

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

**DISTRIBUIÇÃO DE FORMICÍDEOS EM  
MARISMAS DO EXTREMO SUL DO BRASIL  
SEGUNDO PARÂMETROS ALIMENTARES E  
AMBIENTAIS**

**CRISTIANE FERRAS BOLICO RODRIGUES DA SILVA**

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

**Orientador: Prof. Dr. Fernando D’Incao**

**Rio Grande  
Agosto/2013**

## DEDICATÓRIA

A meus pais, Elenice e João que, com sapiência, acreditaram e me apoiaram nos primeiros e decisivos passos da minha vida e, investiram na minha educação.

*"I love not man the less, but Nature more (...)"*

Lord Byron

## **AGRADECIMENTOS**

O meu eterno agradecimento a Deus, que me concede o dom da vida e por iluminar meus caminhos e escolhas.

Aos meus pais Elenice e João, por me ensinarem os valores da vida, pelos exemplos de coragem e persistência e pelo incentivo e, principalmente, pelo amor.

Aos meus irmãos Cristian, Jordana e Julia, pela convivência em família.

Ao meu namorado e sempre amigo Bruno, por ter ajudado em muitos aspectos deste trabalho e, sobretudo, pelo amor, carinho e apoio recebido.

A todos meus amigos, os que estão perto ou longe, que sempre estiveram ao meu lado, dizendo palavras de incentivo, emprestando o ombro ou rindo comigo. Vocês foram fundamentais com sua compreensão, lealdade e companheirismo.

Ao meu orientador, Fernando D’Incao, por ter acreditado no meu potencial, pelo apoio, pelas sugestões neste trabalho e em anteriores, por ter facilitado abrindo as portas do Laboratório para mim há quatro anos. Enfim, pela orientação e dedicação.

Ao Biólogo Eduardo Oliveira pela amizade, pelo incentivo à pesquisa e pelo exemplo de ética e profissionalismo.

Aos Biólogos, Bruno Cruz, Carolina Peixoto, Dérien Verneti, Júlio, Katiele Dummel, Marcel Gantes, Vinícius Ruas e ao estagiário Lucas pela ajuda no extenso trabalho de campo.

A Oceanóloga Daiane Carrasco, pelas considerações e auxílio no trabalho.

Aos professores Alci Enimar Loeck, Cesar Serra Bonifácio Costa e Luiz Felipe Cestari Dumont, por terem aceitado ser banca deste trabalho.

A Universidade Federal do Rio Grande – FURG e ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Aos professores do curso, pelos ensinamentos recebidos.

Ao barqueiro, Giovane, que estava sempre disposto a nos levar para a Ilha da Pólvora. A todos os motoristas da FURG que nos levaram a Ilha da Torotama.

À equipe do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Emília Albuquerque, Thiago Ranzani da Silva e Livia Pires do Padro, pela identificação das espécies.

À equipe do Laboratório de Crustáceos Decápodes, pelo apoio e amizade.

E, sobretudo, à Natureza, que ofereceu as ferramentas para que o trabalho fosse realizado, que tanto necessita de cuidado e proteção e que me desperta uma grande paixão.

Serei eternamente grata a todos vocês que de alguma forma contribuíram para que este estudo fosse possível.

Muito obrigada!

**ÍNDICE**

	Página
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	11
Objetivo Geral.....	15
Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO 1.....	16
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	21
Área de estudo.....	21
Método de captura.....	23
Triagem e identificação.....	24
Dados Abióticos.....	25
Análise de dados.....	25
Resultados.....	27
Discussão.....	35
CAPÍTULO 2.....	41
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	47

	6
Resultados.....	53
Área de estudo.....	53
Estratos ou zonas de alagamento das marismas.....	54
Análise dos dados.....	58
Discussão.....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
LITERATURA CITADA.....	68

## RESUMO

Os ecossistemas de marisma desenvolvem-se na zona entremarés de costas protegidas onde as comunidades vegetais são dominadas por plantas herbáceas. Estas áreas estão sujeitas a inundações periódicas sendo possível visualizar uma estrutura espacial em mosaico relacionada a distintas condições de inundação. Os insetos residem de forma permanente nas marismas sendo o grupo mais diversificado e mais abundante e considerados consumidores secundários nestas áreas. Uma elevada riqueza de Formicidae é observada nesses ambientes. Invertebrados terrestres residentes em ecossistemas periodicamente inundados requerem estratégias especiais de sobrevivência como a migração vertical. As formigas apresentam dietas alimentares muito diversificadas e exploram constantemente o solo e a vegetação em busca de alimento, sendo, frequentemente, atraídas por iscas. O objetivo do estudo foi investigar a composição de espécies de três comunidades de formigas, ao longo de um ciclo anual, nas diferentes zonas de alagamento de marismas, assim como avaliar dois tipos diferentes de iscas atrativas em relação às espécies de formigas capturadas nas marismas do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. As coletas foram realizadas entre julho de 2011 e julho de 2012, na Ilha da Pólvora, Ilha da Torotama e Molhe Oeste da Barra de Rio Grande. Em cada área foram demarcadas seis transecções, ao longo das quais foram dispostas dez iscas (cinco de cada tipo). As iscas foram acondicionadas em envelopes de papel laminado e expostas por 60 minutos. Foram calculadas as frequências relativas e a constância faunística das espécies amostradas (constante, acessória e acidental). As espécies foram

classificadas em três grupos de acordo com seus hábitos alimentares segundo uma análise de agrupamento por similaridade. A análise da significância das diferenças entre os grupos definidos na análise de agrupamento e o teste de hipóteses sobre as diferenças na distribuição das espécies entre os pisos da marisma foram calculados através de uma análise de semelhanças ANOSIM (*one way*). Para verificar a existência de relação entre a frequência das espécies e o nível de alagamento da lagoa foi realizada uma análise de correlação linear simples. Foram capturadas 47.661 formigas e 34 espécies, sendo 33 atraídas por sardinha e 28 por mel. A Ilha da Torotama e o Molhe Oeste da Barra demonstraram diferenças nos hábitos de forrageio das espécies. Foi observada, em média, uma maior preferência das espécies pela isca de sardinha na Ilha da Pólvora e no Molhe Oeste da Barra. Para a Ilha da Torotama não houve diferença na preferência pelas iscas. O piso alto das marismas exibiu 31 espécies, o médio 29 e o baixo, 18. O Molhe Oeste da Barra apresentou o maior número de espécies no piso baixo, 17. Não houve diferença significativa entre os pisos e entre as áreas, embora exista certo grau de dissimilaridade. As espécies que habitavam os pisos mais baixos exibiam estratégias de nidificação para residirem nesses locais. A riqueza de espécies presentes nessas áreas demonstra a importância desses ambientes.

