

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

Composição e estrutura da comunidade de insetos de uma marisma da Ilha da Pólvora (Rio Grande, Brasil)

Marcel Lucas Gantes

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Oceanografia Biológica da
Universidade Federal do Rio
Grande, como requisito parcial à
obtenção do título de mestre.

Orientador: Fernando D’Incao

RIO GRANDE
Agosto, 2011

“Complicações surgiram, persistiram e foram superadas...”.

Capitão Jack Sparrow

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Dr. Fernando D’Incao pela orientação e também por ter aberto espaço para os insetos no seu laboratório. Muito obrigado por seu companheirismo e incentivos.

Agradeço aos membros da banca por terem aceitado avaliar este trabalho.

Agradeço ao Professor Dr. Luiz Felipe Cestari Dumont, pelo apoio e ajuda com os dados estatísticos.

Agradeço ao Doutorando Leonardo Evangelista Moraes pelo apoio com os testes estatísticos.

Agradeço especialmente ao professor MSc. Eduardo Alves Oliveira por ter me colocado neste caminho e feito ter tanto carinho por estes animais. Agradeço sua amizade e seus ensinamentos.

Um agradecimento mais que especial para a oceanóloga Daiane Carrasco por toda sua paciência, carinho e dedicação. Com certeza sem ela não teria chegado até o fim do caminho. Muito obrigado de coração.

Agradeço aos amigos Robledo, Jeronimo, Jorge, Dinho, MSc. Michel e Bruno por todo o apoio e amizade.

À bióloga e amiga Cristiane Bolico pela ajuda na identificação dos Hymenoptera.

À bióloga e amiga Katiele Dummel pela ajuda na identificação dos Coleópteros.

À bióloga e amiga Dédi Vernéti, pela sua amizade e apoio nos momentos de dificuldade.

À Dr. Roberta Barutot pelos ensinamentos, amizade e contribuições ao trabalho.

Ao MSc. Marcos Alaniz por sua ajuda nesses momentos finais.

Ao MSc Mauricio Beux por dicas e auxílio ao longo do trabalho, bem como pelo apoio e momentos de descontração.

À MSc. Natalia Pereira pelo auxílio com os dados abióticos.

À MSc. Gisele Souza por todo seu carinho e apoio.

Ao Mestre de Embarcações Antônio Giovane Martins Ferreira por estar sempre disposto e com bom humor, a realizar a travessia até a Ilha da Pólvora.

Aos demais amigos e colegas de laboratório, por tornarem os dias mais divertidos e mesmo cansativos.

Aos familiares por estarem na torcida. Principalmente ao meu pai e avó.

Aos demais amigos que não citarei pra evitar cometer injustiças.

E um agradecimento especial à minha namorada Luíza Mello por me “aturar” ao longo destes anos e dar apoio nos momentos de dificuldade.

Enfim, a todos que de uma maneira ou de outra fazem/fizeram parte da minha vida, meus sinceros agradecimentos.

Sumário

Lista de tabelas.....	6
Lista de figuras.....	7
Resumo.....	9
Abstract.....	10
1- Introdução.....	11
2- Materiais e métodos.....	15
2.1- Área de estudo.....	15
2.2- Metodologia de coleta.....	17
2.3- Dados Abióticos.....	18
2.4- Análise dos Dados.....	19
2.4- Frequência relativa das famílias.....	19
2.5- Constância de famílias.....	19
2.6- Curva de Acumulação.....	20
3- Resultados.....	20
3.1- Frequência e Constância de famílias.....	20
3.2- Riqueza e Dominância.....	23
3.3- Sazonalidade.....	23
3.4- Correlação com dados Abióticos.....	24
3.5- Curva de acumulação.....	33
4- Discussão.....	33
4.1- Frequência e Constância de famílias.....	35
4.2- Riqueza e Dominância.....	36
4.3- Sazonalidade e Correlação com os dados Abióticos.....	37
4.4- Conclusão.....	39
5- Referencias bibliográficas.....	39

Lista de tabelas

Tabela 1 - Número de indivíduos e frequência absoluta por famílias de Insecta, capturados por armadilha pitfall de novembro de 2009 a outubro de 2010 na Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos Patos, RS.

Tabela 2 - Índices de dominância (I) e, diversidade (D_s) de Simpson e abundâncias mensais de Insecta capturados com armadilha pitfall em área uma marismas da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos.

Lista de Figuras

Figura 1 - Imagem de satélite do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, com indicação da área de estudo, na Ilha da Pólvora. (Modificado de Seeliger *et al* 2004)

Figura 2 - Esquema de armadilha pitfall (Modificado de Almeida *et al.* 1998).

Figura 3 - Abundância de Hymenoptera capturadas por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência de Formicidae e demais famílias. B- Frequência das demais Famílias de Hymenoptera capturadas no período. Famílias parasitoides representadas com *.

Figura 4 - Frequência de Coleoptera capturada por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência de Staphylinidae, Nitidulidae e demais famílias. B- Frequência das demais Famílias de Coleoptera capturadas no período.

Figura 5 - Frequência de Collembola capturados por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

Figura 6 - Frequência de Diptera: Brachycera capturados por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência das Abundância de Drosophilidae, Ephidridae, Phoridae e demais famílias. B- Frequência das demais Famílias de Diptera-Brachycera capturadas no período.

Figura 7 - Frequência de Diptera:Nematocera capturados por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência de Sciaridae, Mycetophilidae, Tipulidae e demais famílias. B-

Frequência das demais Famílias de Diptera:Nematocera capturadas no período.

Figura 8 - Variabilidade sazonal das principais famílias de insetos capturados por pitfall no período de novembro de 2009 à outubro de 2010, marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

Figura 9 - Variabilidade sazonal das principais famílias de insetos capturados por pitfall no período de novembro de 2009 a outubro de 2010, na marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

Figura 10 – Número de indivíduos capturados por armadilha pitfall por estação do ano no período de novembro de 2009 a outubro de 2010, na marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

Figura 11 – Riqueza de famílias capturadas por armadilha pitfall por estação do ano no período de novembro de 2009 a outubro de 2010, na marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

Figura 12 - Dendrograma de presença ausência de Jaccard das capturas de insetos por pitfall estação do ano da Ilha armadilha na marisma da Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

Figura 13 - Curva de acumulação de famílias de insetos coletados com armadilha pitfall na marisma da Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

Resumo

Insetos são membros de vital importância das comunidades bióticas. Atualmente, constituem o grupo dominante de animais na Terra. Porém, mesmo sendo um grupo de elevada importância nos mais diversos ambientes, a sua dados sobre este grupo são praticamente inexistentes nas marismas brasileiras. Desta forma com o objetivo de descrever a composição e a estrutura (em nível de família) da fauna de insetos do solo de uma marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, foram instaladas 15 armadilhas do tipo Pitfall na marisma raramente alagada com coletas semanais no período de novembro de 2009 a outubro de 2010. Foram coletados 5.754 insetos compreendendo 78 famílias e 12 ordens. A ordem mais abundante foi Hymenoptera seguida por Diptera, Collembola e Coleoptera. Em relação às famílias, Formicidae foi a mais abundante, seguida por Entomobryidae, Staphylinidae e Drosophilidae. Mesmo a marisma da Ilha da Pólvora sofrendo constantemente alagamento a diversidade de insetos de solo é bastante elevada ($D_s = 0,9056$) sendo os fatores que mais influenciam na taxa de atividade destes insetos são temperatura ($p=0,009$), umidade relativa do ar ($p=0,049$) e precipitação ($p=0,019$). Esses fatores podem estar diretamente relacionados aos picos de abundância nos meses de março e abril. Porém ainda não se conhece qual o grau da influência destes fatores no ciclo de vida dos insetos nas marismas, nem qual o papel destes insetos nas marismas do estuário da Lagoa dos Patos, sendo necessários estudos mais aprofundados para se conhecer a importância destes organismos para este ecossistema.

Abstract

Insects are vital members of biotic communities. Currently, they constitute the dominant group of animals on Earth. However, even though a group of high importance in many different environments, their data on this group are virtually nonexistent in the Brazilian coastal marshes. Thus in order to describe the composition and structure (family level) of the insect fauna of the soil of a salt marsh of the Pólvora island, on the Patos Lagoon estuary, 15 pitfall traps were installed in the rarely flooded marsh with weekly collections from November 2009 to October 2010. 5,754 insects were collected comprising 78 families and 12 orders. The order Hymenoptera was most abundant followed by Diptera, Collembola and Coleoptera. For families, Formicidae were the most abundant, followed by Entomobryidae, Staphylinidae and Drosophilidae. Even with Pólvora island salt marsh suffering constantly flooding, the diversity of soil insects is quite high ($D_s = 0.9056$) and the factors that most influence the rate of activity of these insects are temperature ($p = 0.009$), relative humidity ($p = 0.049$) and precipitation ($p = 0.019$). These factors can be directly related to the peaks of abundance in the months of March and April. But is not yet known what is the degree of influence of such factors in the life cycle of insects in the marshes, or what is the role of insects in the marshes of the estuary on the Patos Lagoon. Further studies are needed in order to know the importance of these organisms to this ecosystem.

1- Introdução

Insetos são membros de vital importância das comunidades bióticas. Atualmente, constituem o grupo dominante de animais na Terra (Triplehorn & Johnson 2011). Estão distribuídos em numerosas comunidades que compreendem cerca de 70% das espécies animais conhecidas (Dummel *et al.* 2001), ocupando praticamente todos os ambientes com elevadas densidades populacionais e grande diversidade de espécies e de habitats. Os insetos possuem grande capacidade de dispersão, seleção de ambientes e de hospedeiros, além de sua dinâmica populacional ser altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat (Thomazini & Thomazini 2000). Também são importantes pelo seu papel no funcionamento dos ecossistemas naturais, atuando como predadores, parasitos, fitófagos, saprófagos ou polinizadores (Ehrlich *et al.* 1980; Boer 1981; Rosenberg *et al.* 1986; Souza & Brown 1994).

A abundância dos insetos está diretamente relacionada com a sazonalidade (Wolda 1988), uma vez que sua riqueza e abundância são diretamente influenciadas pela temperatura, umidade e precipitação (Gonçalves-Alvin & Fernandes 2001; Oliveira *et al.* 2006). Segundo Silva *et al.* (2011) existe uma forte correlação entre a estação chuvosa e sazonalidade de insetos. Nos trópicos, o período de atividade dos insetos é, em média, maior do que em áreas temperadas (Silva *et al.* 2011). A porcentagem de espécies ativas durante todo o ano é maior nas zonas tropicais e os picos de abundância são menos bem definidas do que nas áreas temperadas. Porém em regiões onde há estações bem definidas existe um gradiente de sazonalidade mais acentuado (Silva *et al.* 2011).

