostragem (Tab. 8). O procedimento é uma ferramenta que possibilita a exclusão de esforço amostral.

O procedimento interpreta que as amostras aleatórias estão distantes uma da outra por não mais do que D metros (m), isto é, tendo a extensão espacial igual a D. Dimensões lineares foram utilizadas porque muitos locais têm formas alongadas (matas ciliares) e algumas outras possuem formas irregulares. Neste caso, a linearização da medida (*sensu*

Scheiner *et al.* 2011) possibilita a interpretação da variável área conforme sugerido por Azovsky (2011). Foi dada especial atenção à escolha de áreas com dimensões similares, ao invés de agregar as armadilhas em uma parte específica da área.

A distância proporcional (D) foi considerada a média aritmética da distância entre armadilhas de uma área amostral (conjunto de quatro armadilhas Malaise). As distâncias utilizadas nas análises encontram-se distribuídas na tabela 8 segundo sua respectiva área amostral.

#### 2.4. Diversidade *Alpha* e *Gamma*

O número total de espécies (diversidade *gamma*) foi calculado para cada área, ou seja, cada conjunto de quatro armadilhas Malaise, considerando a somatória da riqueza de espécies local menos as espécies compartilhadas. A diversidade *alpha* de uma área foi considerada a média aritmética das quatro armadilhas (Tuomisto 2010).

#### 2.5. Teste de modelos lineares e lineares generalizados em função do relacionamento espécie-área

A distância D foi utilizada como uma área espacial para possibilitar teste dos modelos de SAR. A influência do tamanho da área nas diferentes regiões na diversidade *alpha* e *gamma*, foi avaliada com modelos de poder. Posteriormente foi testada com ANOVA no método de qui-quadrado ( $\chi^2$ ), como sugerido por Crawley (2007). Os testes foram realizados no programa estatístico R (R Development Team 2014), considerando  $P < 0,05$ .

**Tabela 7.** Áreas amostrais (conjunto de quatro armadilhas Malaise) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul e suas respectivas Distâncias proporcionais (D) em metros. D= média aritmética da distância entre armadilhas de uma área; DP =Desvio Padrão.

Região	Área Amostral	D	DP
Região A	Arroio Pelotas – Areal	82,342	3,975
	Arroio Pelotas - Mata da Galatéia	121,050	9,609
	Arroio Pelotas - Mata Grande	3519,384	2722,417
	Arroio Corrientes - Fazenda Corrientes	308,346	19,504
	Arroio Corrientes – Dunas	40,348	11,967
	Arroio Turuçu	129,519	13,831

	Foz do Arroio Turuçu	438,184	77,301
Região B	REBio Lami – Sede	315,221	44,301
	REBio Lami - Ponta do Cego	56,138	12,651
	Vila Pacheca - Rio Camaquã	1769,626	1028,643
	RPPN Barba Negra - Mata da Faxina	2285,163	482,055
	RPPN Barba Negra – Arroinho	92,379	8,813
	RPPN Barba Negra - Morro da Formiga	177,721	33,237
	RPPN Barba Negra - Remanso da Panelinha	342,633	179,000
Região C	ESEC Taim - Mata do Nicola Trevo	177,229	9,418
	ESEC Taim - Mata do Nicola	112,420	4,908
	ESEC Taim – Dunas	57,308	3,061
	ESEC Taim - Mata da Sede	281,523	105,004
	ESEC Taim - Mata do Virgílio	36,017	22,778
	ESEC Taim - Ponto Médio	2496,463	1300,204
	ESEC Taim - Ponto Grande	5344,763	2951,563

### 3. Resultados

#### Diversidade *Gamma*

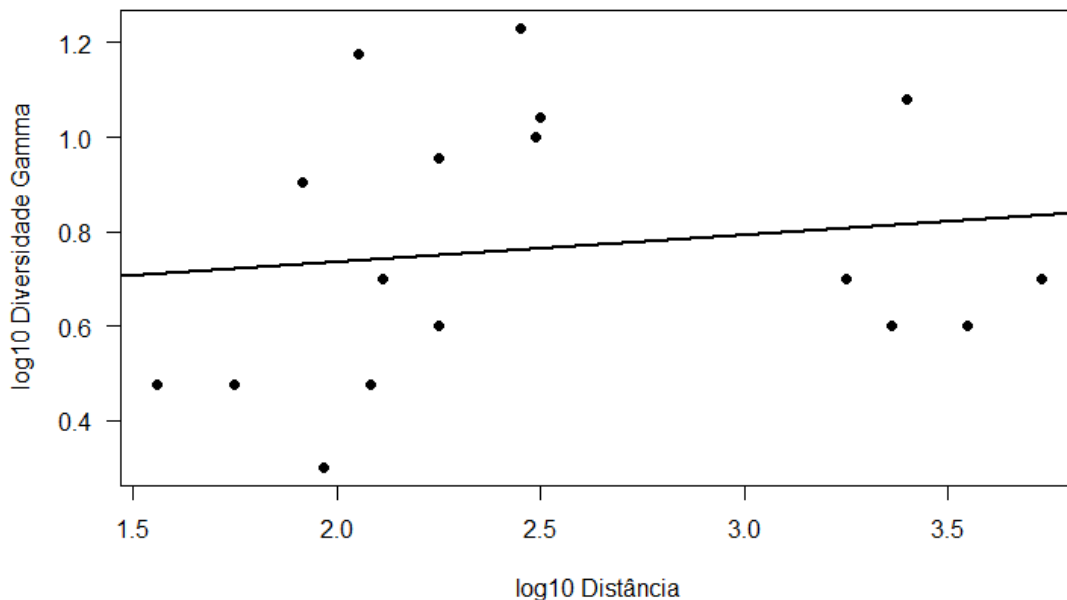
A análise do SAR entre a diversidade *gamma* de Syrphidae e a distância entre armadilhas entre os intervalos 36,02 e 5.344,76 metros apesar de não significativa ( $F_{1;15}=0,301$ ;  $P=0,591$ ) apresentou dois conjuntos de dados bem característicos. Um grupo com uma tendência de crescimento de  $z$  entre intervalos menores da distância entre armadilhas e outro sem uma tendência característica para as distâncias entre armadilhas com intervalos maiores (Fig. 9). Os parâmetros do modelo de poder foram  $c=0,630$  e  $z=0,052$ .

Ao separarmos os pontos que ocorreram nos intervalos menores (Fig. 9) e analisarmos encontramos que o número de espécies por área (diversidade *gamma*) aumentou com o aumento da distância entre armadilhas entre os intervalos de 36,02 a 315,22 metros ( $F_{1;10}=6,990$ ;  $P=0,025$ ) com parâmetros  $c = -1,159$  e  $z = 0,680$  (Fig. 10).