**Palavras-chave:** alagamento, estratégias de nidificação, iscas, mel, sardinha

## ABSTRACT

Salt marshes ecosystems develop in the intertidal zone from protected coasts and they have plant communities dominated by herbs. These areas are susceptible to periodic flooding, which result in a mosaic-like spatial structure related to distinct flooding conditions. Insects are permanent residents of salt marshes and represent the most diversified and abundant group, and most are considered secondary consumers. These environments present an elevated richness of Formicidae. Terrestrial invertebrates living in periodically flooded ecosystems require special survival strategies such as vertical migration. Ants show quite diversified diets and they frequently explore the soil and vegetation searching for food, thus, they can be attracted by baits. The aim of the present study was to investigate the species composition of three ants' communities, along an annual cycle, in the different flooding zones from three salt marshes. Additionally two different types of ant baits were evaluate concerning their attractively in the salt marshes of Patos Lagoon estuary, Rio Grande, RS, Brazil. The samplings were carried out between July, 2011 and July, 2012, in the sites of Pólvora Island, Torotama Island and Molhe Oeste (jetties in the estuarine mounth). There were delimited in each site, six transects were located and in each transect. Ten baits (five of each type) were distributed. The baits were packaged into laminated paper foil and exposed for 60 minutes. The relative frequencies and constancy criteria of the sampled species were calculated (constant, accessory and accidental). The species were classified into three groups according to their feeding habits following a grouping analysis by similarity. The significance analysis of the differences between the groups

defined in the cluster analysis and the hypothesis test on the differences in the species distribution between the salt marshes strata were calculated by an analysis of similarity ANOSIM (one way). Intending to verify the presence of a relation between the species frequencies and the lagoon flooding level, there was realized a simple linear correlation. There were captured 47.661 ants within 34 species and, from these, 33 were attracted by sardine and 28 by honey. Torotama Island and East Breakwater have shown differences in the species foraging habits. There was observed in average a higher preference by the species for the sardine bait in Pólvora Island and East Breakwater. Regarding Torotama Island, there was no difference in the preference by the baits. The high stratum of salt marshes exhibited 31 species, the middle, 29, and the low, 18. The East Breakwater evinced 17 species, which was the highest number in the low stratum. No significant difference was observed among the strata and the areas, although there was a certain degree of dissimilarity. The species have chosen the high stratum as favorite and the species inhabiting lower strata evinced nesting strategies to reach these spots. The diversity of species living in these areas evinces the importance of these environments.

**Keywords:** flooding, nesting strategies, baits, honey, sardine

## INTRODUÇÃO

Os ambientes de marismas caracterizam a planície costeira do extremo sul do Brasil, onde o complexo lagunar Patos-Mirim é a feição dominante. O estuário da Lagoa dos Patos ocupa uma área de, aproximadamente, 900 km<sup>2</sup>, destes, 70 km<sup>2</sup> correspondem às marismas, distribuídas pelas ilhas e margens (Costa *et al.* 1997), representando 95% das marismas da costa gaúcha (Marangoni & Costa 2009).

Os ecossistemas de marisma desenvolvem-se na zona entremarés de costas protegidas onde as comunidades vegetais são dominadas por plantas herbáceas anuais e perenes. Estas áreas estão sujeitas a inundações periódicas resultantes das oscilações das marés (Adam 1990). São, portanto, ecótonos entre o estuário e o continente (Costa 1997c), onde é possível visualizar uma estrutura espacial zonada ou em mosaico relacionada a distintas condições de inundação (Costa & Marangoni 2010). A zona mais baixa das marismas na beira das enseadas é, frequentemente, inundada pela água do estuário e colonizada pela macega *Spartina alterniflora*. As marismas médias, com cobertura vegetal dominada por *Spartina densiflora* e *Scirpus maritimus* são esporadicamente alagadas durante 20 a 40% do tempo. As marismas mais altas raramente são alagadas. Nos sedimentos lamosos, pequenos bosques de capororoca *Myrsine parvifolia* e a samambaia *Acrostichum danaefolium* geralmente dominam (Costa 1997a; Seeliger *et al.* 2004).

As marismas são consideradas ecossistemas de alta produtividade de matéria orgânica, estão entre os habitat mais produtivos do mundo, com taxas de produtividade primária tão altas quanto as florestas tropicais, oferecem

abrigo e habitat para várias espécies animais. (Silliman & Bortolus 2003; Marangoni & Costa 2009). Estes ecossistemas apresentam grandes variações de salinidade e inundação, assim, poucas espécies de plantas e animais vivem permanentemente nessas áreas. No entanto, os insetos residem de forma permanente e é o grupo mais diversificado e mais abundante, sendo considerados consumidores secundários dentro das marismas (Lalli & Parsons 1993). Além disso, os insetos representam um importante recurso alimentar para juvenis de peixes e aves que descansam e se alimentam no estuário (Costa 1997c).

Aproximadamente 3% dos insetos, 30.000 espécies, são aquáticos ou possuem larvas aquáticas; destes, algumas centenas ocorrem no ambiente marinho, onde a maioria é encontrada nos chamados "habitats ponte", ambientes que ligam o ecossistema marinho ao terrestre, isto é, manguezais, estuários, marismas e zonas entremarés. Os pisos mais elevados das marismas têm como residentes permanentes uma grande riqueza de invertebrados terrestres, particularmente os insetos (Costa *et al.* 1997), que encontram nessas áreas abrigo por oferecerem condições favoráveis para sua reprodução e crescimento (Seeliger *et al.* 2004). Existe uma elevada riqueza de Formicidae (Insecta: Hymenoptera) nas marismas além de outros seres vivos que interagem, ecologicamente, com este grupo (Bolico *et al.* 2012).