Os insetos influenciam a dinâmica dos ecossistemas por atuarem na decomposição da serrapilheira, polinização, supressão do crescimento de plantas ou servindo de alimento para carnívoros (Seastedt & Crossley 1984). Cerca de 90% dos artrópodes presentes nas marismas são insetos, dos quais aproximadamente 130 espécies são fitófagas, algumas generalistas, mas a maioria é especialista na sua alimentação e escolha da planta para permanência e reprodução (Adam 1993). Mesmo sendo um grupo de tamanha importância, a maior parte dos estudos da entomofauna em marismas concentra-se principalmente na América do Norte (Kratzer & Batzer 2007; Hines *et al.* 2005; Fegan & Denno 2004; Rand 2002) e na Europa (Gröning *et al.* 2006; Finch & Krummen 2007; Hemminga & van Soelen 1988). Tais estudos indicam que as marismas são importantes para o ciclo de vida de Hemiptera, Coleoptera e Diptera. Por outro lado, há uma grande carência de informações a respeito destes insetos na América do Sul, em especial na costa brasileira, onde os trabalhos são praticamente inexistentes, salvo o realizado por Dummel *et al.* (2011). Espécies das maiores ordens de insetos são registradas nas marismas: Diptera, Coleoptera e Hemiptera são predominantes, compreendendo mais de 75% do número total de espécies registradas (Cheng 1976).

Com grande importância ecológica, os Diptera constituem-se em um dos grupos de insetos de maior presença nas marismas europeias, salientando-se Chironomidae (Hashimoto 1976), Ceratopogonidae (Linley 1976), Culicidae (O'Meara 1976) e Tipulidae (Cheng 1976) como as mais abundantes nestes ambientes. Responsável pela proliferação de doenças tropicais, como a febre amarela e a dengue, as espécies de *Aedes* (Culicidae, Aedini) compreendem um grupo de mosquitos de fácil colonização rural, peri-urbana e urbana, como

A. aegypti e *A. albopictus* (Chiaravalloti-Neto *et al.* 2002), podendo ser encontrados em regiões estuarinas (MacKenzie 2005).

Hemiptera é um grupo marcante nas marismas da Europa e América do Norte, por estar presente tanto no ambiente aquático, com a subordem Heteroptera, quanto no terrestre, com a dominância da subordem Auchenorrhyncha. Segundo Andersen & Polhemus (1976) e Triplehorn & Johnson (2005), das seis famílias pertencentes à infra-ordem Gerromorpha (Subordem Heteroptera), Gerridae, Veliidae, Mesoveliidae e Hermatobatidae possuem hábito semiaquático em ambientes costeiros. Gelastocoridae, Ochteridae e Corixidae componentes da macrofauna dulcícola, também estão presentes neste ecossistema (Polhemus 1976; Scudder 1976). Na vegetação, os Auchenorrhyncha são o grupo dominante, representados principalmente pelas cigarrinhas fitófagas Delphacidae, Cicadellidae e Miridae, e servem como ferramenta indicadora de fragmentação vegetal por muitas espécies possuírem o hábito monófago (Hines *et al.* 2005). *Proklesia marginata* e *P. dolus* (Delphacidae) são os herbívoros mais abundantes em *Spartina alterniflora*, atingindo grandes densidades, atravessando o inverno como ninfas aninhadas na serrapilheira sobre as novas plântulas de *S. alterniflora* (Denno *et al.* 2000, 2005).

O registro de Coleoptera em zonas costeiras tem sido geralmente fragmentado (Foster 2000; Luxton 2000). A distribuição de Coleoptera nas assembleias da costa nordeste da Inglaterra foi investigada por Eyre & Luff (2005), outros trabalhos focalizaram apenas grupos específicos de Coleoptera (Handke & Menke 1995; Desender & Maelfait 1999; Hammond 2000). No Brasil, Dutra & Miyazaki (1995) fizeram um levantamento dos insetos da Ilha do

Mel, PR. Macedo *et al.* (2004) inventariaram a fauna de besouros fitófagos da Restinga de Jurubatiba, RJ, e Dummel *et al.* (2011) compararam a fauna de besouros de uma restinga com uma marisma, localizada no estuário da Lagoa do Patos.

É possível dividir todos os besouros de acordo com o seu modo de vida em dois grupos artificiais: habitantes do solo e da vegetação marginal. A principal diferença entre esses dois grupos é que, na maioria dos casos, as larvas e os adultos habitantes da vegetação marginal ocupam diferentes nichos ecológicos e tróficos (Odum 1988). As larvas de muitas espécies de Cerambycidae, Lucanidae e Elateridae apresentam hábito xilófico, enquanto que os adultos são antófilos (Anichtchenko 2006). Quase todas as espécies deste grupo têm boa capacidade de voar, ou seja, facilidade de dispersão em busca de áreas apropriadas (Dale *et al.* 1995; Costa *et al.* 2009).

Em contrapartida, na maioria dos casos as larvas e adultos de habitantes do solo ocupam o mesmo nicho ecológico e, muitas vezes, quase o mesmo nicho trófico, como é o caso de Carabidae e Staphylinidae (Gallo *et al.* 2002). Muitas espécies desse grupo perderam ou têm reduzida a sua capacidade de voo, e suas áreas geográficas são muito limitadas (Anichtchenko 2006). Os besouros da família Scarabaeidae são detritívoros, promovendo a remoção e reingresso da matéria orgânica no ciclo de nutrientes, aumentando a aeração do solo e prolongando a sua capacidade produtiva (Milhomem *et al.* 2003).

Sendo assim características de um solo, bem como a sua qualidade são determinadas em grande parte pela interação deste com os organismos presentes. Essa interferência pode ser clara em processos tais como na decomposição, ou menos óbvia como no caso da textura e estrutura do solo ou

capacidade de retenção de água. Nos últimos anos, vários trabalhos têm sido feitos para caracterizar os solos de marismas (Otero & Macías 2003), sendo dada atenção especial a importantes processos biogeoquímicos característicos deste ambiente (Mendonça *et al.* 2004) e produção/exportação/decomposição da matéria orgânica derivada de sua vegetação (Costa 1998), porém são praticamente inexistentes os trabalhos descrevendo a entomofauna de solo de marismas, restando uma lacuna importante na compreensão deste tipo de ambiente. Desta forma o objetivo deste trabalho foi descrever a composição e a estrutura (em nível de família) da fauna de insetos do solo de uma marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos.

2- Materiais e Métodos

2.1- Área de estudo

O estudo foi realizado na Ilha da Pólvora (32°01'S, 52°06'W), localizada no estuário da Lagoa dos Patos, município de Rio Grande, RS (Fig. 1). Com uma área total de 45 ha, a Ilha da Pólvora se apresenta quase totalmente coberta por marismas, e é possível caracterizar três diferentes estratos vegetais, compostos de distintas comunidades vegetais dependentes do grau de inundação: Marismas inferiores ou marismas frequentemente alagadas (MFA) (> 40% do tempo) com nível médio de água (NMA) entre + 0,10 e – 0,50m são dominadas por *Spartina alterniflora*, *Scirpus olneyi* e *Scirpus maritimus*. Marismas intermediárias ou marismas esporadicamente alagadas (MEA) (10 – 25% do tempo) com NMA entre + 0,10 e + 0,30m, são dominadas pela

cobertura de *Spartina densiflora* e/ou *Scirpus olneyi*. As marismas raramente alagadas (MRA) por águas salobras (menos de 10% do ano) localizam-se entre + 0,40 e + 0,80 do NMA e são dominadas pela densa cobertura de *Juncus krausii* (anteriormente identificado como *Juncus effusus*) (Costa 1998) e *Myrsine parvifolia* (Costa et al. 2003).

A região costeira do Rio Grande do Sul caracteriza-se por apresentar um clima subtropical marítimo. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa, com chuvas bem distribuídas e verões rigorosos. As temperaturas no verão oscilam entre 17° e 32°C, com média de 24,5°C e de 6° a 17°C no inverno, com média de 11,5° C. A pluviosidade média é de 1.317 mm/ano (Vieira & Rangel 1983).

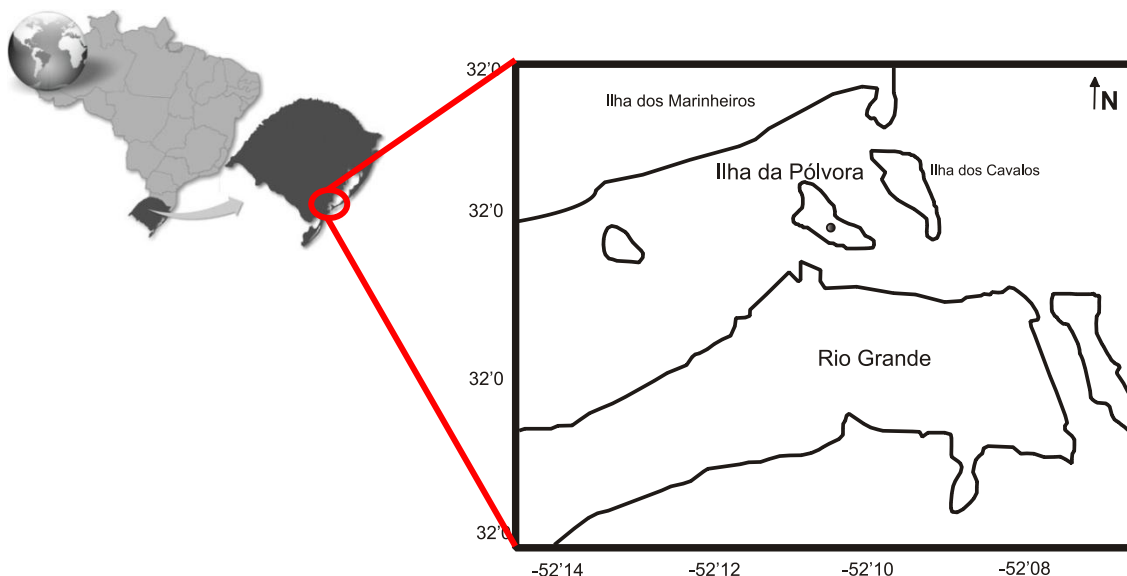


Figura 1 - Imagem de satélite do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, com indicação da área de estudo, na Ilha da Pólvora. (Modificado de Seeliger et al 2004)

2.2- Metodologia de coleta

Durante o período de novembro de 2009 a outubro de 2010 foram instaladas 15 armadilhas do tipo pitfall na MRA em pontos definidos preferencialmente pela presença dos arbustos de *M. parvifolia*. A armadilha é constituída de um frasco coletor (diâmetro de 15 cm por 10 cm de altura) enterrado no solo de maneira que a abertura fique ao nível da superfície. A armadilha pitfall foi coberta, ainda, por uma prancha de madeira, com suporte elevado do solo por 10 cm, a qual evitou o acúmulo de água da chuva no interior da armadilha. Os insetos que se deslocam no solo caem dentro do recipiente, que contem álcool (70%) e algumas gotas de detergente, para a quebra da tensão superficial (Fig. 2). As armadilhas foram enterradas no solo a 50 cm do caule de *M. parvifolia*, permanecendo no campo durante o período de sete dias. Semanalmente o material coletado era recolhido e a armadilha instalada novamente. Após a coleta o material foi levado ao Laboratório de Crustáceos Decápodos (LCD) do Instituto de Oceanografia, onde foram acondicionados em frascos de vidro com álcool 70% com etiquetas de identificação. Em seguida, o material coletado foi triado e contado em nível de ordem e família segundo Triplehorn & Johnson (2005) e Merritt & Cummins (1996).