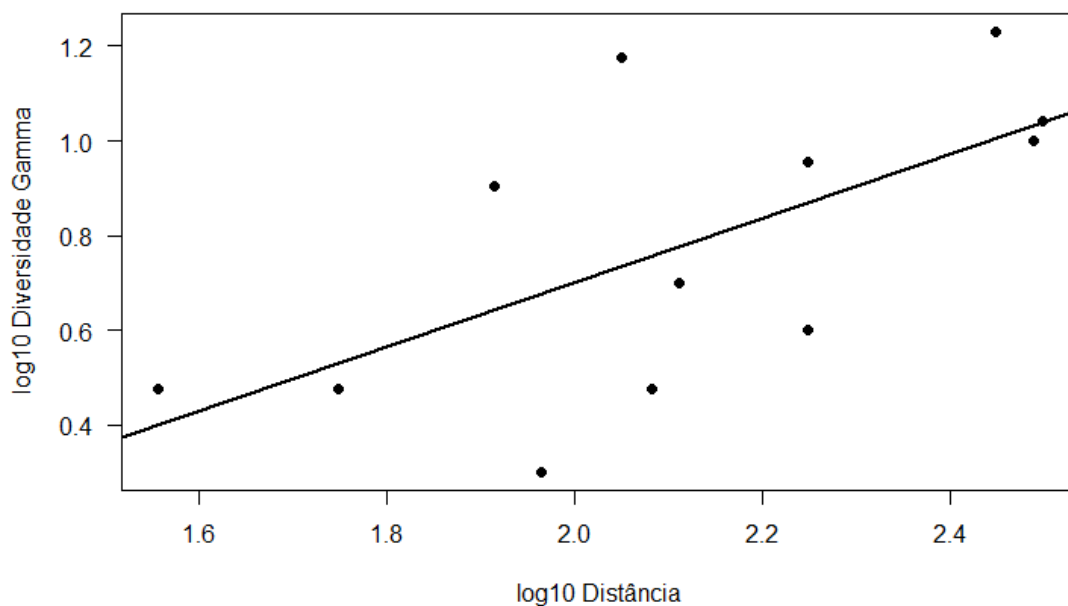
### Diversidade Alpha

Da mesma maneira que para a diversidade *gamma*, a diversidade alpha não variou com o aumento da distância entre armadilhas ( $F_{1;15}=0,092$ ;  $P=0,766$ ) e da mesma forma apresentou dois grupos de pontos, um relacionado a intervalos menores entre as armadilhas com uma tendência de crescimento de  $z$  e outro entre intervalos maiores entre as armadilhas (Fig. 11). Os parâmetros do modelo de poder foram  $c=0,176$  e  $z=0,031$ .

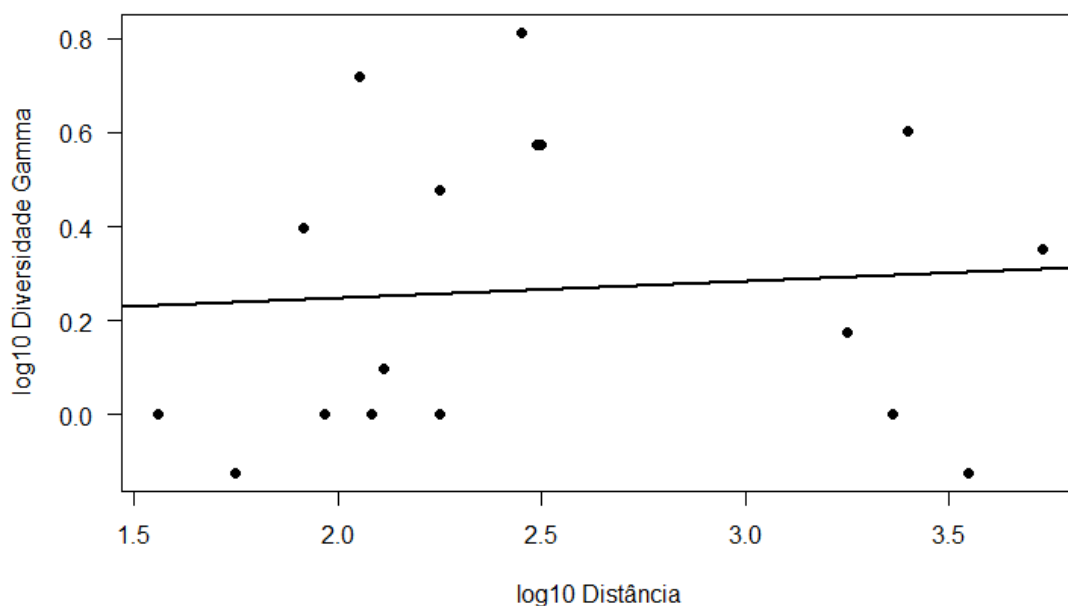
Quando consideramos apenas o grupo de pontos entre os intervalos de 36,02 a 315,22 metros para as distâncias entre armadilhas, a diversidade alpha aumentou conforme ocorreu o aumento da distância ( $F_{1;10}=7,232$ ;  $P=0,023$ ) com parâmetros  $c = -1,254$  e  $z = 0,732$  (Fig. 12).



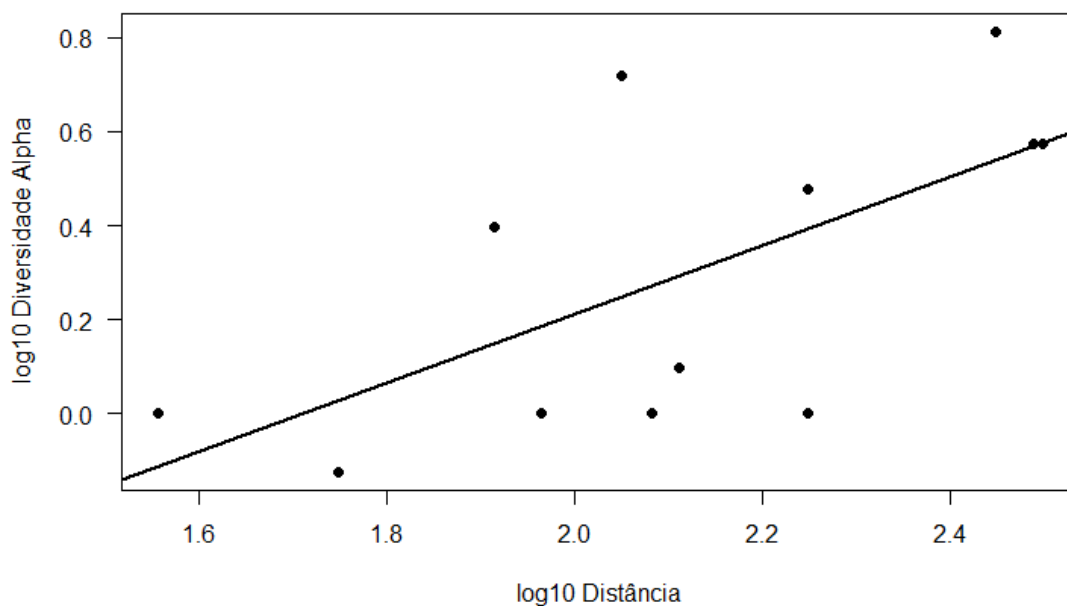
**Figura 9:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da Diversidade *Gamma* de Syrphidae e o Log10 da Distância entre armadilhas (metros) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.  $\log_{10} \text{Diversidade Gamma} = 0,630 + 0,052 * \log_{10} D$ .  $R^2 = -0,045$ .



**Figura 10:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da diversidade *Gamma* de Syrphidae e o Log10 da distância entre armadilhas entre os intervalos de 36,02 a 315,22 metros na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.  $\log_{10} \text{Diversidade Gamma} = -0,659 + 0,680 * \log_{10} D$ .  $R^2 = 0,353$ .



**Figura 11:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da Diversidade *Alpha* de Syrphidae e o Log10 da Distância entre armadilhas (metros) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.  $\log_{10} \text{Diversidade Alpha} = 0,176 + 0,031 * \log_{10} D$ .  $R^2 = -0,060$ .



**Figura 12:** Modelo de poder do relacionamento espécie-área entre o Log10 da Diversidade *Alpha* de Syrphidae e o Log10 da Distância entre armadilhas entre os intervalos de 36,02 a 315,22 metros na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.  $\log_{10} \text{Diversidade Alpha} = -1,254 + 0,732 * \log_{10} D$ .  $R^2 = 0,317$ .