As formigas pertencem a um grupo muito diversificado, facilmente amostrado e identificado, elas estão presentes o ano inteiro e respondem rapidamente a alterações ambientais (Freitas *et al.* 2006). Exibem ampla distribuição geográfica, sendo frequentes os relatos de ocorrência em

ambientes costeiros e zonas entremarés (Allen *et al.* 2001; Palomo *et al.* 2003; Canepuccia *et al.* 2009). São responsáveis por uma parcela significativa da reciclagem de nutrientes e aeração das camadas superficiais do solo, além de muito importantes na limpeza dos ecossistemas, nas praias, removendo detritos e restos alimentares (Cheng 1976).

As formigas toleram quase todo tipo de ambiente, desde desertos, montanhas até as regiões litorâneas. Embora, seu habitat preferido seja as regiões tropicais elas conseguem lidar muito bem em regiões de clima temperado ou mesmo frio (Keller & Gordon 2009). A distribuição e a composição faunística de artrópodes exibem alterações em função da estação climática, profundidade e nível de inundação do solo (Adis & Albuquerque-Ribeiro 1989; Majer & Delabie 1994). A estrutura da comunidade de formigas é influenciada pela complexidade estrutural do habitat e também pela frequência e duração das inundações (MacKay *et al.* 1991; Marchioretto & Diehl 2006). Áreas que sofrem inundações frequentes têm maior variação na riqueza de espécies se comparadas a áreas secas. As flutuações no nível das inundações aumentam a probabilidade de uma população local se extinguir. Entretanto, em localidades onde as alterações do nível de alagamento são lentas, a variação no número de espécies é menor do que em áreas com mudanças bruscas e intensas (Uetz *et al.* 1979). Invertebrados terrestres residentes em ecossistemas periodicamente inundados requerem estratégias especiais de sobrevivência como, por exemplo, migração vertical (Adis 1997). Por exemplo, as colônias da espécie *Crematogaster cerasi* toleram inundações, pois movem seus ninhos para o interior de árvores (Hölldobler & Wilson 1990).

As formigas apresentam dietas alimentares muito diversificadas (Hölldobler & Wilson 1990), em geral são onívoras e oportunistas e exploram constantemente o solo e a vegetação em busca de alimento, sendo, frequentemente, atraídas por iscas (Diniz & Brandão 1993). A técnica de amostragem com iscas vem sendo utilizada com frequência para capturar formigas. As iscas são preparadas com atum, sardinha, mel, geleia, etc., por simularem fontes naturais de proteínas, lipídeos e carboidratos (Silvestre 2000). Através desse método diversos parâmetros ecológicos podem ser avaliados servindo como método de comparação entre localidades, podendo ser utilizada para estimar a riqueza de espécies de uma região (Reis-Menezes 1998; Silvestre 2000) ou a estrutura das comunidades das formigas (Matos *et al.* 1994).

Apenas dois estudos contemplam a riqueza e a distribuição de formigas em marismas brasileiras. O primeiro descreveu a ocorrência de ninhos de *Solenopsis* no aerênquima de hastes floríferas de *Spartina alterniflora* (Gianuca & Costa 2004) e o segundo, realizou um levantamento faunístico de formigas em marismas do extremo sul do Brasil (Bolico *et al.* 2012). Palomo *et al.* (2003), na Argentina, verificou a frequência de formigas em marismas avaliando hábitos de predação e tamanho das presas. Trabalhos que avaliem a preferência alimentar das formigas e estudem os efeitos das inundações das marismas na distribuição de formigas são inexistentes no Brasil. No Rio Grande do Sul há apenas um trabalho, realizado em um meandro do Rio dos Sinos em São Leopoldo, RS (Marchioretto & Diehl 2006) que investigou a influência da inundação na comunidade de formigas em um

remanescente de floresta inundável. Assim, com a finalidade de suprir essa lacuna faz-se necessária uma investigação a respeito da distribuição das formigas em marismas, bem como a preferência alimentar destas. A metodologia utilizada neste estudo foi aplicada pela primeira vez em um levantamento de fauna de formigas em marismas do extremo sul do Brasil.

### **OBJETIVO GERAL**

- Investigar a composição de espécies da comunidade de formigas, ao longo de um ciclo anual, em diferentes zonas de alagamento de marismas, assim como avaliar dois tipos diferentes de iscas atrativas em relação às espécies de formigas capturadas nas marismas do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estabelecer o padrão de ocorrência e a distribuição espacial das espécies;
- Caracterizar a estrutura da comunidade de formigas em três marismas localizadas em diferentes regiões do gradiente estuarino;
- Separar troficamente as espécies de formigas a partir das iscas utilizadas;
- Avaliar o efeito do tipo de isca utilizado na caracterização das comunidades de formigas.

## **CAPÍTULO 1**

### **Formigas atraídas a iscas em marismas do estuário da Lagoa dos Patos, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**

BOLICO, C.F.R.S.<sup>1</sup>; CARRASCO, D.<sup>1</sup> & D'INCAO, F.<sup>2</sup>

1. Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Oceanografia. Av. Itália, Km 8, s/n. Bairro Carreiros CEP.: 96203-000, Rio Grande – RS. E-mail: [cfbolico@hotmail.com](mailto:cfbolico@hotmail.com)
2. Instituto de Oceanografia – FURG, Rio Grande, Brasil.