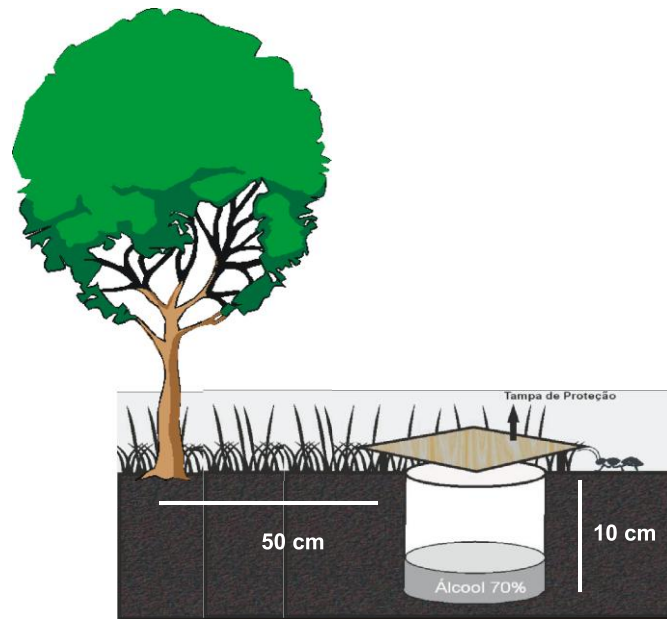


Figura 2 - Esquema de armadilha pitfall (Modificado de Almeida *et al.* 1998), instalado na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos.

2.3- Dados Abióticos

Os dados meteorológicos foram obtidos pela Estação Meteorológica do INMET, gerenciada pela Universidade Federal do Rio Grande, situada no Campus da Universidade. Esta dista do ponto de coleta aproximadamente 3 km. Os fatores abióticos mensurados foram: precipitação, umidade relativa, temperatura média e nível médio da lagoa (NML). O NML foi estimado no ponto de monitoramento do programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração-PELD (www.peld.furg.br), localizado na Ilha da Pólvora. Foram adicionados dados de salinidade coletados do banco de dados do Laboratório de Crustáceos Decápodos (IO-FURG), que possui dados de salinidade diária em sete pontos do estuário da Lagoa dos Patos, cobrindo a área de estudo.

2.4- Análise dos Dados

Os dados das capturas foram relacionados com os dados abióticos através da análise de correspondência canônica. Os parâmetros ambientais analisados foram: temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, salinidade e nível médio da lagoa (NML). Foram calculados os índices de diversidade (D_s) e dominância (I) de Simpson.

2.5- Frequência relativa das famílias

Neste estudo, a frequência relativa representou a participação percentual do número de indivíduos da família em relação ao total de indivíduos coletados. Utilizando-se a equação:

$$F = n/N \times 100$$

Onde, F = frequência relativa, n = número de indivíduos de cada família.
 N = número total de indivíduos coletados.

2.6- Constância de famílias

Foi obtida através do percentual de ocorrência das famílias nas coletas:

$$C = p/N \times 100$$

Onde, C = constância, p = número de coletas contendo a família, N = número de coletas.

Posteriormente, as famílias foram adequadas em categorias, segundo a classificação de Bodenheimer (1955) em:

Famílias constantes – presentes em mais de 50% das coletas.

Famílias acessórias – presentes em 25% a 50% das coletas.

Famílias acidentais – presentes em menos de 25% das coletas.

2.7- Curva de Acumulação

Para indicação de riqueza de famílias em função do esforço amostral foi construída uma curva de acumulação, na qual o número de amostras é plotado na abscissa e o número acumulativo de famílias no eixo das ordenadas (Ricklefs 1996). Foram utilizados os estimadores de riqueza Bootstrap e Michaelis-Menten.

3- Resultados

3.1- Frequência e Constância de famílias

Foram coletados e identificados 5.754 insetos compreendendo 78 famílias em 12 ordens (Tabela 1). A ordem mais abundante foi Hymenoptera com 2.329 indivíduos, seguida por Collembola, 1.298, Diptera com 1.233, e Coleoptera, 642. Em relação às famílias, Formicidae (Hymenoptera) foi a mais abundante com 2280 indivíduos coletados, seguida por Entomobryidae (1.149), Staphylinidae (404) e Drosophilidae (389) (Tabela 1).

Hymenoptera contou com 17 famílias capturadas, com dominância das formigas (Fig. 3). Já Coleoptera contou com 17 famílias, sendo Staphylinidae e

Nitidulidae as mais representativas (Fig. 4). Entomobryidae foi a dominante da Ordem Collembola (Fig. 5).

A ordem Diptera é dividida em duas subordens, Brachycera e Nematocera, representada pelas moscas e mosquitos, respectivamente. Dentre as 20 famílias de Diptera capturadas no período, 13 delas são de moscas e apenas sete de mosquitos. As famílias de Brachycera mais abundantes são Drosophilidae, Ephidridae e Phoridae (Fig. 6). Em Nematocera, as famílias mais abundantes são Sciaridae, Mycetophilidae e Tipulidae (Fig. 7).

Dentre as famílias capturadas, apenas quatro foram classificadas como constantes: Formicidae, Nitidulidae, Staphylinidae e Entomobryidae. Formicidae esteve presente em 100% das amostras. Staphylinidae foi capturada em 75% do total de amostras. Nitidulidae e Entomobryidae estiveram presentes em 71,9% das amostras. Classificadas como acessórias foram Gryllidae, Drosophilidae, Ephidridae, Tachinidae, Mycetophilidae, Sciaridae, Tipulidae e Blattidae. As demais 66 famílias obtiveram constância menor que 25%, sendo classificadas como acidentais.

Tabela 1 - Número de indivíduos e frequência absoluta por famílias de Insecta, capturados por armadilha pitfall de novembro de 2009 a outubro de 2010 na Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos Patos, RS.

Ordem	Família	TOTAL	Freq %	Ordem	Família	TOTAL	Freq %
Dermaptera	Forficulidae	38	0,66	Coleoptera	Staphylinidae	404	7,02
Hymenoptera	Formicidae	2280	39,62		Tenebrionidae	1	0,02
	Apidae	1	0,02	Hemiptera	Anthocoridae	1	0,02
	Bethylidae	2	0,03		Aphididae	1	0,02
	Braconidae	10	0,17		Cercopidae	2	0,03
	Ceraphronidae	1	0,02		Cicadellidae	4	0,07
	Chalcidoidea	3	0,05		Delphacidae	4	0,07
	Cynipidae	13	0,23		Lygaeidae	1	0,02
	Diapriidae	4	0,07		Pentatomidae	2	0,03
	Dryinidae	1	0,02		Reduviidae	1	0,02
	Encyrtidae	1	0,02	Orthoptera	Gryllidae	157	2,73
	Eulophidae	5	0,09		Gryllotalpidae	2	0,03
	Gasteruptiidae	1	0,02	Lepidoptera	Sphingidae	1	0,02
	Ichneumonidae	3	0,05		Saturniidae	1	0,02
	Mymaridae	2	0,03	Isoptera	Termitidae	1	0,02
	Pteromalidae	1	0,02	Diptera	Calliphoridae	13	0,23
	Sphecidae	1	0,02		Conopidae	14	0,24
	Vespidae	1	0,02		Dolichopodidae	46	0,80
Collembola	Entomobryidae	1149	19,97		Drosophilidae	389	6,76
	Poduridae	58	1,01		Ephidridae	249	4,33
	Sminthuridae	91	1,58		Lauxaniidae	6	0,10
Coleoptera	Anthicidae	5	0,09		Muscidae	4	0,07
	Bostrichidae	9	0,16		Phoridae	121	2,10
	Carabidae	5	0,09		Psychodidae	32	0,56
	Chrysomelidae	7	0,12		Sargophagidae	5	0,09
	Clambidae	1	0,02		Tachinidae	50	0,87
	Corylophidae	3	0,05		Tephritidae	1	0,02
	Curculionidae	2	0,03		Tethinidae	1	0,02
	Dermentidae	3	0,05		Cecidomyiidae	6	0,10
	Dytiscidae	1	0,02		Ceratopogonidae	9	0,16
	Elateridae	5	0,09		Chironomidae	16	0,28
	Euglenidae	1	0,02		Mycetophilidae	95	1,65
	Latridiidae	1	0,02		Scatopsidae	3	0,05
	Nitidulidae	154	2,68		Sciaridae	103	1,79
	Phalacridae	4	0,07		Tipulidae	70	1,22
	Ptilodactylidae	3	0,05	Blattaria	Blattellidae	1	0,02
	Scarabaeidae	18	0,31		Blattidae	43	0,75
	Scolytidae	1	0,02	Psocoptera	Ptiloneuridae	3	0,05
	Silphyidae	1	0,02	Trichoptera	Leptoceridae	1	0,02
TOTAL						5754	100

3.2- Diversidade e Dominância

A análise de diversidade demonstrou que a área possui elevado índice de diversidade ($D_s = 0,9056$) e baixa dominância ($I = 0,0944$). A maior diversidade ocorreu no mês de setembro (Tab. 2). Já a maior dominância ocorreu no mês de agosto (Tab. 2). O mês de dezembro não houve capturas devido ao alagamento da Ilha e a alta taxa de precipitação (89 mm) desta forma, não há índice para o mês.

Tabela 2 - Índices de dominância (I) e, diversidade (D_s) de Simpson e abundâncias mensais de Insecta capturados com armadilha pitfall em área uma marismas da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos.

	I	D_s	S
Nov	0,47	0.52	1483
Dez	0	0.00	0
Jan	0.45	0.54	196
Fev	0.46	0.53	261
Mar	0.47	0.52	897
Abr	0.56	0.43	1275
Mai	0.46	0.53	256
Jun	0.64	0.35	370
Jul	0.54	0.45	76
Ago	0.99	0.00	216
Set	0.29	0.70	490
Out	0.45	0.54	234
Total	0.0944	0.9056	

3.3- Sazonalidade

Dentre as 78 famílias capturadas no período apenas 13 apresentaram sazonalidade. Formicidae, Entomobryidae, Staphylinidae, Nitidulidae,

Dolichopodidae, Drosophilidae, Tachinidae e Blattidae foram mais abundantes nos meses de março e abril (Fig. 8). Já Ephydriidae, Mycetophylidae, Psychodidae, Sciaridae e Tipulidae foram mais abundantes nas capturas dos meses de junho, julho, agosto e setembro (Fig. 9). O gráfico foi transformado no $\log(x + 1)$ a fim de reduzir a discrepância entre os valores. Ocorreu um aumento expressivo do número de famílias até o mês de maio e depois uma leve estabilização durante os meses de inverno, com um incremento no número de famílias de insetos nos últimos meses de amostragem.

Agrupando as coletas por estações do ano, as maiores capturas ocorreram nos períodos de outono e primavera (Fig. 10). A maior riqueza de famílias ocorreu na primavera, seguidos pelo verão e o outono com o mesmo número de famílias. No inverno, a riqueza de famílias foi menor (Fig. 11). Apenas 14 famílias estiveram presentes em todas as estações. A primavera foi a estação do ano com mais famílias exclusivas, 17. O verão contou com seis famílias exclusivas, o outono e o inverno com oito famílias que ocorreram somente nestas estações (Fig. 12).