#### 4. Discussão

Os modelos SAR logísticos (Fig. 10 e 12) para Syrphidae confirmaram que a distância entre as armadilhas é positivamente correlacionada com número de espécies, ou seja, grandes áreas suportam mais espécies, assim como em estudos com outros táxons (Gentile & Argano 2005, Triantis *et al.* 2005, Krauss *et al.* 2010, Karger *et al.* 2011, Bogich *et al.* 2012, Simaiakis *et al.* 2012, Bila *et al.* 2013).

As diversidades *alpha* e *gamma* aumentam com o aumento da área de coleta. O aumento de *alpha* é uma indicação que o local possui processos que mudam quando há uma redução ou perda de hábitat, descartando artefatos amostrais, ou grandes esforços amostrais (*sensu* Rosenzweig 1995). Por exemplo, amostragem passiva assume que a riqueza local (diversidade *alpha*) não varia com o tamanho do fragmento. De acordo com essa hipótese de área por si só, o tamanho do fragmento afeta os processos biológicos de regulação da riqueza de espécies (Stevens 1986). Como o exemplo, onde imigração pode aumentar com a área alvo (Brown & Kodric-Brown 1977), e extinção pode diminuir com o

tamanho do fragmento, devido ao maior tamanho das populações locais (MacArthur & Wilson 1967).

Os valores de  $z = 0,680$  e  $z = 0,732$  para *gamma* e *alpha*, respectivamente, são esperados para áreas pequenas, próximas ou contínuas (Rosenzweig 1995, Lomolino & Weaser 2001, Azovsky & Mazei 2005, Chiarucci *et al.* 2008, 2009, Hui 2008). Em pequenas áreas que são próximas de fontes de colonizadores, que seria mais provável que espécies generalistas sejam coletadas, ou espécies que pertencem a clados taxonômicos menos especializados (Kisel *et al.* 2011). No presente estudo, os baixos valores de  $z$  na PCRS são caracterizados com uma alta sobreposição de espécies com um possível processo dinâmico de imigração/emigração, como sugerido por Triantis *et al.* (2008, 2012).

Nos modelos com a função de poder observados nas figuras (9 e 11) em que as áreas muito grandes estavam presentes nas matrizes analisadas, os valores não foram significativos e provavelmente possa ser explicado por duas hipóteses. Uma delas diz respeito à diluição da probabilidade de captura em áreas muito grandes e aumento desta probabilidade em áreas muito pequenas (Schoereder *et al.* 2004). A redução da distância entre as armadilhas pode parecer um esforço amostral maior em uma área, o que poderia mascarar os efeitos do SAR. Em áreas muito pequenas é possível avaliar mais adequadamente a diversidade *gamma* do local, mesmo que a diversidade *alpha* permaneça inalterada. Em áreas maiores, a distância maior entre as armadilhas, mesmo que procure capturar uma diversificação maior na composição (CU, *sensu* Tuomisto 2010), pode não ocorrer devido à alta diversidade de habitats que organismos muito pequenos, como moscas, apresentam em áreas reduzidas. Isto levaria à redução da probabilidade de captura prevista por Schoereder *et al.* (2004).

Outro ponto muito importante que suporta a hipótese de alta diversidade de habitat para Syrphidae em áreas reduzidas, é a previsão de Lomolino & Wieser (2001). Estes autores postularam que o limite dos valores dos parâmetros de inclinação deve ser maior para os grupos de espécies com requisitos elevados de recursos (por exemplo, os grupos constituídos de grandes espécies) (Lomolino & Wieser 2001, Triantis *et al.* 2006, Azovsky 2011) com evidências de que a inclinação das curvas do SAR é dependente do tamanho das espécies analisadas (Williamson *et al.* 2001, Bell *et al.* 2005).

Muitos autores concluem que para uma interpretação consistente do SAR é necessária uma definição clara dos níveis de diversidade que serão utilizados nos modelos

e que conseqüentemente gerarão os parâmetros das curvas (Whittaker 1977, Whittaker *et al.* 2001, Scheiner 2003, 2004). A diversidade *alpha* tem sido interpretada como uma característica intrínseca de um local, sendo uma propriedade da comunidade, mas de difícil definição e delimitação (Underwood 1986, Gray 2000, Whittaker *et al.* 2001). Segundo Underwood (1986), parece muito difícil definir objetivamente a escala adequada para medir a diversidade *alpha*. Quase três décadas depois, a situação permanece praticamente inalterada (Whittaker *et al.* 2001, Willig *et al.* 2003), apesar de muitos trabalhos publicados nos últimos anos no que diz respeito ao conceito dos termos (Tuomisto 2010, 2011), a delimitação física do conceito que os termos encerram ainda estão sujeitos a revisões.

Whittaker *et al.* (2001) observam a evidencia de que as escalas espaciais em que *alpha* e *gamma* são medidas podem variar entre os táxons. Assim, organismos menores percebem o mundo como um mosaico mais refinado de hábitat (Azovsky 2011) e, portanto podem ter larguras de hábitats que não são percebidas por determinados protocolos de coletas. Logo, os requisitos dos agrupamentos taxonômicos envolvidos talvez tenham um papel importante como Zimmerman & Bierregaard (1986) observaram para anuros na Amazônia brasileira.

Os dados, quando desconsideramos as áreas maiores que 300 metros, demonstram o aumento significativo do número de espécies em função do aumento da área. Este é o padrão de SAR que tem sido demonstrado por Lomolino (2000), Tjørve (2003, 2009) e Tjørve & Tjørve (2011). Diferente do padrão recomendado por estes autores, as áreas menores das regiões amostradas (ver Capítulo 1) tiveram faunas homogêneas o que fortalece a explicação de largura de hábitat muito reduzida em Syrphidae, e por isso a baixa riqueza de espécies em áreas menores. Deste modo, a alta riqueza nas áreas ditas grandes deve-se, provavelmente, por ser um conjunto de áreas menores, que juntas com outras maiores de forma aninhada tendem a apresentar uma alta riqueza de espécies (Hanski & Gaggiotti 2004, Azovsky 2011).

Além disso, como já foi citado no capítulo anterior, as espécies de Syrphidae, por serem visitantes florais na fase adulta, ficam sempre próximas de suas fontes alimentares e sítios de criação de suas formas larvais. Essas constatações devem-se, provavelmente, ao fato dos sirfídeos serem mais relacionados com regiões abertas e iluminadas, em áreas com vegetais em floração, assim ambientes com grande variedade de ambientes tendem a

possuir maior número de espécies (Vockeroth & Thompson 1987, Owen 1991, Sommaggio 1999, Marinoni *et al.* 2004, Burgio & Sommaggio 2007).

Marinoni *et al.* (2004) e Jorge *et al.* (2007) observaram uma maior riqueza de espécies de Syrphidae na borda de mata, estes últimos fazem referência ainda ao fato de que os valores de abundância e diversidade apresentaram relação positiva com a luminosidade e proximidade da borda. Esse aumento de espécies de Syrphidae em relação ao tamanho da área amostrada pode estar relacionado, ao fato de uma grande parcela das espécies de Syrphidae estarem associadas, na fase imatura, à decomposição de matéria orgânica vegetal, ou então passando seu desenvolvimento em fitotelmatas (Ferrari 1987). Esses sites de criação são muito comuns em locais com pouca influência de antrópica e característicos de fragmentos de matas muito grandes, assim ressaltando a característica de bons indicadores de condição ambiental dos Syrphidae já citada anteriormente por Sommaggio (1999).

Em termos de conservação, as grandes áreas da planície costeira do Rio Grande do Sul, são menos suscetíveis a extinções locais do que fragmentos menores, ao menos na faixa em que estudamos. Isso sugere que esta área maior deve ser conservada corretamente, ou novas áreas protegidas devem ser criadas.