## RESUMO

Marismas são ecossistemas costeiros entremarés, irregularmente alagados por água salgada, ocupados por vegetação herbácea e arbustiva. São considerados ecossistemas de alta produtividade primária, oferecendo abrigo e habitat para várias espécies animais, dentre elas, as formigas. As formigas são importantes na limpeza dos ecossistemas, pois removem os detritos e restos alimentares abandonados. O objetivo do trabalho foi avaliar o papel trófico das formigas através da atratividade de dois tipos diferentes de iscas atrativas – a base de proteína animal, sardinha e a base de carboidrato, mel – para espécies de formigas de três marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. As coletas foram realizadas entre julho de 2011 e julho de 2012, na Ilha da Pólvora, Ilha da Torotama e Molhe Oeste da Barra de Rio Grande. Em cada área foram demarcadas seis transecções, ao longo das quais foram alocadas dez iscas (cinco de cada tipo). As iscas foram acondicionadas em envelopes de papel laminado e expostas por 60 minutos. Foram calculadas as frequências relativas e a constância faunística das espécies amostradas (constante, acessória e acidental). As espécies capturadas foram classificadas em três grupos de acordo com seus hábitos alimentares, segundo uma análise de agrupamento por similaridade. A análise da significância das diferenças entre os grupos definidos na análise de agrupamento foi realizada por uma análise de semelhanças ANOSIM (*one way*). Foram coletadas 34 espécies, destas, 33 atraídas por sardinha e 28 por mel. Quatro espécies estiveram presentes em 100% da amostragem, três nas iscas de sardinha e uma no mel. As formigas na Ilha da Torotama e no Molhe Oeste da Barra demonstraram diferenças nos

hábitos de forrageio das espécies. Foi observada, em média, uma maior preferência das espécies pela isca de sardinha na Ilha da Pólvora e no Molhe Oeste da Barra. Para a Ilha da Torotama não houve diferença na preferência pelas iscas. O método utilizado mostrou-se eficiente na amostragem de formigas em marismas. As espécies presentes nas marismas selecionam seu alimento conforme a disponibilidade.

**Palavras-chave:** formigas, método de coleta, ecossistemas marinhos.

### **ABSTRACT**

Salt marshes are intertidal coastal ecosystems, regularly flooded by salt water and presenting herbaceous and shrub vegetation. These are considered ecosystems of high primary productivity, which provide shelter and habitat for many animal species, including the ants. The ants are important agents concerning ecosystems cleansing, once they remove debris and left over of food. The aim of the present work was to evaluate the attractiveness of two types of baits, namely: sardines and honey, considering the captured ant's species in three salt marshes from Patos Lagoon Estuary, RS, Brazil. The sampling of ants was performed between July of 2011 and July of 2012, in Pólvora Island, Torotama Island and Molhe Oeste (jetties in the estuarine mouth). Six transects were delimited and ten baits (five of each type) placed along each one of them. The baits were packaged into laminated paper foil and exposed for 60 minutes. The relative frequencies and constancies of the sampled species were calculated. The species were classified into three groups according to their feeding habits following a cluster analysis. Intending to evaluate the significance of the differences observed among groups, defined by

the cluster analysis, there was performed an analysis of similarity (ANOSIM - *one way*). Thirty-four species were attracted to the baits. From these, 33 were attracted by the sardine baits and 28 by honey. Four species were present in 100% of samples, three in sardine and one in honey baits. The Torotama Island and West breakwater presented differences in the foraging habits of the encountered species. A higher preference for sardine baits was evidenced by the species in Pólvora Island and West breakwater. No differences were observed in Torotama Island concerning the preference for baits. The applied method was shown efficient for ants sampling in the salt marshes and the species present in this ecosystem have chosen the food according to the availability.

**Keywords:** ants, sampling method, marine ecosystem.

## INTRODUÇÃO

Marismas são ecossistemas costeiros entremarés alagados irregularmente por água salgada, ocupados por vegetação herbácea e pequenos arbustos (Costa *et al.* 1997). Ocupam áreas protegidas de estuários, baías e lagunas, em regiões subtropicais e temperadas. São considerados ecossistemas de alta produtividade de matéria orgânica, oferecendo abrigo e habitat para várias espécies animais (Marangoni & Costa 2009).

A ocorrência de grandes variações de salinidade e alagamento nas marismas determina o baixo número de espécies de plantas e animais permanentes nessas áreas (Lalli & Parsons 1993). Contudo existe uma elevada

riqueza de Formicidae (Insecta: Hymenoptera) nessas áreas. A presença de espécies associadas à vegetação indica que as marismas são importantes para uma variada fauna de formigas, além de outros seres vivos que interagem, ecologicamente, com este grupo (Bolico *et al.* 2012).

A família Formicidae é muito diversificada, facilmente amostrada e identificada, suas espécies estão presentes o ano inteiro e respondem rapidamente às alterações ambientais (Freitas *et al.* 2006). As formigas são responsáveis por uma parcela significativa da reciclagem de nutrientes e aeração das camadas superficiais do solo. São muito importantes na limpeza dos ecossistemas, nas praias, removem detritos e restos alimentares (Cheng 1976). As formigas apresentam dietas alimentares muito diversificadas (Hölldobler & Wilson 1990). São onívoras e o néctar é raramente ou nunca a sua única dieta (Stradling 1978), sendo comum o consumo de melado (Koptur 1992).

As formigas geralmente são onívoras e oportunistas e monitoram constantemente o habitat à procura de alimento, sendo frequentemente atraídas por iscas (Diniz & Brandão 1993; Silvestre 2000). A disponibilidade de alimento e os sítios de nidificação influenciam a composição da fauna de formigas em alguns casos as formigas monopolizam territórios, impedindo o acesso de outras espécies ao alimento (Beckers *et al.* 1990; Silvestre 2000). A forma como as espécies forrageiam depende da quantidade de alimento disponível e da distribuição desse alimento, já a capacidade de forrageamento depende do *stress* térmico (Leving & Traniello 1981; Traniello 1989). A temperatura é um fator regulador da atividade das forrageiras (Hunt 1974). A

preferência de uma espécie por um determinado tipo de alimento é determinado por razões de crescimento, desenvolvimento e reprodução dentro da colônia (Silvestre 2000).

A captura de formigas geralmente é feita com iscas preparadas com atum, sardinha, mel, geleia, etc., por simularem fontes naturais de proteínas, lipídeos e carboidratos (Fowler *et al.* 1991; Silvestre 2000). Através desse método diversos parâmetros ecológicos podem ser avaliados, permitindo a comparação entre localidades (Silvestre 2000). O uso de iscas pode estimar a riqueza de espécies de uma região (Reis-Menezes 1998) e também investigar os parâmetros que afetam a estrutura das comunidades das formigas (Matos *et al.* 1994).