3.4- Correlação das capturas com os dados Abióticos

A atividade dos insetos na marisma da Ilha da Pólvora está positivamente relacionada com a temperatura ($p=0,009$), umidade relativa do ar ($p=0,049$) e precipitação ($p=0,019$).

O conceito de “atividade” empregado nesse estudo correspondeu a qualquer atividade realizada pelos insetos na superfície do solo e que

potencializaram sua captura (e. g. deslocamentos associados ao forrageamento, à transição entre ambientes ou à atividade reprodutiva).

Desse modo, a atividade foi estimada por meio da taxa de captura dos animais (Marques *et al.* 2000) em armadilhas pitfall. Os demais dados abióticos não apresentaram correlação significativa.

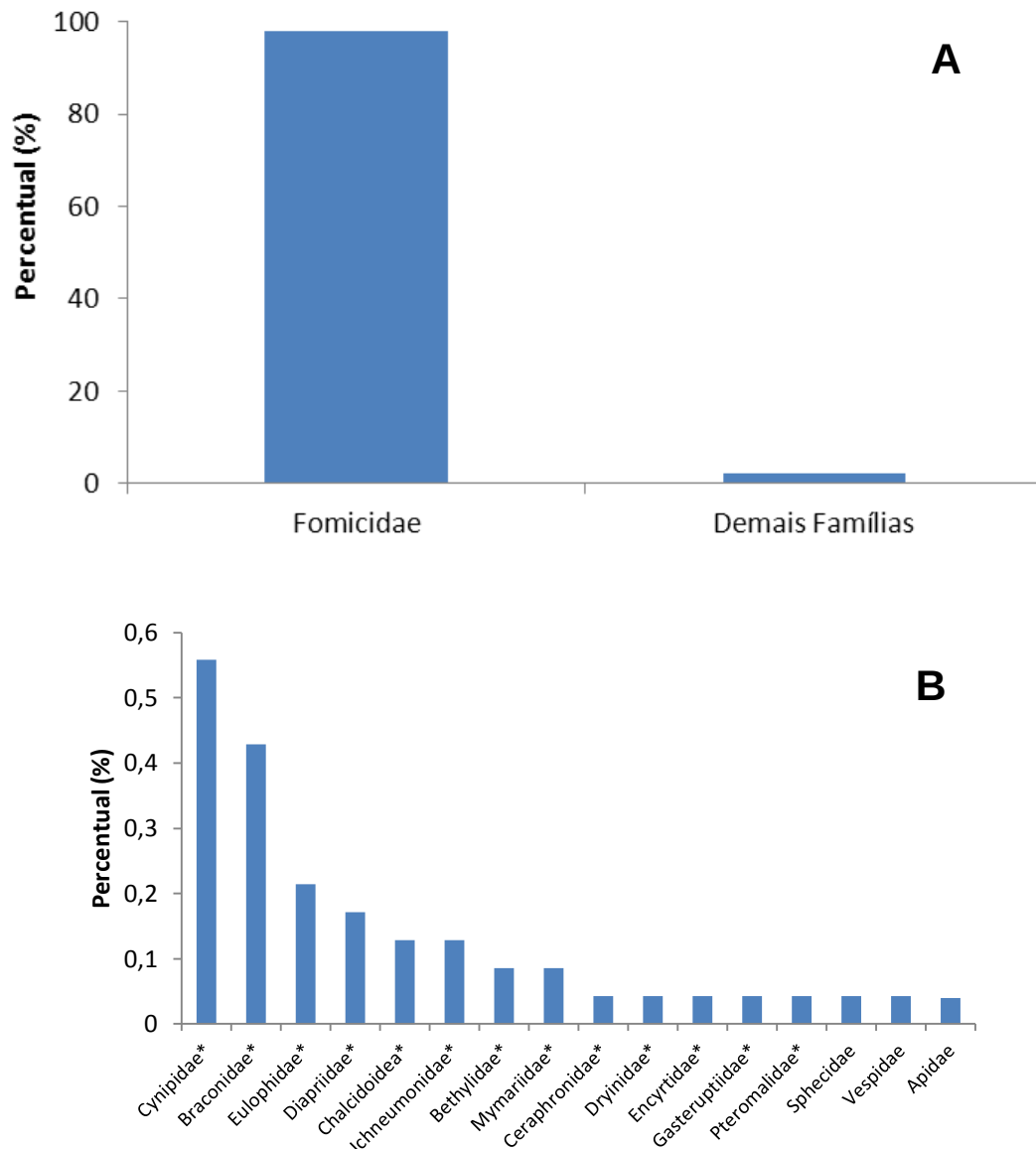


Figura 3- Abundância de Hymenoptera capturadas por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência de Formicidae e demais famílias. B- Frequência das demais Famílias de

Hymenoptera capturadas no período. Famílias parasitoides representadas com

*,

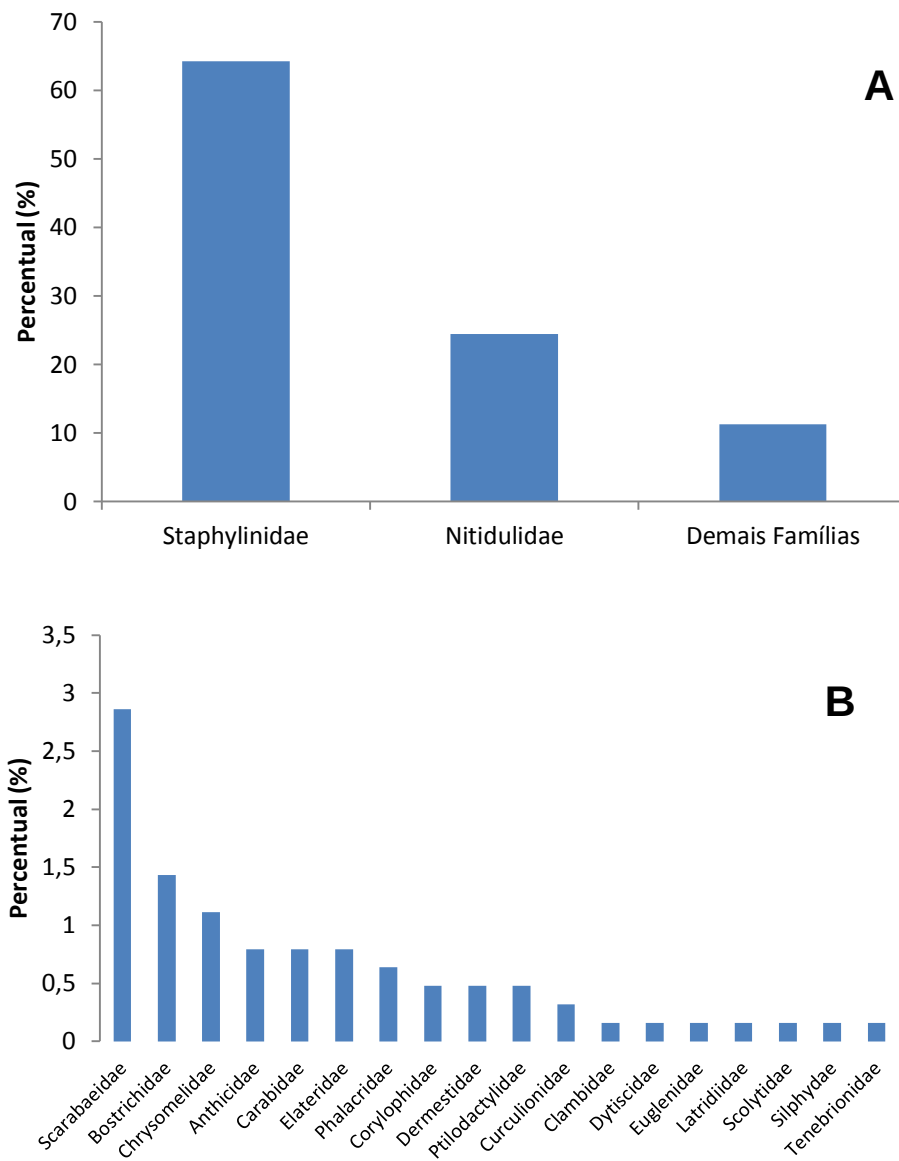


Figura 4- Frequência de Coleoptera capturada por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência de Staphylinidae, Nitidulidae e demais famílias. B- Frequência das demais Famílias de Coleoptera capturadas no período.

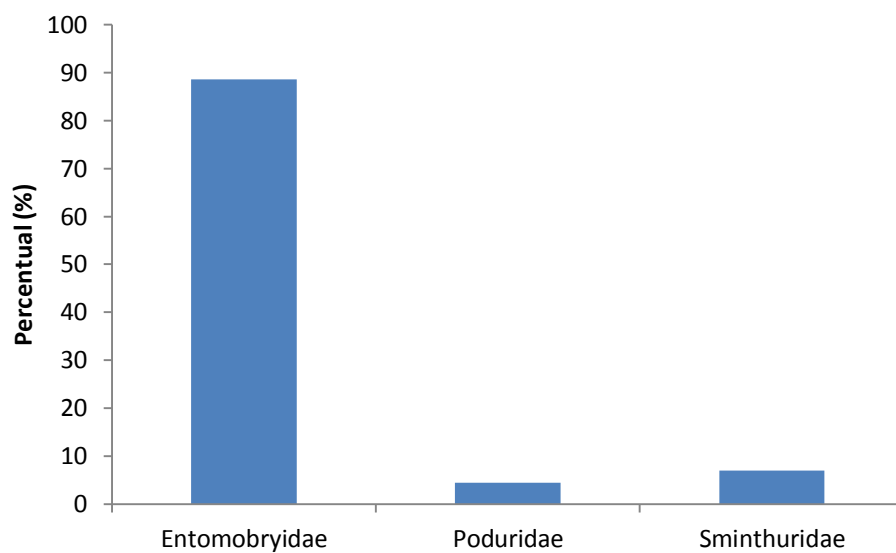


Figura 5- Frequência de Collembola capturados por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