## Discussão geral

O Rio Grande do Sul carece de dados com relação à fauna de insetos não praga. Levantamentos da fauna em grande escala são raramente realizados, mais raramente ainda estudos com relação a invertebrados e Insecta ou Diptera. Além disso, as unidades de conservação sofrem com a falta de dados para embasar os planos de manejo para manutenção da diversidade nas unidades.

Devido a essa lacuna no conhecimento da biodiversidade do Rio Grande do Sul e nas principais Unidades de Conservação (UCs) do sul do Brasil, cabe salientar que este estudo é um dos primeiros na Estação Ecológica do Taim com insetos terrestres, com Diptera nas áreas do Arroio Pelotas, Arroio Turuçu, Arroio Corrientes, na RPPN Barba Negra e pioneiro com Syrphidae nas áreas da Reserva Ecológica do Lami e nas áreas do Rio Camaquã. Neste sentido, através de um extenso trabalho de campo e laboratório elaboramos listas de espécies de Syrphidae (Insecta, Diptera) das principais UCs da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

As listas elaboradas servem de subsídio para os gestores das várias UCs. De forma direta podemos obter informações básicas e efetivas para elaboração dos planos de manejo a partir das listas, onde em um panorama geral podemos saber das assembleias de Syrphidae: (i) quais espécies ocorrem nas áreas; (ii) quais espécies são exclusivas regionalmente; (iii) quais espécies têm potencial para bioindicação.

A problemática envolvida na utilização do modelo para a detecção do relacionamento espécie-área reside no questionamento se o fenômeno observado é devido a artefatos amostrais, ou se realmente é um padrão real da diversidade. Basicamente, o tipo de amostragem (proporcional ou uniforme) para determinadas áreas de amostragem seria o ponto crucial da discussão. Com o intuito de dar suporte à eficiência do modelo para a detecção do relacionamento espécie-área, nós propusemos uma amostragem que ao mesmo tempo fosse proporcional e uniforme. No sentido de que, a uniformidade amostral é ditada pelo mesmo número de amostras para todas as áreas e a proporcionalidade amostral é refletida pela distância proporcional entre as armadilhas de coleta. Os dados demonstraram que o padrão de aumento de espécies de Syrphidae, em função do aumento da área é baixo. Contudo, este padrão foi observado tanto com diversidade *alpha* e com *gamma*, mesmo que as curvas tenham uma inclinação relativamente baixa. A explicação pode ser dada por

uma particularidade do modelo animal em estudo, que é a largura de hábitat reduzida dos Syrphidae, que proporciona uma o aumento da riqueza de espécies em áreas maiores.

Pela alta riqueza de espécies ou diversidade apresentada nas áreas maiores e baixa riqueza nas áreas menores, os modelos de poder tiveram bons ajustes de dados para previsão do SAR, assim como a maioria dos estudos (Triantis *et al.* 2012). Os nossos resultados apresentaram os modelos de poder robustos, tanto para diversidade gamma como para alpha, então podemos concluir que a diversidade varia tanto em escala local como em escala regional.

O estabelecimento de medidas conservacionistas efetivas para biodiversidade não é somente um problema no ponto de vista prático, mas também teórico. Portanto, assim como neste estudo, a elaboração de mais listas de espécies, a proposição de mais estratégias claras e ferramentas para proteção da biodiversidade necessitam ser colocadas em ação o quanto antes, ainda assim correndo o risco de em poucas décadas não haver muito mais o que proteger (Terborgh & Van Schaik 2002, Wilson 1992, 1997).

## **Considerações finais**

As áreas naturais da Planície Costeira sofrem influência antrópica devido à proximidade de zonas urbanas e atividades de produção que propiciaram sua fragmentação, causando impacto nas comunidades de Syrphidae, diminuindo os habitats de desenvolvimento dos imaturos e também os recursos disponíveis para os adultos. Concluímos isso a partir da observação do relacionamento positivo entre o tamanho da área de amostragem e a diversidade de espécies de Syrphidae.

Podemos ressaltar a importância das unidades de conservação na manutenção de algumas espécies, principalmente quando observamos as exclusivas para cada uma delas. Por exemplo, as três espécies encontradas na região dois, sendo todas localizadas em unidades de conservação. Além disso, vale destacar a presença de táxons exclusivos fora de UCs, principalmente aquelas que foram encontradas na região um, a qual não possui UCs, e tem nove espécies que ocorreram somente lá. Com isso, avaliamos que a região um é uma área que necessita de cuidados relativos à manutenção da diversidade biológica antes que seja tarde demais.

Além disso, podemos observar que esta amostragem uniforme e proporcional funciona para a avaliação da SAR com Syrphidae, desde que a distância das armadilhas não ultrapasse 300 metros uma das outras, pois isso dilui a probabilidade de captura por armadilha, o que pode nos levar a rejeitar a hipótese primária.

Estudos com Syrphidae, que visem fazer um levantamento para o entendimento da ecologia de suas espécies devem se valer de mais de um método de coleta. A armadilha Malaise foi comprovada como um dos métodos de coleta que têm sucesso e deve ser utilizado.

## Referencias Bibliográficas

- Alonso, M.T.A. 1977. Vegetação. In: **Geografia do Brasil – Região Sul, v. 5** IBGE, Rio de Janeiro. 534 pp.
- Azovsky, A. 2011. Species-area and species sampling effort relationships: disentangling the effects. **Ecography** **34**: 18-30.
- Azovsky, A.I., Mazei, Y.A. 2005. Distribution and community structure of benthic ciliates in the northeastern part of the Black Sea. **Protistology** **4**: 83-90
- Basset, Y., Springate, N.D. 1992. Diel activity of arboreal arthropods associated with a rainforest tree. **Journal of Natural History** **26**: 947-952.
- Bell, T., Ager, D., Song, J.I., Newman, J.A., Thompson, I.P., Lilley, A.K.; Van Der Gast, C.J. 2005. Larger islands house more bacterial taxa. **Science** **308**: 1998-1999.
- Bila, K., Kuras, T., Sipos, J., Kindlmann, P. 2013. Lepidopteran species richness of alpine sites in the High Sudetes Mts.: effect of area and isolation. **Journal of Insects Conservation** **17**: 257-267.
- Bogich, T.L., Barker, G.M., Mahlfeld, K., Climo, F., Green, R., Balmford, A. 2012. Fragmentation, grazing and the species – area relationship. **Ecography** **35**: 224-231.
- Borges, P.A.V., Hortal, J., Gabriel, R., Homem, N. 2009. Would species richness estimators change the observed species area relationship? **Acta Oecologica** **35**(1): 149-156.
- Brasil. 1992. **Sociedade Botânica do Brasil**. Centuria Plantarum Brasilianum Extinctionis Minitata. Brasília. 126 pp.
- Breeland, S.G., Pickard, E. 1965. The malaise trap-an efficient and unbiased mosquito collecting device. **Mosquito News** **25**: 19-21.
- Brown, B.V. 2005. Malaise trap catches and the crisis in neotropical dipterology. **American Entomologist** **513**: 180-183.
- Brown, J.H., Kodric-Brown, A. 1977. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. **Ecology** **58**: 445-449.
- Brown, V.K. 1984. Secondary Succession: Insect-Plant Relationships. **Bioscience** **34**(11): 710-716.
- Burgio G., Sommaggio, D. 2007. Syrphidae as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. Agriculture, **Ecosystems and Environment** **120**: 416-422.