Considerando a ampla dieta das formigas o objetivo do trabalho foi avaliar o papel trófico das formigas através da atratividade de dois tipos diferentes de iscas atrativas – a base de proteína animal, sardinha e a base de carboidrato, mel – para espécies de formigas de três marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. A metodologia utilizada neste estudo foi aplicada pela primeira vez em um levantamento de fauna de formigas em marismas do extremo sul do Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

Os ambientes de marismas caracterizam a planície costeira do extremo sul do Brasil, onde o complexo lagunar Patos-Mirim é a feição dominante. O estuário da Lagoa dos Patos ocupa uma área de, aproximadamente, 900 km<sup>2</sup>,

destes, 70 km<sup>2</sup> correspondem às marismas, distribuídas pelas ilhas e margens (Costa *et al.* 1997), representando 95% das marismas da costa gaúcha (Marangoni & Costa 2009).

O estudo foi desenvolvido em três marismas: Ilha da Torotama (31°53'33"S; 052°14'33"W), Ilha da Pólvora (32°02'01"S; 052°10'45"W) e Molhe Oeste da Barra de Rio Grande (32°10'65"S; 052°08'52"W), localizadas no Estuário da Lagoa dos Patos (ELP), município de Rio Grande, RS. A Ilha da Torotama (IT) localiza-se ao norte do município e está sujeita a maior influência de água doce, além de sofrer com a atividade agropecuária que utiliza a macega (*Spartina densiflora*) e a junça (*Scirpus maritimus*) para a pastagem (Marangoni & Costa 2010). A Ilha da Pólvora (IP) recebe aporte de água doce e salgada (Costa *et al.* 2003), constituindo um ambiente salobro; abriga um eco-museu pertencente ao complexo de museus da Universidade Federal do Rio Grande - FURG e suas marismas são preservadas e por isso, utilizadas com finalidade educacional e científica (Fonte: Museus e Centros da FURG, 18.04.2013). O Molhe Oeste da Barra (MOB), ao sul, é altamente influenciado pela salinidade e padece com a urbanização, pois está próximo à área urbana (Fig. 1) (Costa *et al.* 2003).

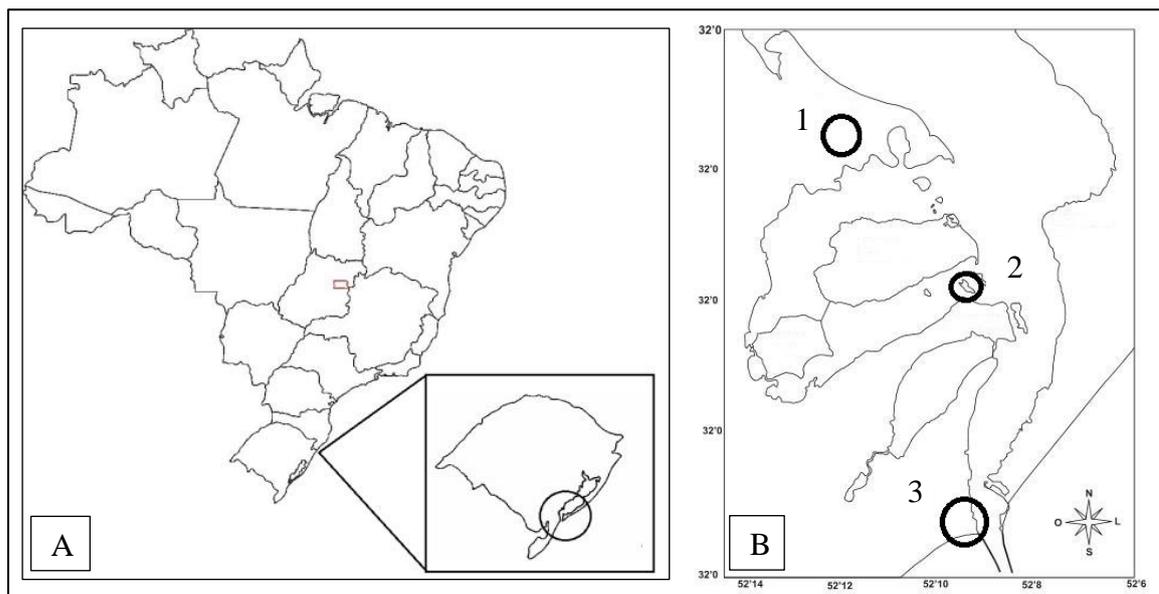


Figura 1: (A) Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS). (B) Áreas de coleta: 1) Ilha da Torotama; 2) Ilha da Pólvora; 3) Molhe Oeste da Barra. Fonte: Laboratório de Crustáceos Decápodes, Instituto de Oceanografia – FURG.

As áreas caracterizam-se pela presença das três zonas entremarés compostas por distintas comunidades vegetais em função do grau de inundação que sofrem. Marismas frequentemente alagadas (inferiores) são dominadas por *Spartina alterniflora*, *Scirpus olneyi* e *Scirpus maritimus*. Marismas esporadicamente alagadas (médias) caracterizam-se pela cobertura de *Spartina densiflora* e/ou *S. olneyi*. As marismas raramente alagadas (superiores) são cobertas por *Juncus kraussii* e *Myrsine parvifolia* (Costa *et al.* 1997; Costa *et al.* 2003).

### Método de Captura

Em cada zona topográfica (inferior, médio e superior) de cada marisma, foram traçadas duas transecções, em sequência, com 10 m de comprimento e distantes 10 m entre si, totalizando seis transecções por área (Fig. 2). Ao longo de cada transecção, foram dispostas cinco iscas de sardinha (cada 2 m) e

cinco de glicose (cada 2 m) em intervalos de 1 m. As iscas foram acondicionadas em envelopes de papel laminado com 10 cm x 10 cm em porções de 1 cm<sup>3</sup> e expostas por 60 minutos, conforme Freitas *et al.* (2003). As coletas ocorreram sempre no período da tarde entre 14 e 15 horas e foram mensais entre julho de 2011 e julho de 2012.



Figura 2: Iscas expostas na zona baixa da marisma da Ilha da Pólvora, Rio Grande, RS.

### **Triagem e Identificação**

O material coletado foi levado ao Laboratório de Crustáceos Decápodes-FURG, onde foi triado e os espécimes acondicionados em frascos de vidro com álcool 70% devidamente etiquetados.