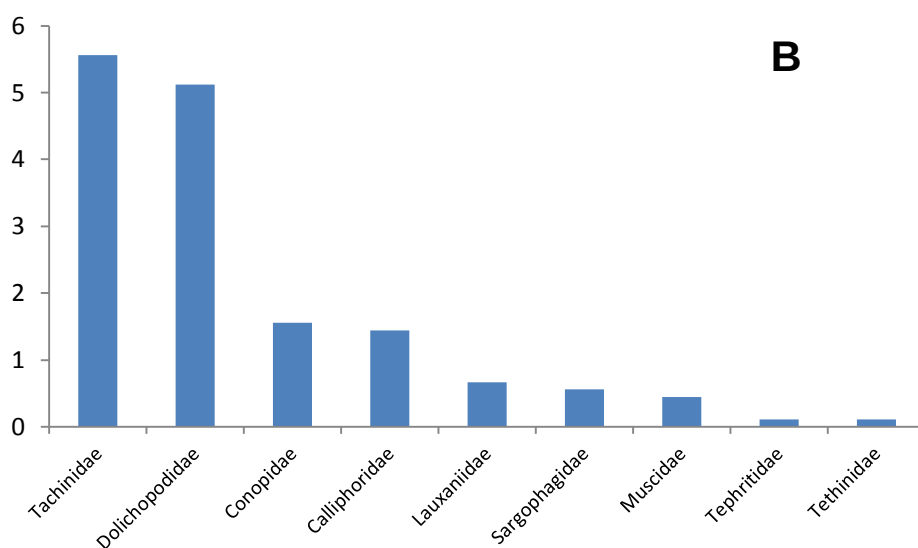
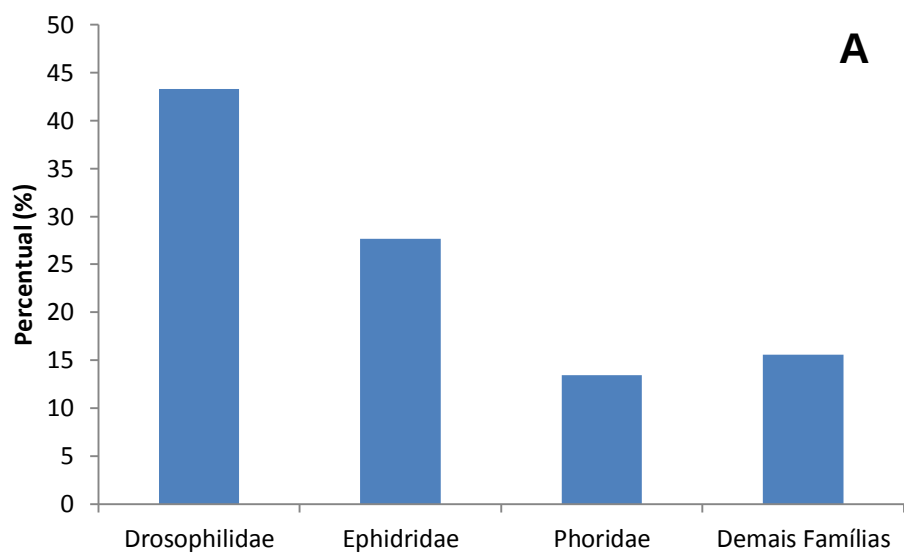


Figura 6- Frequência de Diptera: Brachycera capturados por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência de Drosophilidae, Ephidridae, Phoridae e demais famílias. B- Frequência das demais famílias de Diptera-Brachycera capturadas no período.

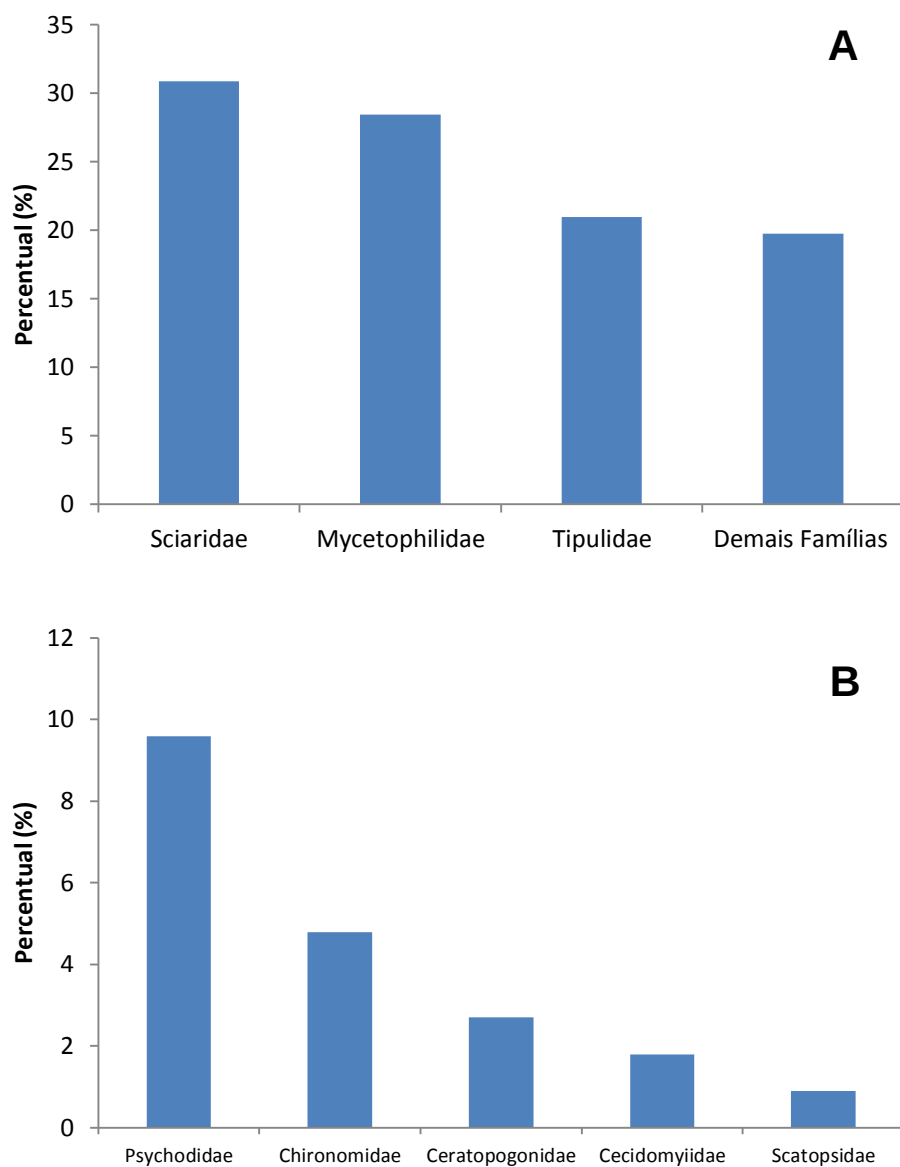


Figura 7- Frequência de Diptera: Nematocera capturados por armadilha pitfall na Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS. A – Frequência de Sciariidae, Mycetophilidae, Tipulidae e demais famílias. B- Frequência das demais famílias de Diptera: Nematocera capturadas no período.

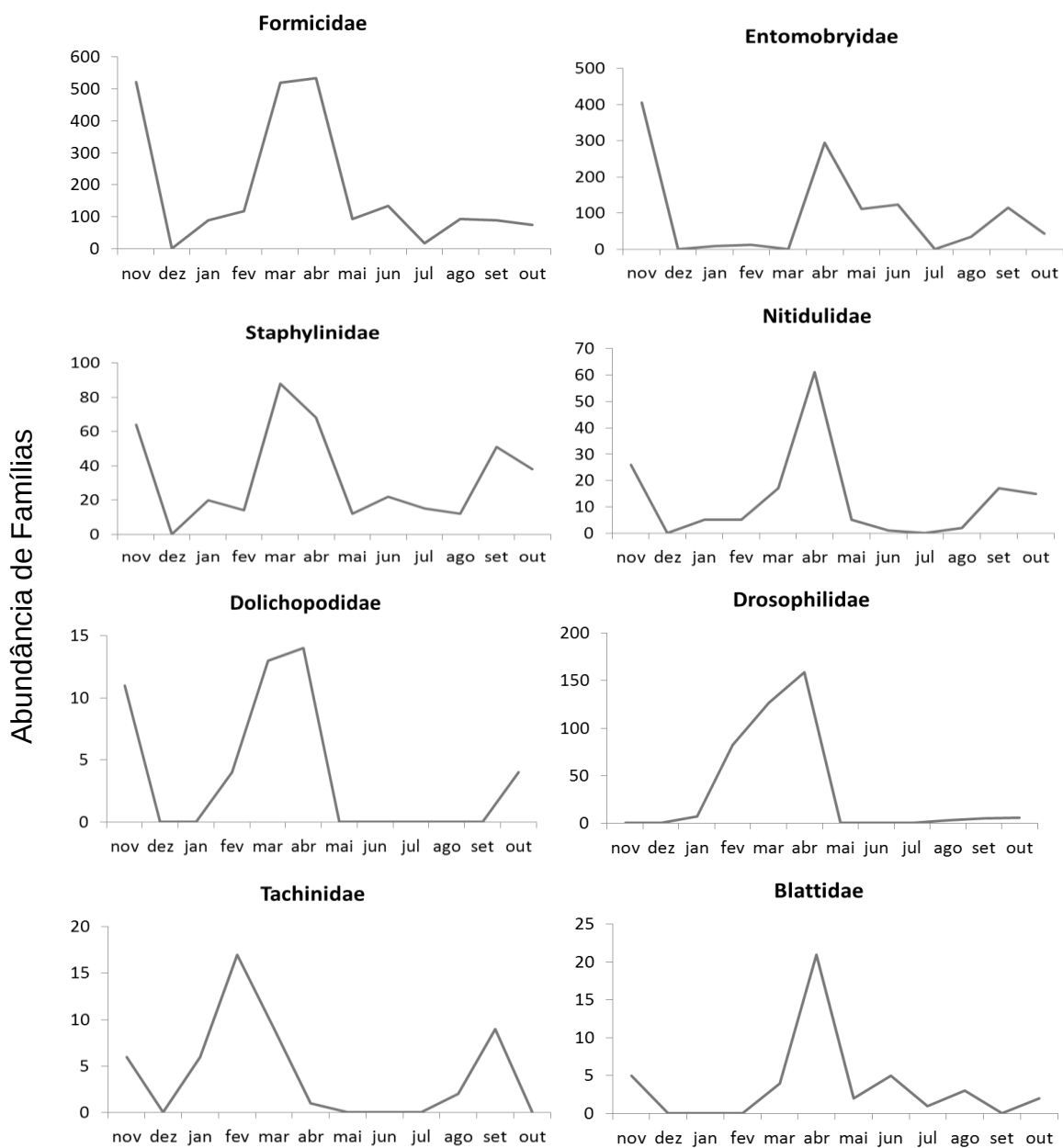


Figura 8- Variabilidade sazonal das principais famílias de insetos capturados por pitfall no período de novembro de 2009 a outubro de 2010, na marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