- Burguer, M.I. 1999. Situação e ações prioritárias para a conservação de banhados e áreas úmidas da zona costeira. In: **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. MMA. 60pp.
- Cam, E., Nichols, J. D., Sauer, J. R., Hines, J. E. 2002a. On the estimation of species richness based on the accumulation of previously unrecorded species. **Ecography** **25**: 102-108.
- Cam, E., Nichols, J.D., Hines, J.E., Sauer, J.R., Alpizar-Jara, R., Flather, C.H. 2002b. Disentangling sampling and ecological explanations underlying species-area relationships. **Ecology** **83**: 1118-1130.
- Celulose Riograndense. 2012. **Plano de Manejo da RPPN Barba Negra**. Disponível em: <<http://www.celuloseriograndense.com.br/responsabilidade/>> Acesso em: 22 abr 2014.
- Chao, A. 1987. Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. **Biometrics** **43**(4): 783-791.
- Chao, A., Colwell, R.K., Lin, C.-W., Gotelli, N.J. 2009. Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators. **Ecology** **90**:1125–1133.
- Chao, A., Lee, S.M. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. **Journal of the American Statistical Association** **87**: 210-217.
- Cheng, X.Y., Thompson, F.C. 2008. A generic conspectus of the Microdontinae (Diptera: Syrphidae) with the description of two new genera from Africa and China. **Zootaxa** **1879**: 21-48.
- Chiarucci, A., Bacaro, G., Vannini, A., Rocchini, D. 2008. Quantifying species richness at multiple spatial scales in a Natura 2000 network. **Community Ecology** **9**: 185-192.
- Chiarucci, A., Bacaro, G., Rocchini, D., Ricotta, C., Palmer, M.W., Scheiner, S.M. 2009. Spatially constrained rarefaction: incorporating the autocorrelated structure of biological communities into sample-based rarefaction. **Community Ecology** **10**: 209-214.
- Colwell, R.K., Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences** **345**: 101-118.
- Colwell, R.K., Mao, C.X., Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology** **85**: 2717-2727.
- Connor, E.F., McCoy, E.D. 1979. The Statistics and Biology of the Species-Area Relationship. **The American Naturalist** **6**: 791-833.
- Costa, C.S.B. 1997. Tidal marsh and wetland plants. In: Seeliger, U., Odebrecht, C., Castello, J.P. **Subtropical convergence environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic**. Berlin: Springer-Verlag. p. 24-26.

- Costa, C.S.B., Davy, A.J. 1992. Coastal saltmarsh communities of Latin America. In: Seeliger, U. **Coastal plant communities of Latin America**. New York: Academic Press., p.179-199.
- Crawley, M.J. 2007. **The R Book**. 950 pp.
- Curran, C.H. 1939. Synopsis of the American species of Volucella (Syrphidae; Diptera). Part II. - Descriptions of new species. **American Museum Novitates 1028**: 1-17.
- D’Almeida, J.M., Lopes, H.S. 1983. Sinantropia de Dípteros Muscóides (Calliphoridae) no Estado do Rio de Janeiro. **Arquivo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro 6**: 39-48.
- Darling, D.C., Packer, L. 1988. Effectiveness of Malaise traps in collecting Hymenoptera: The influence of trap design, mesh size, and location. **Canadian Entomologist 120**: 787-796.
- Davies, K.F., Margules, C.R. 1998. Effects of habitat fragmentation on carabid beetles: experimental evidence. **Journal of Animal Ecology 67**: 460-471.
- De Blasio, B.F. & De Blasio, F.V. 2002. Role of differential survival in a model of species-area curve. **Ecological Modelling 147**: 153-159.
- Dengler, J. 2009. Which function describes the species–area relationship the best? A review and empirical evaluation. **Journal of Biogeography 36**: 728-744.
- Dodds, W.K. 2009. **Laws, theories and patterns in ecology**. University of California Press, Berkeley, CA, 256 pp.
- Drakare, S., Lennon, J.J., Hillebrand, H. 2006 The imprint of the geographical, evolutionary and ecological context on species–area relationships. **Ecological Letters 9**: 215–227.
- Duarte, J.L.P., Krüger, R. F., Carvalho, C.J.B. de, Ribeiro, P.B. 2010. Evidence of the influence of Malaise trap age on its efficiency in the collection of Muscidae (Insecta, Diptera). **International Journal of Tropical Insect Science 30**: 115-118.
- Dutra, R.R.C, Marinoni, R.C. 1994. Insetos capturados com armadilha Malaise na Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. I. Composição de ordens. **Revista Brasileira de Zoologia 11**: 227-245.
- Ellis, W.N., Thomas, R.T.S. 1994. Insect phenology and diversity in Malaise traps at the Veluwe. **Entomologische berichten 54**: 171-175.
- Erwin, T.L. 1988. The tropical forest canopy. The heart of biotic diversity. In: Wilson, E.O., ed. **Biodiversity**. Washington: National Academy Press, 123–129
- Evans, F.C., Owen, D.F. 1965. Measuring insect flight activity with a Malaise trap. **Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters 1**: 89-94.

- Ferrar, P. 1987. **A guide to the breeding habits and immature stages of Diptera Cyclorrhapha**. E. J. Brill, Leiden/ Scandinavian Science Press, Copenhagen. Pt. 1 (text): 1 – 478; Pt. 2 (figs.): 479-907.
- Ganho, N. G., Marinoni, R. C. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas Malaise. **Revista Brasileira de Zoologia** **20**(4): 727-736.
- Gentile, G., Argano, R. 2005. Island biogeography of the Mediterranean sea: the species-area relationship for terrestrial isopods. **Journal of Biogeography**: 1715-1726.
- Gilbert, F. 2005. The evolution of imperfect mimicry. *In* **Insect Evolutionary Ecology**. Edited by M.D.E. Fellowes, G.J. Holloway and J. Rolff. CABI, Wallingford, UK, pp. 231-288.
- Gilbert, F.S. 1986. **Hoverflies. Naturalists' Handbook 5**. Cambridge, Cambridge, England.
- Golden, D.M., Crist, T.O. 1999. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. **Oecologia** **118**: 371-380.
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters** **4**: 379-391.
- Gray, J.S. 2000. The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **250**: 23-49.
- Gray, J.S., Ugland, K.I., Lamshead, J. 2004a. On species accumulation and species-area curves. **Global Ecology and Biogeography** **13**: 567–568.
- Gray, J.S., Ugland, K.I., Lamshead, J. 2004b. Species accumulation and species area curves – a comment on Scheiner (2003). **Global Ecology and Biogeography** **13**: 473-476.
- Gressitt, J. L., Gressitt, M. K. 1962. An improved Malaise trap. **Pacific Insects** **4**: 87-90.
- Hanski, I., Gaggiotti, O.E. 2004. **Ecology, genetics, and evolution of metapopulations**. Elsevier Academic Press, San Diego. 696pp.
- Hart, D.D., Horwitz, R.J. 1991. Habitat diversity and species-area relationship: alternative models and tests. Capítulo 3, p.47-68. In Bell, S.S., McCoy, E.D., Mushinsky, H.R. Habitat structure. The physical arrangement of objects in Space. London, Chapman and Hall, 567pp.
- He, F., Legendre, P. 2002. Species diversity patterns derived from species-area models. **Ecology** **83**: 1185-1198.
- Hill, J.L., Curran, P.J., Foody, G.M. 1994. The effects of sampling on the species-area curve. **Global Ecology and Biogeography Letters** **4**: 97-106.