A identificação por gêneros foi realizada seguindo Fernández (2003). Exemplares de cada espécie foram enviados ao Museu de Zoologia da

Universidade de São Paulo (MZ-USP) para identificação e depositados na coleção do MZ-USP.

O restante dos espécimes, devidamente identificados com os códigos usados neste trabalho para morfoespécies dos gêneros onde a atribuição de nomes não foi possível, foram depositados na coleção entomológica científica do Laboratório de Crustáceos-FURG.

### **Dados Abióticos**

A variável ambiental temperatura do ar foi obtida a partir do banco de dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), estação A802 (32°04'43"S; 052°10'03"W), a uma distância média de 15 km dos locais de coleta.

### **Análise dos Dados**

Os dados de captura foram agrupados por marisma. Foram calculadas as frequências relativas das espécies em cada isca em relação à frequência mensal:

$$Fr = Fi \cdot 100/n$$

Onde:

Fr = frequência relativa

Fi = frequência absoluta

n = total de indivíduos capturados.

Foi estimada a constância faunística (Dajoz 1974) para cada tipo de isca com as espécies agrupadas em categorias conforme seu padrão de ocorrência

– constante (> 50% das amostras), acessória (> 25% < 50%) e acidental (< 25%):

$$C = p*100/N$$

Onde:

$p$  = nº de amostras onde a espécie foi encontrada

$N$  = total de amostras

A classificação das espécies de formigas de acordo com seus hábitos alimentares foi realizada por uma análise de agrupamento (*cluster analysis*) por similaridade entre objetos (espécies) a partir de uma matriz de presenças e ausências das espécies de formigas nas iscas (atributos). A matriz gerada possuía 34 objetos e dois atributos. O teste foi baseado na medida de similaridade de Jaccard (Davis 1986).

A análise de semelhanças ANOSIM (*one way*) foi aplicada com 10000 permutações para avaliar a significância das diferenças entre os grupos definidos na análise de agrupamento. Foi utilizado o coeficiente de distância de Jaccard. As matrizes de similaridade foram geradas a partir dos dados de presença e ausência das espécies de cada grupo durante as quatro estações climáticas em que o estudo foi realizado. O inverno foi definido pelos meses de julho, agosto e setembro; a primavera pelos meses de outubro, novembro e dezembro; os meses de janeiro, fevereiro e março foram estabelecidos como verão; abril, maio e junho, como outono e o último mês, julho, foi desconsiderado na análise. Os dados das iscas de sardinha foram utilizados para os carnívoros, os de mel para os herbívoros e os de ambas as iscas para

omnívoros. O ANOSIM é um teste não paramétrico de diferença significativa entre dois ou mais grupos multivariados, baseado numa medida de distância (Clarke 1993). A análise de dados foi realizada com o programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

## RESULTADOS

Nas coletas realizadas nas três localidades foram registradas 34 espécies atraídas às iscas. A IP apresentou 25 espécies, sendo quatro exclusivas. Na IT foram capturadas 15 espécies, sendo apenas uma exclusiva, *Pseudomyrmex* sp 2. O MOB exibiu 28 espécies e destas sete foram exclusivas. A IP e o MOB apresentaram oito espécies em comum, enquanto as três áreas exibiram 12 espécies comuns. Foram obtidos 47.661 espécimes atraídos às iscas no total; 15.927 (IP), 15.926 (IT) e 15.187 (MOB).

As espécies *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868, *Crematogaster* sp 1 e *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) estiveram presentes em 100% da amostragem com iscas de sardinha enquanto a espécie *Pheidole* sp 1 obteve a mesma frequência na isca de mel. Cinco espécies foram igualmente frequentes em ambas as iscas – *Dorymyrmex* sp 1 (30%), *Pheidole* sp 2 (46%), *Pheidole* sp 3 (38%), *Pheidole* sp 4 (53%) e *Pheidole* sp 5 (30%). Aproximadamente um terço (12) das espécies amostradas alcançaram menos de 20% de frequência nas iscas. Embora *Myrmelachista gallicola* tenha tido frequência inferior a 20% na isca de mel, a espécie obteve frequência superior na isca de sardinha. O contrário ocorreu com *Pseudomyrmex* sp 3, que obteve frequência menor que 20% na isca de sardinha e superior na isca de mel (acima de 40%). Mais de 40% das espécies capturadas no estudo atingiram 50% de frequência ou mais.

Destas, oito foram mais de 80% frequentes. Entre as espécies com mais de 80% de frequência nas capturas, apenas cinco foram amostradas enquanto forrageavam no mel e sete enquanto faziam o mesmo na sardinha. Os dados mencionados estão representados na figura 3.