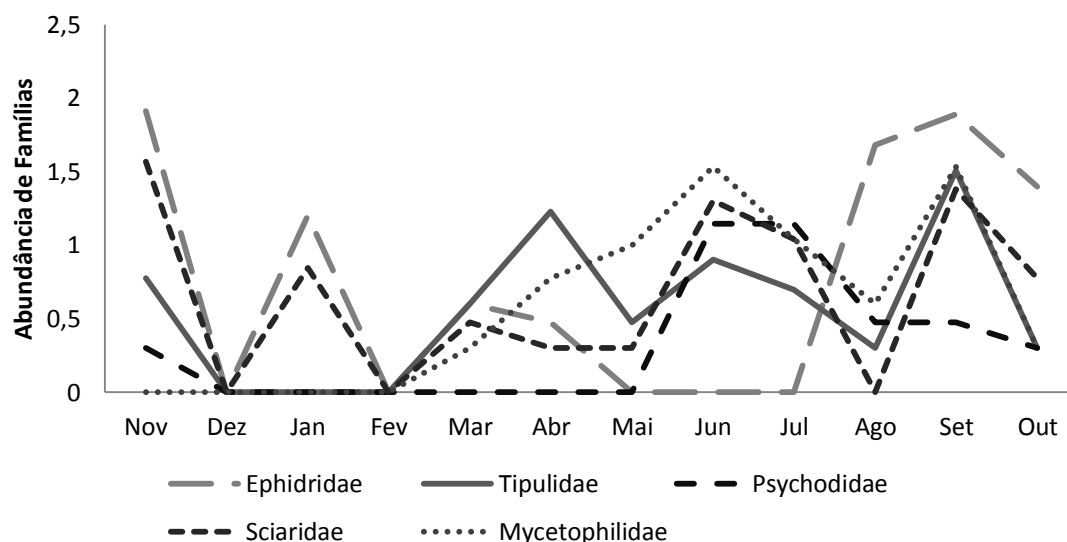


Figura 9- Variabilidade sazonal das principais famílias de insetos capturados por pitfall no período de novembro de 2009 a outubro de 2010, na marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

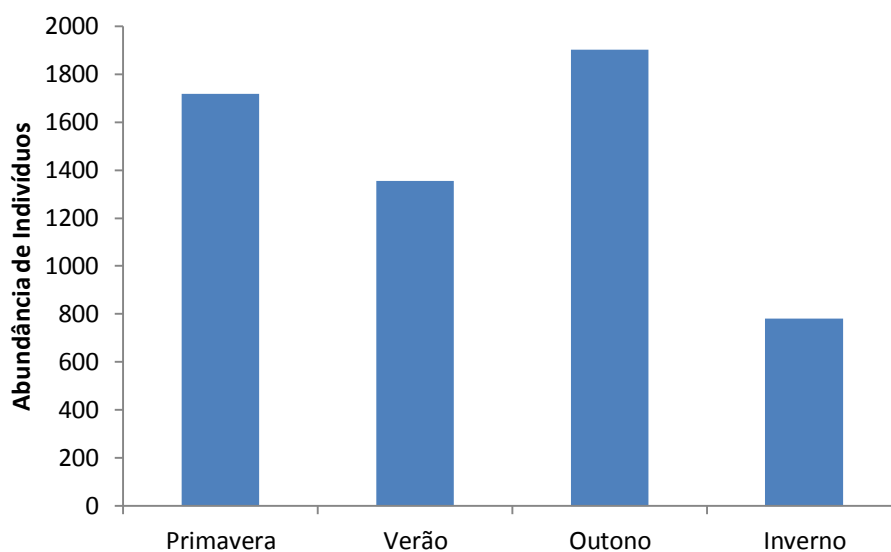


Figura 10 – Número de indivíduos capturados por armadilha pitfall por estação do ano no período de novembro de 2009 a outubro de 2010, na marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

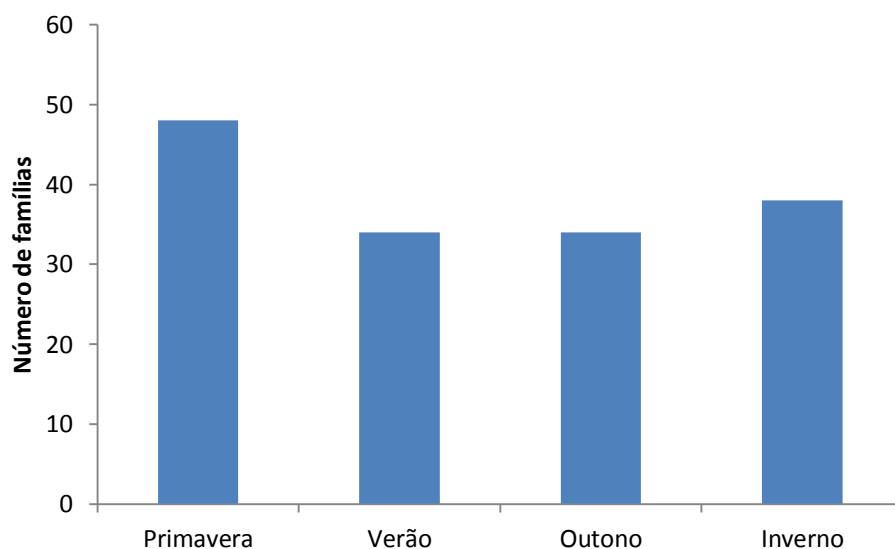


Figura 11 – Riqueza de famílias capturadas por armadilha pitfall por estação do ano no período de novembro de 2009 a outubro de 2010, na marisma da Ilha da Pólvora, estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

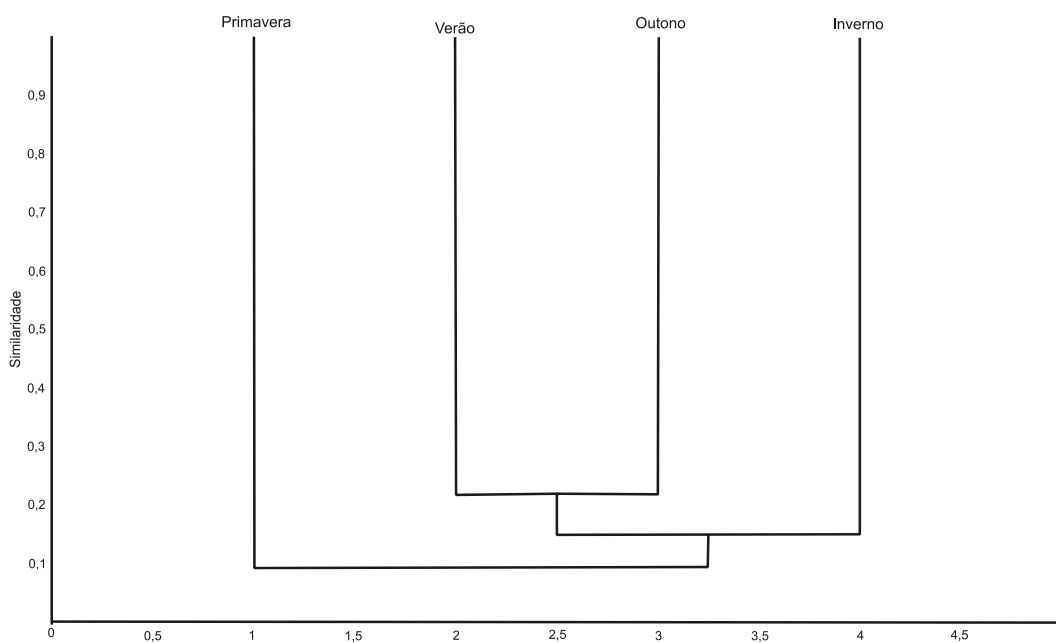


Figura 12 - Dendrograma de presença/ausência de Jaccard das capturas de insetos por pitfall estação do ano da Ilha armadilha na marisma da Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

3.5- Curva de acumulação

A curva de acumulação deste levantamento não se estabilizou (Fig. 12). Os estimadores de riqueza não paramétricos variaram entre 90 (Bootstrap) e 91,34 (Michaelis-Menten), (Fig. 13). Esses índices sugerem que entre 85,34% e 86,6% da fauna de insetos presente no local foram efetivamente amostrados.

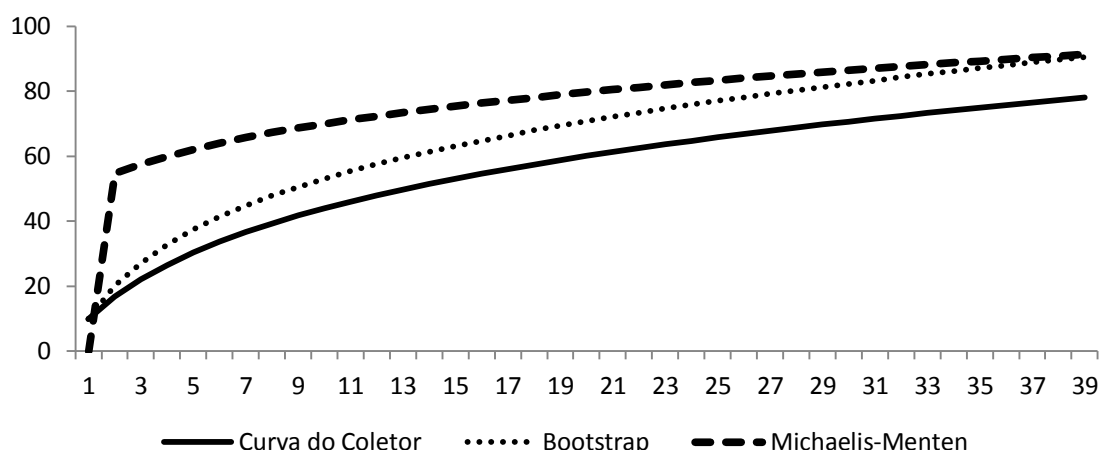


Figura 13 - Curva de acumulação de famílias de insetos coletados com armadilha pitfall na marisma da Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande-RS.

4- Discussão:

A análise da composição da entomofauna da Ilha da Pólvora mostrou que as famílias encontradas não diferem na sua estrutura das encontradas para outros ambientes costeiros brasileiros (Flinte *et al.* 2006, Oliveira *et al.* 2009, Dummel *et al.* 2011). Contrariamente as expectativas à riqueza de famílias, 78 famílias para 12 Ordens, foi considerada elevada para um ambiente com inundações periódicas e níveis de salinidade variáveis.

Hoback *et al.* (1999) durante seu estudo nas marismas do Nebraska encontraram 1.923 indivíduos, divididos em 67 famílias para nove ordens, coletando com armadilhas de bandejas coloridas. Já Costa *et al.* (2001) em uma marisma do estuário de Mira em Portugal encontraram oito ordens e 32 famílias, coletando com armadilha Malaise. Na marisma da Ilha da Pólvora o número de indivíduos foi visivelmente maior, 5.632 insetos compreendendo 78 famílias para 12 ordens. Esta diferença nas abundancias pode estar relacionada com o tempo de permanência das armadilhas no campo, bem como a eficácia do coletor, sendo a armadilha pitfall mais tanto por não necessitar atrair os insetos quanto por permanecer um tempo maior no campo quando comparado com as outras metodologias.

Armadilhas do tipo pitfall capturam uma variedade de formas imaturas de insetos, como larvas de besouros e de dípteros, mas também adultos de insetos sem asas, como Collembola e formigas, além de adultos alados de alguns grupos, como Sciaridae e Phoridae (Diptera) (Lima 1962). Estas armadilhas são especialmente voltadas para insetos que caminham sobre o solo, por incapacidade de vôo ou preferência de hábitat (Marinoni & Ganho 2003, Hopp *et al.* 2010), os quais utilizam a serrapilheira produzida pelo arbusto para a sua alimentação e moradia ou pelo menos procuram recursos junto ao solo (Aquino *et al.* 2006). O tipo de solo e da cobertura vegetal, bem como a escala temporal e regional são fatores importantes que determinam a composição e a riqueza dos insetos coletados (Petillon *et al.* 2006; Lachat *et al.* 2006).