- Holt, R.D., Lawton, J.H., Polis, G.A., Martinez, N.D. 1999. Trophic rank and the species–area relationship. **Ecology** **80**: 1495-1504.
- Hortal, J., Borges, P.A.V., Gaspar, C. 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. **Journal of Animal Ecology** **75**: 274-287.
- Hui, C. 2008. On species area and species accumulation curves: a comment on Chong and Stohlgren's index. **Ecological Indicators** **8**: 327-329.
- IBGE, 1986. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra, v. 33 in: **Levantamento de Recursos Naturais**. IBGE, Rio de Janeiro. 796pp.
- IBGE. 2004. **Mapa de vegetação do Brasil**. Brasília. IBGE.
- ICMBIO. 1999. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe**. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/parna\\_lagoa-do-peixe.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/parna_lagoa-do-peixe.pdf)> Acesso em 22 de abr. 2014.
- Jorge, C.M., Marinoni, L., Marinoni, R.C. 2007. Diversidade de Syrphidae (Diptera) em cinco áreas com situações florísticas distintas no Parque Estadual Vila Velha em Ponta Grossa, Paraná. **Iheringia, série zoologia** **97**(4): 452-460.
- Jost, H.1991. **O quaternário da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. 80f. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Karger, D.N., Klunge, J., Krömer, T., Hemp, A., Lehnert, M., Kessler, M. 2011. The effect of area on local and regional elevational patterns of species richness. **Journal of Biogeography** **38**: 1177-1185.
- Kilburn, P.D. 1966. Analysis of the Species-Area Relation. **Ecology** **47**: 831–843.
- Kim, K.C. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. **Biodiversity and Conservation** **2**: 191-214
- Kindt, R, Van Damme, P., Simons, A.J. 2006. Tree diversity in western Kenya: using profiles to characterize richness and evenness. **Biodiversity and Conservation** **15**: 1253-1270.
- Kisel, Y., McInnes, L., Toomey, N.H., Orme, C.D.L. 2011. How diversification rates and diversity limits combine to create large-scale species–area relationships. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences** **366**: 2514-2525.
- Krauss, J., Steffan-Dewenter, I., Tschardt, T. 2010. How does landscape context contribute to effects of habitat fragmentation on diversity and population density of butterflies? **Journal of Biogeography** **30**: 889-900.

- Krüger, R.F. 2006. **Análise da riqueza e da estrutura das assembléias de Muscidae (Diptera) no bioma Campos Sulinos, extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil.** 130f. Tese (Doutorado em Entomologia) Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- Krüger, R.F., Carvalho, C.J.B. de, Ribeiro, P.B. 2010. Assembly rules in muscid fly assemblages in the grasslands biome of Southern Brazil. **Neotropical Entomology** **39**: 345-353.
- Lawton, J.H. 1999. Are there general laws in ecology? **Oikos** **84**: 177-192.
- Leite, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência & Ambiente** **24**(1): 52-73.
- Lomolino, M.V. 2000. Ecology's most general, yet protean pattern: the species–area relationship. **Journal of Biogeography** **27**: 17-26.
- Lomolino, M.V., Weiser, M.D. 2001. Towards a more general species-area relationship: diversity on all islands, great and small. **Journal of Biogeography** **28**: 431-445.
- Lovejoy, T.E., Bierregaard Jr., R.O., Rylands, A.B., Malcon, R., Quintela, C.E., Harper, L., Brown Jr, K.S., Powell, A.H., Powell, G.V.N., Schubart, H.O.R., Hays, M.B. 1986. Edge and other effects on isolation on Amazon forest fragments, p. 257-285. In: M.E. Soule (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity.** Sunderland, Massachusetts, Sinauer, 584p.
- Lovejoy, T.E., Rankin, J.M., Bierregaard Jr, R.O., Brown, K.S., Emmons, L.H., Vander Voor, M.E. 1984. Ecosystem decay of Amazon forest remnants. 295-325. In: Nitecki, M.H. (Ed.). **Extinctions.** Chicago, University of Chicago. 354pp.
- Löwenberg-Neto, P., Carvalho, C.J.B.de. 2013. Muscidae (Insecta: Diptera) of Latin America and the Caribbean: geographic distribution and check-list by country. **Zootaxa** **3650**(1): 001-147.
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O. 1967. **The theory of island biogeography.** Princeton University Press, Princeton, NJ. p. 203.
- Maisonave, L., Knak, R.B., Paixão, C.M. 1995. Variação morfológica de *Zannichellia palustris* L. nas lagunas costeiras do Rio Grande do Sul. **Atlântica** **17**: 63-72.
- Malaise, R. 1937. A new insect trap. **Entomologisk Tidskrift** **58**: 148-160.
- Marcos-García, M.A., García-López, A., Zumbado, M.A. & Rotheray, G.E. 2012. Sampling Methods for Assessing Syrphid Biodiversity (Diptera: Syrphidae) in Tropical Forests. **Environmental Entomology** **41**(6): 1544-1552.
- Margules, C., Higgs, A.J., Rafe, R.W. 1982. Modern biogeographic theory: Are there any lessons for nature reserve design? **Biological Conservation** **24**: 115–128.

- Marinoni, L., Marinoni, R.C., Jorge, C.M., Bonatto, S.R. 2006. Espécies abundantes de Syrphidae (Diptera) em dois anos de coletas com armadilhas Malaise no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23(4):1071-1077.
- Marinoni, L., Miranda, G.F., Thompson, F.C. 2004. Abundância e riqueza de espécies de Syrphidae (Diptera) em áreas de borda e interior de floresta no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 48(4): 553-559.
- Marinoni, L., Morales, M.N., Spaler, Í. 2007. Chave de identificação ilustrada para os gêneros de Syrphinae (Diptera, Syrphidae) de ocorrência no sul do Brasil. **Biota Neotropica** 7(1): 145-160.
- Marinoni, L., Thompson, F. C. 2003. Flower flies of southeastern Brazil (Diptera: Syrphidae) Part I. Introduction and new species. **Studia Dipterologica** 10: 565–578.
- Marinoni, R.C., Dutra, R.R.C. 1993. Levantamento da Fauna Entomológica no Estado do Paraná. I. Introdução. Situações climática e florística de oito pontos de coleta. Dados faunísticos de agosto de 1986 a julho de 1987. **Revista Brasileira de Zoologia** 8: 31-73.
- Marinoni, R.C., Ganho, N.G. 2003. Sazonalidade de *Nyssodrysinia lignaria* (Bates) Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae), no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20(1): 141-152.
- Meira J.R. 1996. **Zoneamento da vegetação e de condições de topoclima da Reserva Biológica do Lami, Porto Alegre, RS, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ecologia, UFRGS.
- Meira, J.R., Porto, M.L. 1995. Estudo comparativo das matas ciliares da Reserva Biológica do Lami, através do método da projeção sobre a transecção. Resumos Expandidos do **I ECO-POA/Mostra Sobre o Meio Ambiente de Porto Alegre**. 80-82.
- Melo, A.S. 2008. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica** 8(3): 021-027.
- MMA. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/Sumario%20Mata%20Atlantica.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Sumario%20Mata%20Atlantica.pdf). Acesso em 22 de abr. 2014.
- Morales, M. N. & A. Köhler. 2006. Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. **Iheringia, série Zoologia** 96: 41–45.
- Morales, M.N., Köhler, A. 2008. Comunidade de Syrphidae (Diptera): diversidade e preferências florais no Cinturão Verde (Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) **Revista Brasileira de Entomologia** 52(1): 41-49