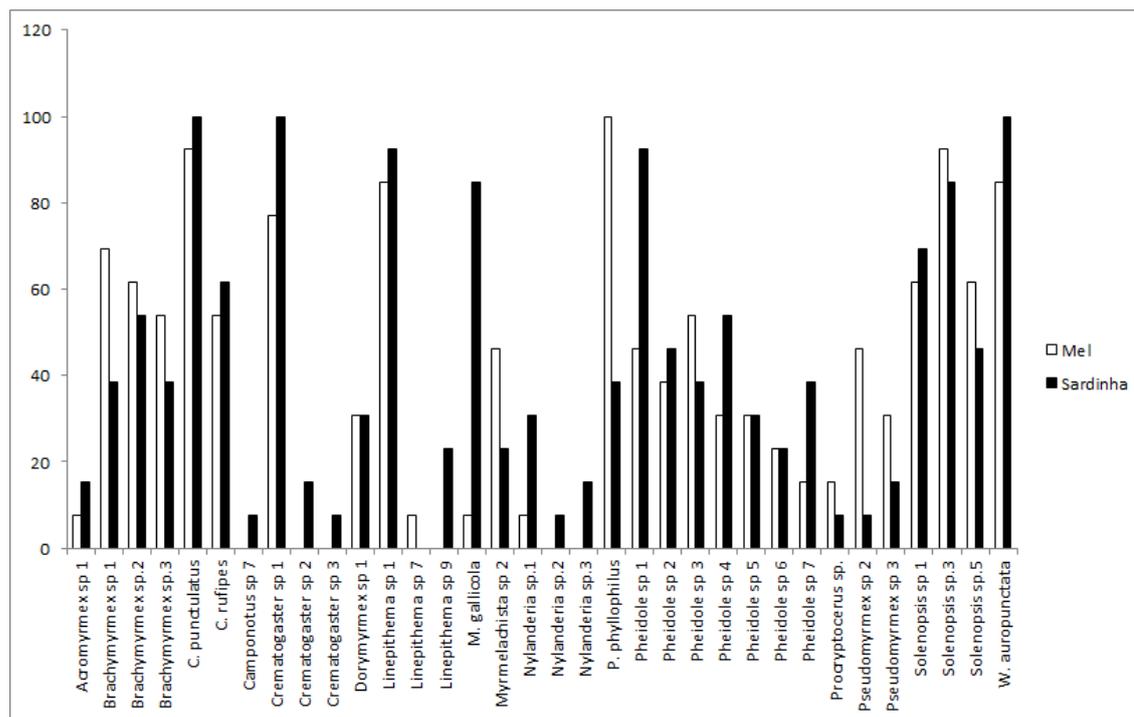


Figura 3: Constâncias das espécies de formigas coletadas nas iscas de mel e sardinha em três marismas do estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil.

As espécies capturadas forrageando nas iscas de sardinha foram classificadas, quanto ao padrão de ocorrência como - acidentais (12), acessórias (10) e constantes (11). As espécies que estavam forrageando no mel foram classificadas como acidentais (7), acessórias (8) e constantes (13). Entre as espécies classificadas como constantes 10 foram constantes em ambas as iscas e quatro em apenas uma. Além disso, oito espécies foram classificadas em duas categorias de constância diferentes conforme sua

presença nas iscas de mel ou de sardinha. Assim, de maneira geral, 14 espécies foram constantes, 13 acessórias e 15 acidentais (Tab. 1).

Tabela 1: Espécies de formigas capturadas em três marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil classificadas segunda sua constância estudadas. C = constante (>50%); Acs = acessória (>25%<50%) e Acd = acidental (<50%).

Espécie	Mel			Sardinha		
	C	Acs	Acd	C	Acs	Acd
<i>Brachymyrmex</i> sp 1	x				x	
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	x			x		
<i>Brachymyrmex</i> sp 3	x				x	
<i>C. punctulatus</i>	x			x		
<i>C. rufipes</i> (Fabricius, 1775)	x			x		
<i>Crematogaster</i> sp 1	x			x		
<i>Linepithema</i> sp 1	x			x		
<i>Pheidole</i> sp 1	x			x		
<i>Pheidole</i> sp 4	x			x		
<i>Solenopsis</i> sp 1	x			x		
<i>Solenopsis</i> sp 3	x			x		
<i>Solenopsis</i> sp 5	x				x	
<i>W. auropunctata</i>	x			x		
<i>M. gallicola</i> Mayr, 1887		x		x		
<i>Dorymyrmex</i> sp 1		x			x	
<i>Pheidole</i> sp 2		x			x	
<i>Pheidole</i> sp 3		x			x	
<i>Pheidole</i> sp 5		x			x	
<i>Pheidole</i> sp 6		x				x

<i>Pseudomyrmex</i> sp 3	x		x
<i>P. phyllophilus</i> (Smith, 1858)	x		x
<i>Nylanderia</i> sp 1		x	x
<i>Pheidole</i> sp 7		x	x
<i>Camponotus</i> sp 7		x	x
<i>Crematogaster</i> sp 2			x
<i>Crematogaster</i> sp 3			x
<i>Linepithema</i> sp 7		x	
<i>Linepithema</i> sp 9			x
<i>Myrmelachista</i> sp 2		x	x
<i>Nylanderia</i> sp 2			x
<i>Nylanderia</i> sp 3			x
<i>Procryptocerus</i> sp		x	x
<i>Pseudomyrmex</i> sp 2		x	x

---

A análise de agrupamento das espécies nas três áreas revelou a formação de três grupos com 80% de similaridade conforme a preferência alimentar (Fig. 4). A espécie *Linepithema* sp 7 que foi capturada somente nas iscas de mel, apresentando hábito herbívoro, foi agrupada separadamente. As espécies atraídas somente por sardinha, demonstrando hábito carnívoro, *Camponotus* sp 7, *Crematogaster* sp 2, *Crematogaster* sp 3, *Linepithema* sp 9, *Nylanderia* sp 2 e *Nylanderia* sp 3 foram reunidas em outro grupo. As 27 espécies restantes, atraídas por ambas as iscas, mostrando hábito omnívoro, foram associadas em um terceiro agrupamento.