4.1- Frequência e Constância de famílias

Hymenoptera foi a ordem mais abundante constante e frequente no período, seu principal representante foi Formicidae, que esteve presente em todas as coletas. Formigas geralmente dominam amostras de solo, uma vez que seus representantes estão entre os organismos mais abundantes nos mais diversos ecossistemas e são forrageadores muito ativos (Brandão 1999). A predominância das formigas corrobora com os dados encontrados por Oliveira *et al.* (2009), em ambientes de restinga, porém com uma metodologia de coleta diferente. Já em ambientes de marisma Formicidae também foi capturada por Hoback *et al.* (1999), porém com números bem menos expressivos.

Dentre os Coleoptera, Staphylinidae e Nitidulidae foram as famílias de besouro mais frequentes e constantes, corroborando com o trabalho de Marinoni & Ganho (2003) feito com a mesma metodologia de coleta, porém em um ambiente de restinga, assim como Hopp *et al.* (2010) que encontrou números similares. Já em ambientes de marisma Costa *et al.* (2001) capturaram representantes de ambas as famílias, porém somente Staphylinidae esteve presente no trabalho de Hoback *et al.* (1999). A presença de Staphylinidae já era esperada por se tratar de uma família bastante comum e abundantes em solos, inclusive em marismas (Griffiths & Griffiths 1983, Dummel *et al.* 2011). Já Nitidulidae consta de menos registros na literatura de marismas (McCoy & Rey 1981, Dummel *et al.* 2011).

Entomobryidae foi a família mais abundante de Collembola na marisma da Ilha da Pólvora, diferente do estudo realizado por Hoback *et al.* (1999) onde esta família sequer foi capturada. A presença desta família entre as mais

capturadas corrobora com os trabalhos de Christian 1988; Christiansen & Bellinger 1988; Sterzynska & Ehrnsberger 1997; Ehrnsberger et al. 1997. Este fato se deve a este organismo possuir as adaptações fisiológicas para suportar as variações nos níveis de alagamento e salinidade (Weigmann 1973, Sterzynska & Ehrnsberger 2000). Também é reconhecido o fato dos representantes de Entomobryidae serem abundantes em solos com grande quantidade de matéria orgânica (Sautter *et al.* 1999), como ocorre nos solos da Ilha da Pólvora.

4.2- Riqueza e Dominância

A diversidade encontrada na marisma da Ilha da Pólvora foi maior que outros trabalhos com o mesmo nível de especificação taxonômica (Hoback *et al.* 1999), o que pode ser devido ao grau de conservação das marismas (Gianuca 2007). Outro fato que explica a grande diversidade de insetos nas marismas da Ilha da Pólvora é a heterogeneidade vegetal que a ilha possui (Costa 1998), pois segundo Dean & Milton (1995) quanto maior a diversidade estrutural de um ambiente maior, a diversidade de insetos e menor a dominância. Mesmo Insecta sendo um grupo de grande amplitude na ocupação de ambientes, e a Ilha da Pólvora apresentando alto grau de conservação e biodiversidade este resultado é contrário às expectativas, pois o mesmo os organismos estando adaptados a viver neste ambiente, há uma série de dificuldades em relação ao nível de alagamento que este tipo de ambiente sofre, principalmente para a entomofauna de solo. Desta forma os padrões de

adaptação destes insetos a este ambiente bem como as suas estratégias para aos alagamentos ainda precisam ser entendidos.

4.3- Sazonalidade e Correlação com os dados Abióticos

A assembleia de insetos da Ilha da Pólvora teve suas capturas marcadas por dois picos de abundância. O primeiro pico ocorreu nos meses de março e abril, provavelmente relacionados às temperaturas do final do verão e início da primavera. Dezembro foi mês com maior índice pluviométrico, estas chuvas no início do verão podem ter atuado como gatilho para a retomada da atividade dos insetos (Wolda 1988), uma vez que, segundo a correspondência canônica, há influência da chuva, umidade relativa do ar e temperatura sobre a taxa de captura dos insetos, corroborando com o trabalho de Silva *et al.* (2011).

O segundo pico ocorreu no inverno dominado basicamente pela ordem Diptera. Estas famílias apresentam hábito alimentar fungívoro, sendo o inverno a estação de melhor crescimento dos fungos, pois temperaturas baixas ou medianas associadas a valores intermediários de saturação do solo favorecem a sobrevivência dos fungos consequentemente a maior oferta de alimentos torna o ambiente propício para estes Diptera (Lingg & Donaldson 1981).

A abundância sazonal de insetos não pode ser explicada apenas por um ou um grupo de fatores climáticos, embora o clima certamente tenha uma grande influência. Muitos outros fatores, tais como competição interespecífica e intraespecífica, predação, parasitismo, a distribuição de um recurso alimentar em um determinado momento do ano, entre outros, parecem agir em conjunto com fatores climáticos para moldar os padrões de distribuição e abundância de

insetos (Silva *et al.* 2011). Os dados apresentados e discutidos neste estudo são baseados no nível de família. Sabe-se, no entanto, que grandes variações de sazonalidade podem ocorrer entre as espécies de insetos dentro de cada família. Isto às vezes pode causar revés na interpretação dos dados. Porém, como são poucos os trabalhos com este tipo de ambiente, se faz necessário uma primeira descrição da área para posteriores refinamentos taxonômicos e inflexões mais aprofundadas.

Idealmente, qualquer estimativa da diversidade deve examinar os organismos ao nível de espécie (May 1975). No entanto, na ausência de chaves taxonômicas ou especialistas, o exame de comunidades com o objetivo de estimar a diversidade pode ser realizado pelo uso de identificações no nível de família (Hoback *et al.* 1999). Com os insetos, a identificação em nível familiar pode ser uma opção razoável para as estimativas de diversidade que buscam incorporar todos os dados a partir de um modelo de coleta (Hoback *et al.* 1999, Baldi 2003, Shokri & Gladstone 2009).

Segundo Hoback *et al.* (1999), apesar de suas limitações, o uso de estimativas de diversidade em nível de família tem muitas vantagens sobre estudos convencionais de diversidade de espécies. Em primeiro lugar, em nível familiar a identificação de todos os organismos é mais rapidamente alcançada que as determinações em nível de espécie. Sendo assim cálculo de diversidade em nível familiar é um excelente método para levantamentos iniciais (Baldi 2003).

4.4- Conclusão

A marisma da Ilha da Pólvora apresenta uma elevada diversidade de insetos, com uma trama trófica e o papel no ambiente até então desconhecidos. A sazonalidade é influenciada pela temperatura, umidade e precipitação, porém ainda não se conhece qual o grau da influência destes fatores no ciclo de vida dos insetos nas marismas do estuário da Lagoa dos Patos, sendo necessários estudos mais aprofundados para se conhecer a importância destes organismos para este ecossistema.

5- Referencia Bibliográfica

- ADAM, P. 1993. Saltmarsh Ecology. Cambridge University. Press, New York. 461 p.
- ALMEIDA, LM.; RIBEIRO-COSTA, CS.; MARINONI, L. 1998. Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos. Ribeirão Preto, Holos Editora. 78 p.
- ANDERSEN, NM.; POLHEMUS, JT. 1976. Water-striders (Hemiptera: Gerridae, Veliidae, etc.). In: CHENG, L. 1976. Marine Insects. North-Holland Publishing Company, Amsterdam – Oxford: 187-224.
- ANICHTCHENKO, A. 2006. Estudio del orden Coleoptera en las Marismas de Txingudi. Informe del Departamento de Medio Ambiente, Planificaciyn Terriotorial, Agricultura y pesca. Gobierno Vasco. 54 p.

- AQUINO, AM.; MENEZES, ELA.; QUEIROZ, JM. 2006. Recomendação para a coleta de Artrópodes Terrestres por Armadilhas de queda ("Pitfall-Traps"). Seropédica: Embrapa agrobiologia. 8p.
- BÁLDI, A. 2003. Using higher taxa as surrogates of species richness: a study based on 3700 Coleoptera, Diptera, and Acari species in Central-Hungarian reserves. *Basic and applied Ecology*, 4: 589-593.
- BODENHEIMER, FS. 1955. *Precis d'écologie animal*. Paris, Payot. 315p.
- BOER, PJ. 1981. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia*, 50: 39-53.
- BRANDÃO, CRF. 1999. Cap. 15: Família Formicidae In: JOLY, C. A., BICUDO, C. E. M.; (Orgs.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*, Vol. 5: Invertebrados Terrestres – São Paulo: FAPESP.
- CHENG, L. 1976. *Marine Insects*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam – Oxford. 581 p.
- CHIARAVALLOTI-NETO, FMG, AA DIBO, C BARBOSA & M BATTIGAGLIA. 2002. *Aedes albopictus* (S) na região de São José do Rio Preto, SP: estudo da sua infestação em área já ocupada pelo *Aedes aegypti* e discussão de seu papel como possível vetor de dengue e febre amarela. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 35(4): 351-357.
- CHRISTIAN, E. 1988 Biogeography, substrate preference, and feeding types of North Adriatic intertidal Collembola. *Marine Ecology* 10: 79–94.
- CHRISTIANSEN, K & P BELLINGER. 1988 Marine littoral Collembola of North and Central America. *Bulletin of Marine Science* 42: 215–245.

- Costa, C. S. B. 1998. Marismas Irregularmente Alagadas. In Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil, edited by Seeliger, U., C. Odebrecht, and J.P. Castello, Editora Ecoscientia. 82-87.
- COSTA, MJ, F CATARINO & A BETTENCOURT. 2001. The role of salt marshes in the Mira estuary (Portugal). – *Wetlands Ecol. Man.* 9: 121–134.
- COSTA, CSB., MARANGONI, JC. & AZEVEDO, AMG.. 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. *Journal of Ecology*, 91(6): 951-965.
- COSTA, CMQ., SILVA, FAB., FARIAS, AI & MOURA, RC. 2009. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) coletados com armadilha de interceptação de vôo no refúgio ecológico Charles Darwin, Igarassu-PE, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 53(1):88-94.
- DALE, V.; OFFERMAN, H.; FROHN, R.; GARDNER, R.. 1995. Landscape characterization and biodiversity research. In: BOYLE, TJB.; BOONTAWEE, B. (eds.). *Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest*. Bogor, Indonésia, Center for International Forestry Research (CIFOR):47–66.
- DEAN, WRJ.; MILTON, SJ. 1995. Plant and invertebrate assemblages on old fields in the arid Southern Karoo, South Africa. *African Journal of Ecology*. v. 33, p. 1-13.
- DENNO, RF, D LEWIS & C GRATTON. 2005. Spatial variation in the relative strength of top-down and bottom-up forces: causes and consequences for phytophagous insect populations. *Annales Zoologici Fennici* 42: 295-311.