- Morales, M.N., Marinoni, L. 2009: Cladistic analysis and taxonomic revision of the *scutellaris* group of *Palpada* Macquart (Diptera: Syrphidae). **Invertebrate systematics** **23**: 301–347.
- Moreira, A.A.N.; Lima, G.R. 1977. Relevo, 1-34. **Geografia do Brasil – Região Sul, v 5** IBGE, Rio de Janeiro.
- Namaghi H.S., Hussein, M. 2009. The Effects of Collection Methods on Species Diversity of Family Syrphidae (Diptera) in Neyshabur, Iran. **Journal of Agricultural Science and Technology**. **11**: 521-526
- Ney-Nifle, M., Mangel, M. 2000. Habitat loss changes the species-area relationship. **Conservation Biology** **14**, 893 pp.
- Nimer, E. 1977. Clima, 35- 79. **Geografia do Brasil – Região Sul, v. 5** IBGE, Rio de Janeiro. 534 pp.
- Owen, J. 1991. **The ecology of a garden: the first fifteen years**. Cambridge, Cambridge University. 403pp.
- Paraluppi, N.D., Castellon, E.G. 1994. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: I. Levantamento taxonômico e sazonalidade. **Revista Brasileira de Entomologia** **38**: 661-668.
- Printes, R.C. 2002. **Plano de manejo participativo da Reserva Biológica do Lami**. Porto Alegre: SMAM. 133pp.
- R Core Team. 2014. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rambo, S.J. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Editora Unisinos, 473pp.
- Reemer, M., Ståhls, G. 2013. Generic revision and species classification of the Microdontinae (Diptera: Syrphidae). **ZooKeys** **288**: 1-213.
- Ricarte, A., Marcos-García, M.A., Moreno, C.E. 2011. Assessing the effects of vegetation type on hoverfly (Diptera: Syrphidae) diversity in a Mediterranean landscape: implications for conservation. **Journal of Insect Conservation** **15**: 865-877.
- Rodríguez-Fernández, J.I., Carvalho, C.J.B. de, Moura, M.O. 2006. Estrutura de assembléias de Muscidae (Diptera) no Paraná: uma análise por modelos nulos. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**(1): 93-100.
- Roesch, L.F.W., Vieira, F.C.B., Pereira, V.A., Schünemann, A.L., Teixeira, I.F., Senna, A.J.T., Stefan, V.M. 2009. **The Brazilian Pampa: A Fragile Biome**. **Diversity** **1**: 182-198.
- Rosenzweig, M.L. 1995. **Species diversity in space and time**. Cambridge University Press, New York. 436pp.

- Rotheray, G.E. 1993. Colour guide to hoverfly larvae (Diptera: Syrphidae). **Dipterists Digest 9**. Whiteley, Sheffield, England.
- Rylands, A.B., Brandon, K. 2005. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1.
- Santos, A.M.C., Whittaker, R.J., Triantis, K.A., Jones, O.R., Borges, P.A.V., Quicke, D.L.J., Hortal, J. 2010. Are species–area relationships from entire archipelagos congruent with those of their constituent islands? **Global Ecology and Biogeography 19**: 527-540.
- Scheiner, S.M. 2003. Six types of species-area curves. **Global Ecology and Biogeography 12**: 441-447.
- Scheiner, S.M. 2004. A mélange of curves further dialogue about species-area relationships. **Global Ecology and Biogeography 13**: 479-484.
- Scheiner, S.M., Chiarucci, A., Fox, G.A., Helmus, M.R., McGlenn, D.J., Willig, M.R. 2011. The underpinnings of the relationship between space, time, and species richness. **Ecological Monographs 81**: 195-213.
- Schoener, T.W. 1976. The species–area relationship within archipelagoes: models and evidence from island birds. **Proceedings of the XVI International Ornithological Congress 6**: 629-642.
- Schoereder, J. H., Galbiati, C., Ribas, C.R., Sobrinho, T.G., Sperber, C.F., DeSouza, O., Lopes-Andrade, C. 2004. Should we use proportional sampling for species-area studies? **Journal of Biogeography 31**: 1219-1226.
- SEMA. 1996. **Plano de Manejo do Parque Estadual Itapuã**. Disponível em: <[http://www.sema.rs.gov.br/upload/Plano\\_manejo\\_PEItapua.pdf](http://www.sema.rs.gov.br/upload/Plano_manejo_PEItapua.pdf)> Acesso em: 22 abr. 2014.
- SEMA. **Site da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, menu dos Parques Estaduais**. 2013. Disponível em : <[http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod\\_menu=174](http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=174)> Acesso em: 22 abr. 2014.
- Simaiakis, S.M., Tjørve, E., Gentile, G., Minelli, A., Mylonas, M. 2012. The species-area relationship in centipedes (Myriapoda: Chilopoda): a comparison between Mediterranean island groups Biological. **Journal of the Linnean Society 105**: 146-159.
- Smith, G.F., Gittings, T., Wilson, M., French, L., Oxbrough, A., O'Donoghue, S., O'Halloran, J., Kelly, D.L., Mitchell, F.J.G., Kelly, T., Iremonger, S., McKee, A.-M., Giller, P. 2008. Identifying practical indicators of biodiversity for stand-level management of plantation forests. **Biodiversity Conservation 17**: 991–1015
- Sólymos, P., Lele, S. R. 2012. Global pattern and local variation in species-area relationships. **Global Ecology and Biogeography 21**:109-120.

- Sommagio, D. 1999. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? **Agriculture, Ecosystems and Environment** **74**: 343-356.
- Steinbauer, M., Rüdiger, O., Naranjo-Cigala, A., Beierkuhnlein, C., Fernandez-Palacios, J.M. 2012. Increase of island endemism with altitude – speciation processes on oceanic islands. **Ecography** **35**: 23-32.
- Stevens, G.C. 1986. Dissection of the species-area relationship among wood-boring insects and their host plants. **The American Naturalist** **128**: 35-46.
- Strickler, J.D., Walker, E.D. 1993. Seasonal abundance and species diversity of adult Tabanidae (Diptera) at Lake Lansing Park-North, Michigan. **Great Lakes Entomologist** **26**: 107-112.
- Terborgh, J., Van Schaik, C. 2002. Porque o mundo necessita de parques. In: Terborgh, J. et al. (orgs.) **Tornado os parques mais eficientes: estratégias para a preservação da natureza nos trópicos**. Curitiba. Ed. UFPR. p. 25-36.
- Thompson, F. C. 1996. *Spilomyia* flower flies of the New World (Diptera: Syrphidae). **Memoirs of the Entomological Society of Washington** **18**: 261-272.
- Thompson, F.C. 1969. A new genus of Microdontine flies (Diptera: Syrphidae) with notes on the placement of the subfamily. **Psyche** **76**: 74-85.
- Thompson, F.C. 1972. A contribution to a generic revision of the neotropical Milesinae (Diptera: Syrphidae). **Arquivos de Zoologia** **23**: 73-215.
- Thompson, F.C., Rotheray, G.E. 1998. Family Syrphidae; p. 81-139 *In* Papp, L. and B. Darvas, (ed.). **Contributions to a manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance. Vol 3**. Budapest: Science Herald
- Thompson, F.C., Rotheray, G.E., Zumbado, M.A. 2010. Syrphidae. *In* **Manual of Central American Diptera**. Edited by B.V. Brown, A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley and M.A. Zumbado. NRC Research Press, Ottawa, Canada, pp. 763-792.
- Thompson, F.C. 1999. A key to the genera of the flower flies (Diptera: Syrphidae) of the Neotropical Region including descriptions of new genera and species and a glossary of taxonomic terms used. **Contributions on Entomology, International** **3**: 321-378.
- Tjørve, E. 2003. Shapes and functions of species–area curves: a review of possible models. **Journal of Biogeography** **30**: 827–835.
- Tjørve, E. 2009. Shapes and functions of species–area curves (II): a review of new models and parameterizations. **Journal of Biogeography** **36**: 1435-1445.
- Tjørve, E., Tjørve, K.M.C. 2011. Subjecting the theory of the small-island effect to Ockham’s razor. **Journal of Biogeography** **38**: 1836-1839.
- Townes, H.A. 1972. A light-weight Malaise trap. **Entomological News** **83**: 239-247.

- Triantis, K.A., Guilhaumon, F., Whittaker, R.J. 2012. The island species–area relationship: biology and statistics. **Journal of Biogeography** **39**: 215-231.
- Triantis, K.A., Mylonas, M., Lika, K., Vardinoyannis, K. 2003. A model for the species-area-habitat relationship. **Journal of Biogeography** **30**: 19–27.
- Triantis, K.A., Mylonas, M., Weiser, M.D., Lika, K., Vardinoyannis, K. 2005. Species richness, environmental heterogeneity and area: a case study based on land snails in Skyros archipelago (Aegean Sea, Greece). **Journal of Biogeography** **32**: 1727-1735.
- Triantis, K.A., Mylonas, M., Whittaker, R.J. 2008. Evolutionary species–area curves as revealed by single-island endemics: insights for the interprovincial species–area relationship. **Ecography** **31**: 401-407.
- Triantis, K.A., Vardinoyannis, K., Tsolaki, E.P., Botsaris, I., Lika, K., Mylonas, M. 2006. Re-approaching the small island effect. **Journal of Biogeography** **33**: 915-923.
- Tuomisto, H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. **Ecography** **33**(1): 2-22.
- Tuomisto, H. 2011. Commentary: do we have a consistent terminology for species diversity? Yes, if we choose to use it. **Oecologia** **167**: 903-911.
- Turner, I.M. 1996. Species loss in fragments of tropical rainforest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology** **33**: 200–209.
- Ugland, K.I., Gray, J.S., Ellingsen, K.E. 2003. The species accumulation curve and estimation of species richness. **Journal of Animal Ecology** **72**: 888-897.
- Underwood, A.J. 1986. What is a community? *In*: Raup, D.M., Jablonski, D. **Patterns and processes in the history of life**. Springer. p. 351-367.
- Venzke, T.S. 2012. Florística de comunidades arbóreas no Município de Pelotas, Rio Grande do Sul. **Rodriguésia** **63**(3): 571-578.
- Vieira, E.F., Rangel, S.S. 1988. **Planície costeira do Rio Grande do Sul: Geografia física, vegetação e dinâmica sócio-econômica**. Porto Alegre, Sagra. 256pp.
- Vockeroth, J.R. 1969. A revision of the genera of the Syrphini (Diptera: Syrphidae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada** **62**: 176pp.
- Vockeroth, J.R., Thompson, F.C. 1987. Syrphidae. *In*: McAlpine, J.F. ed. **Manual of Nearctic Diptera**. Ottawa, Agriculture Canada Research. v. 2, p.713-743.
- Waechter, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de Restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica** **33**: 49-68.
- Waechter, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. *In*: **Anais do Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira** **3**: 228-238.

- Watson, H.C. 1835. **Remarks on the geographical distribution of British plants.** Longman, Rees, Orme, Brown, Green, and Longman, London.
- Watson, H.C. 1859. **Cybele Britannica, or British plants and their geographical relations.** Longman and Company, London.
- Wells, J. 1991. *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) has reached the continental United States: review of its biology, pest status, and spread around the world. **Journal of Medical Entomology 28:** 471-473.
- Whittaker, A.C., Attal, M., Cowie, P.A., Tucker, G.E., Roberts, G. 2008. Decoding temporal and spatial patterns of fault uplift using transient river long-profiles: **Geomorphology 100:** 506-526.
- Whittaker, R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. **Evolutionary Biology 10:** 250-268.
- Whittaker, R.J. & Triantis, K.A. 2012. The species-area relationship: an exploration of that 'most general, yet protean pattern.' **Journal of Biogeography 39:** 623-626.
- Whittaker, R.J., Willis, K.J., Field, R. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography 28:** 453-470.
- Williamson, M., Gaston, K.J., Lonsdale, W.M. 2001. The species–area relationship does not have an asymptote! **Journal of Biogeography 28:** 827-830.
- Willig, M.R., Kaufman, D.M., Stevens, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 34:** 273-309.
- Wilson, E.O. 1992. **The diversity of life.** London. Penguin Books. 421pp.
- Wilson, E.O. 1997. **Biodiversidade.** Rio de Janeiro. Ed. Nova Fronteira. 657pp.
- Zimmerman, B.L, Bierregaard, R.O. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography with an example from Amazonia. **Journal of Biogeography 13:** 133-143.

## Anexo

Scripts das análises realizadas no programa computacional R (R Core Team. 2014).

```
#Análises de Diversidade e Rarefação
>library(ade4)
>library(vegan)

>rarefa <- read.table("Cap1RS.txt",head=T)
>rarefa

>attach(rarefa)
>summary(rarefa)

>N <- colSums(rarefa)
>subs3 <- c(seq(1, 425, by = 1), sum(N))
>rar3 <- rarefy(N, sample = subs3, se = T, MARG = 2)
>rar3
#as curvas de rarefação são as medias reamostradas dos
valores
###de individuos~espécies
>chaoF <- specpool(rarefa)
>chaoF

>rarefar1 <- read.table("Cap1R1L.txt",head=T)
>rarefar1

>attach(rarefar1)
>summary(rarefar1)

>N <- colSums(rarefar1)
>subs1 <- c(seq(1, 72, by = 1), sum(N))
>rarr1 <- rarefy(N, sample = subs1, se = T, MARG = 2)
>rarr1

>rarefar2 <- read.table("Cap1R2L.txt",head=T)
>rarefar2

>attach(rarefar2)
>summary(rarefar2)

>N <- colSums(rarefar2)
>subs2 <- c(seq(1, 72, by = 1), sum(N))
>rarr2 <- rarefy(N, sample = subs2, se = T, MARG = 2)
>rarr2

>rarefar3 <- read.table("Cap1R3L.txt",head=T)
>rarefar3

>attach(rarefar3)
```

```

>summary(rarefar3)

>N <- colSums(rarefar3)
>subsr3 <- c(seq(1, 72, by = 1), sum(N))
>rarr3 <- rarefy(N, sample = subsr3, se = T, MARG = 2)
>rarr3

#Curva da acumulação de espécies
>plot(specaccum(diver), xlab = "# of samples", ylab = "# of
species")

#Analises de modelos de Poder
##Modelo de Poder de log10 de gamma em função log10
##distancia, sem distâncias maiores que 316 metros.
>SARG<- read.table("semgd2.txt", header= T)
>attach(SARG)
>summary(SARG)
>SARG
>mod<-lm(log10(s) ~ log10(d), data=SARG)
>anova(mod)
>summary(mod)
>plot(log10(s) ~ log10(d), pch=19, las=1, ylab = "log10
Diversidade Gamma", xlab = "log10 Distância", data=SARG)
>abline(mod, lwd=2)

##Modelo de Poder de log10 de alpha em função log10
##distancia, sem distâncias maiores que 316 metros.
>mod2<-lm(log10(alfa) ~ log10(d), data=SARG)
>anova(mod2)
>summary(mod2)
>plot(log10(alfa) ~ log10(d), pch=19, las=1, ylab = "log10
Diversidade Alpha", xlab = "log10 Distância", data=SARG)
>abline(mod2, lwd=2)

##Modelo de Poder de log10 de alpha em função log10
##distancia completa.
>SAR<- read.table("novasd.txt", header= T)
>attach(SAR)
>summary(SAR)
>SAR
>mod<-lm(log10(s) ~ log10(d), data=SAR)
>anova(mod)
>summary(mod)
>plot(log10(s) ~ log10(d), pch=19, las=1, ylab = "log10
Diversidade Gamma", xlab = "log10 Distância", data=SAR)
>abline(mod, lwd=2)

##Modelo de Poder de log10 de alpha em função log10
##distancia completa.

```

```
>mod<-lm(log10(alfa) ~ log10(d), data=SAR)
>anova(mod)
>summary(mod)
>plot(log10(alfa) ~ log10(d), pch=19, las=1, ylab = "log10
Diversidade Gamma", xlab = "log10 Distância", data=SAR)
>abline(mod, lwd=2)
```