- DENNO, RF, MA PETERSON, C GRATTON, J CHENG, GA LANGELLOTTO, AF HUBERTY & DL FINKE. 2000. Feeding-induced changes in plant quality mediate interspecific competition between sap-feeding herbivores. *Ecology* 81: 1814-1827.
- DESENDER, K & MAELFAIT. JP. 1999. Diversity and conservation of terrestrial arthropods in tidal marshes along the River Schelde: a gradient analysis. *Biological Conservation* 87:221–229.
- DUMMEL, K, OLIVEIRA, EA, ZARDO, MCL & D'INCAO. 2011. Variação de Abundância, Diversidade Ecológica e Similaridade de Coleoptera (Insecta) entre Restinga e Marisma do Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS. *EntomoBrasilis* 4 (2): 39-44.
- DUTRA, RRC & MIYAZAKI, RD. 1995. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em duas localidades da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38: 175-190
- EHRlich, PR, DD MURPHY, MC SINGER, CB SHERWOOD, RR WHITE & IL BROWN. 1980. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to the California drought. *Oecologia* 46: 101-105.
- EHRNSBERGER, R, M STERZYNSKA & SZEPTYCKL. 1997. A. Apterygota of a North Sea salt marsh – community structure and vertical distribution. *Pedobiologia*. 41:123-130.
- EYRE, MD & LUFF, ML. 2005. The Distribution of Epigeal Beetle (Coleoptera) assemblages on the north-east England Coast. *Journal of Coastal Research*, 21: 982-990.

- FEGAN, WF & RF DENNO. 2004. Stoichiometry of actual vs. potential predator-prey interactions: insights into nitrogen limitation for arthropod predators. *Ecology Letters* 7:876-883.
- FINCH, OD & H KRUMMEN. 2007. Zonation of spiders (Araneae) and carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in island salt marshes at the North Sea coast. *Wetlands Ecology and Management*. 15:207-228.
- FLINTE, V, ARAUJO, CO, MACEDO, MV & MONTEIRO, RF. 2006. Insetos fitófagos associados ao murici da praia, *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae), na Restinga de Jurubatiba (RJ). *Revista Brasileira de Entomologia* 50: 512–523.
- FOSTER, GN. 2000. The aquatic Coleoptera of British saltmarshes: extremes of generalism and specialism. In Sherwood, B. R., B. G. Gardiner & T. Harris (eds), *British Saltmarshes*. Forrest Text, Cardigan: 223–233.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, SS.; CARVALHO, RPL.; BATISTA, GC.; FILHO, EB.; PARRA, JRP.; ZUCCHI, RA.; ALVES, SB.; VENDRAMIM, JD.; MARCHINI, LC.; LOPES, JRS.; OMOTO, C. 2002. *Entomologia agrícola*. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- GIANUCA, D. 2007. Ocorrência sazonal e reprodução do socó-caranguejeiro *Nyctanassa violacea* no estuário da Lagoa dos Patos, novo limite sul da sua distribuição geográfica. *Revista Brasileira de Ornitologia*,15(3): 464-467.
- GONÇALVES-ALVIM, SJ & GW FERNANDES. 2001. Biodiversity of galling insects: historical,community and habitat effects in four Neotropical savannas. *Biodivers. Conserv.* 10: 79-98.

- GRÖNING, J, S KRAUSE & A HOCHKIRCH. 2006. Habitat preferences of an endangered insect species, Cepero's ground-hopper (*Tetrix ceperoi*). Ecology Research. 22: 767-773
- HAMMOND, PM. 2000. Coastal Staphylinidae (rove beetles) in the British Isles, with special reference to saltmarshes. In Sherwood, BR *et al.* (eds.). British Saltmarshes, pp. 247–302.
- HANDKE, K & MENKE, K. 1995. The carabid beetle fauna of estuarine marshes in Bremen. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie, 10, 397–400
- HASHIMOTO, H. 1976. Non-biting midges of marine habitats (diptera: Chironomidae). In: CHENG, L. (ed) Marine Insects. North-Holland Publishing Company, Amsterdam – Oxford: 377-414.
- HEMMINGA, MA & SOELEN, J VAN. 1988. Estuarine gradients and the growth and development of *Agapanthia villosa viridescens*, (Coleoptera), a stem-borer of the salt marsh halophyte *Aster tripolium*. Oecologia. 77:307-312.
- HINES, J, LYNCH, ME & DENNO, RF. 2005. Sap-feeding insect communities as indicator of habitat fragmentation and nutrient subsidies. Journal of Insect Conservation. 9:261-280.
- HOBACK, WW, SVATOS, TM, SPOMER, SM & HIGLEY, LG. 1999. Trap colour and placement affects estimates of insects family-level abundance and diversity in a Nebraska Salt marsh. Ent. exp. et appl. 91: 393-402.
- HOPP, PW, OTTERNMANN, R, CARON, E, MEYER S & ROBGNICKOLL, M. 2010. Recovery of litter inhabiting beetle assemblage during forest regeneration in the Atlantic Forest of Southern Brazil. Insect Conservation and Diversity 3: 103-113.

- KRATZER, EB & BATZER, DP. 2007. Spatial and temporal variation in aquatic macroinvertebrates in the Okefenokee swamp, Georgia, USA. *Wetlands* 27(1):127-140.
- LACHAT, T, ATTIGNON, S, DJEGO, J, GOERGEN, G, NAGEL, P, SINSIN, B & PEVELING, R. 2006. Arthropod diversity in Lama forest reserve (South Benin), a mosaic of natural, degraded and plantation forest. *Biodiversity and Conservation*, London, n. 1. 15: 3-23.
- LIMA, ADC. 1962. *Insetos do Brasil*. Rio de Janeiro: ENA, 12 volumes, 1938 a 1962.
- MACEDO, MV, GREHA, V, FLINTE, V & RABELLO, TS. 2004. Besouro Fitófagos da Restinga de Jurubatiba, p. 117-126. In: Rocha, CFD., Esteves, FA & Scarano, FR (Eds.). *Pesquisas de longa duração Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. RIMA. São Carlos, SP, 376p.
- MARINONI, RC & GANHO, NG. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilha de solo. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 737G-744.
- MAY, RM. 1975. Patterns of species abundance and diversity. In: CODY ML. & JM DIAMOND (eds), *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Princeton: 81–120.
- McCOY, ED., & REY, JR. 1981. Terrestrial arthropods of northwest Florida salt marshes: Coleoptera. *Florida Entomol.* 64:405-411.
- MENDONÇA, A, ARMANDO, CD, SANTOS, EBH. 2004. Spectroscopic properties of sedimentary humic acids from a salt marsh (Ria de Aveiro,

- Portugal): comparison of sediments colonized by *Halimione portulacoides* (L.) Aellen and non vegetated sediments. Biogeochemistry, Dordrecht, v. 69, p. 159-174.
- MERRITT, RW & CUMMINS, K W. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3 ed. Kendall/Hunt, Dubuque, IA, EUA. 722 p.
- MILHOMEM, MS. VAZ-DE-MELLO, FZ, DINIZ, IR. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 11, p. 1249-56.
- O'MEARA, GF. 1976. Saltmarsh mosquitoes (Diptera: Culicidae). In: CHENG, L. (ed) Marine Insects. North-Holland Publishing Company, Amsterdam – Oxford. pp. 303-333.
- ODUM, EP. 1988. Ecologia. Rio de Janeiro, Guanabara. 434p.
- OLIVEIRA, EA., ZARDO, CML & NASCIMENTO, LV. 2006. Abundância e padrão sazonal da entomofauna de restinga de uma ilha do estuário da Laguna Lagoa dos Patos, Rio grande, RS, Brasil. Estudos de Biologia, PUC-PR. 28(64):27-35.
- OLIVEIRA, EA, CALHEIROS, FN, CARRASCO, DS & ZARDO, CML. 2009. Famílias de Hymenoptera (Insecta) como Ferramenta Avaliadora da Conservação de Restingas no Extremo Sul do Brasil. EntomoBrasilis 2 (3): 64-69.
- OTERO, XL, & MACÍAS, F. 2001. Soil phase iron in high salt marsh soils in relation to redox potential. Fresenius Environmental Bulletin, 10, 674–678.
- PETILLON, J, CANARD, A & YSNEL, F. 2006. Spiders as indicators of microhabitat changes after a grass invasion in salt-marshes: synthetic result

- from a case study in the Mont-Saint-Michel Bay. *Cahiers de Biologie Marine*, Paris, n. 1, 47: 11-18.
- POLHEMUS, JT. 1976. Shore bugs (Hemiptera: Saldidae, etc.). In: CHENG, L. (ed) *Marine Insects*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam – Oxford: 225-262.
- RAND, TA. 2002. Variation in insect herbivory across a salt marsh tidal gradient influences plant survival and distribution. *Oecologia*. 132: 549-558.
- RICKLEFS, RE. 1996. A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica. Rio de Janeiro, Guanabara/Koogan: 357-358.
- ROSENBERG, DM, HV DANKS & DM LEHMKUHL. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management*, v.10, n.6: 773- 783.
- SAUTTER, KD, DOS SANTOS HR & RIBEIRO JR. PJ. 1999. Comparação das comunidades de Entomobryidae e Isotomidae (Collembola) entre plantio direto em três níveis de fertilidade, plantio convencional e um ecossistema natural (campo nativo) em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Revta. Bras. Zool.* 16 (1) : 117-124.
- SCUDDER, GGE. 1976. Water-boatmen of saline waters (Hemíptera: Corixidae). In: CHENG, L. (ed) *Marine Insects*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam – Oxford: 263-289.
- SEELIGER, U.; CORDAZZO, C.; BARCELLOS, L. 2004. *Areias do Albardão*. Rio Grande: Ecoscientia, 96 p.
- SHOKRI, MR & GLADSTONE, W. 2009. Higher taxa are effective surrogates for species in the selection of conservation reserves in estuaries. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19: 626–636.

- SILVA, NAP, FRIZZAS, MR & OLIVEIRA, CM. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55(1): 79–87.
- SOUZA, OFF de, BROWN, VK. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*.10: 197-206.
- STERZYNSKA, M. & R EHRNSBERGER. 1997. Marine algae wrack Collembola of European coasts. *Abh. Ber. Naturkundesmus. G"rlitz*, 2: 165-178.
- STERZYNSKA, M, EHRNSBERGER R. 2000 - The distribution and diversity of Collembola in saltmarsh habitats of the German North Sea - a preliminary study. *Pedobiologia*, 44: 402-412.
- THOMAZINI, MJ, THOMAZINI, APBW. 2000. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre, 21p.
- TRIPLEHORN, CA.; JOHNSON, NF. 2005. Borror & DeLong`s Introduction to the Study of insects. 7 ed. Thomsom Brooks/Cole, 653p.
- TRIPLEHORN, CA.; JOHNSON, NF. 2011. Estudos dos Insetos - Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 816p.
- VIEIRA, EF.; RANGEL, SRS. 1983. Rio Grande geografia física, humana e econômica. Porto Alegre, Ed. Sagra. 184 p.
- WEIGMANN, G. 1973. Zur Ökologie der Collembolen und Oribatiden im Grenzbereich LandMeer (Collembola, Insecta – Oribatei, Acari). *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*. 186, 295–391
- WOLDA, H. 1998. Insect Seasonality, Why? *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 19: 1-18.