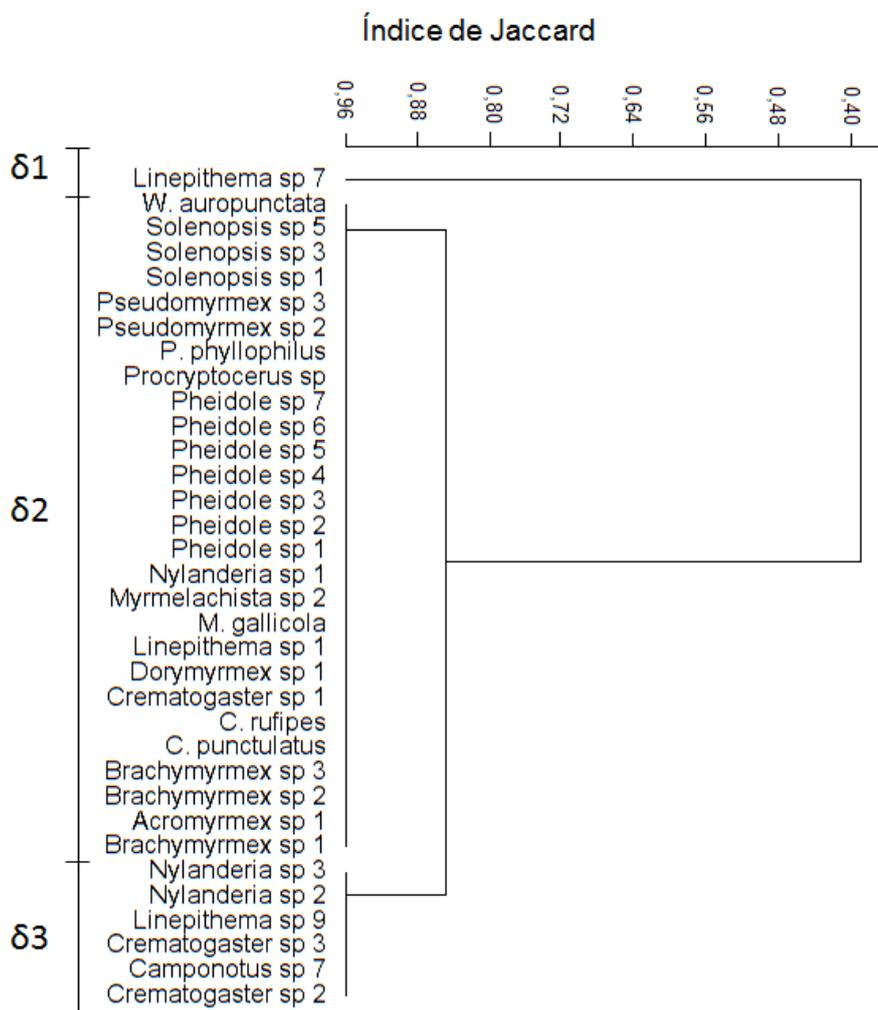


Figura 4: Dendrograma de similaridade entre espécies de formigas de três marismas do estuário da Lagoa dos Patos, gerado a partir de uma matriz dos dados de presença/ausência das espécies nas iscas de sardinha ( $n = 33$ ) e de mel ( $n = 28$ ).

A isca de sardinha obteve, em média, a preferência das espécies na IP e no MOB, enquanto as espécies da IT não apresentaram diferenças na predileção pelas iscas, de forma que todas as espécies capturadas nesta área forragearam nos dois tipos de iscas (Tab. 2).

Tabela 2: Atratividade das iscas nas diferentes áreas amostradas. Dados de constância (%).

Espécie	Torotama		Pólvora		Barra	
	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel

<i>Acromyrmex</i> sp 1	0	0	15,385	7,6923	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp 1	0	0	0	0	38,462	69,231
<i>Brachymyrmex</i> sp 2	30,769	30,7692	23,077	7,6923	7,6923	46,154
<i>Brachymyrmex</i> sp 3	7,6923	7,69231	15,385	38,462	30,769	30,769
<i>C. punctulatus</i>	23,077	7,69231	61,538	53,846	92,308	92,308
<i>C. rufipes</i>	0	0	15,385	7,6923	53,846	53,846
<i>Camponotus</i> sp 7	0	0	0	0	7,6923	0
<i>Crematogaster</i> sp 1	0	0	23,077	15,385	100	76,923
<i>Crematogaster</i> sp 2	0	0	0	0	15,385	0
<i>Crematogaster</i> sp 3	0	0	0	0	7,6923	0
<i>Dorymyrmex</i> sp 1	0	0	0	0	30,769	30,769
<i>Linepithema</i> sp 1	23,077	23,0769	84,615	69,231	30,769	23,077
<i>Linepithema</i> sp 7	0	0	0	7,6923	0	0
<i>Linepithema</i> sp 9	0	0	23,077	0	0	0
<i>M. gallicola</i>	7,6923	0	30,769	38,462	61,538	23,077
<i>Myrmelachista</i> sp 2	7,6923	0	7,6923	7,6923	7,6923	0
<i>Nylanderia</i> sp 1	0	0	15,385	0	15,385	7,6923
<i>Nylanderia</i> sp 2	0	0	0	0	7,6923	0
<i>Nylanderia</i> sp 3	0	0	7,6923	0	7,6923	0
<i>P. phyllophilus</i>	0	23,0769	38,462	7,6923	7,6923	76,923
<i>Pheidole</i> sp 1	7,6923	15,3846	0	0	92,308	30,769
<i>Pheidole</i> sp 2	0	15,3846	0	7,6923	46,154	15,385
<i>Pheidole</i> sp 3	7,6923	0	15,385	46,154	23,077	38,462
<i>Pheidole</i> sp 4	0	0	23,077	7,6923	46,154	23,077
<i>Pheidole</i> sp 5	0	0	23,077	30,769	15,385	7,6923
<i>Pheidole</i> sp 6	0	0	30,769	0	15,385	23,077
<i>Pheidole</i> sp 7	0	0	0	15,385	38,462	0
<i>Procryptocerus</i> sp.	0	0	7,6923	15,385	0	15,385
<i>Pseudomyrmex</i> sp 2	7,6923	15,3846	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp 3	0	15,3846	0	7,6923	15,385	23,077
<i>Solenopsis</i> sp 1	53,846	46,1538	53,846	46,154	0	0

<i>Solenopsis</i> sp 3	7,6923	23,0769	30,769	46,154	84,615	76,923
<i>Solenopsis</i> sp 5	0	15,3846	30,769	38,462	15,385	15,385
<i>W. auropunctata</i>	84,615	76,9231	30,769	30,769	76,923	61,538

O verão exibiu temperaturas máximas com média de 30° C, o inverno apresentou mínimas com média de 5° C. As estações climáticas com temperaturas não tão extremas, primavera e outono, exibiram máximas com média de 21° C e mínimas com média de 13° C. Durante o estudo, dias de temperatura muito elevada houve uma redução no número de indivíduos e de espécies que buscavam alimento.

O hábito alimentar das espécies ao longo das estações climáticas, avaliado através da análise de similaridade (ANOSIM), revelou haver diferença significativa entre as espécies carnívoras ( $p < 0,018$ ). As espécies carnívoras demonstraram forragear durante o outono, inverno e primavera. As espécies omnívoras demonstraram haver diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) no hábito de forrageamento durante as estações climáticas. Enquanto algumas espécies forrageiam em determinados períodos do ano, espécies dos gêneros – *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Linepithema*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Wasmannia* mantêm este hábito durante todo o ano. O grupo de herbívoros, representado apenas por *Linepithema* sp 7 forrageou apenas durante o outono e apenas na Ilha da Pólvora. As maiores diferenças foram para a Ilha da Torotama e o Molhe Oeste da Barra (Fig.5).

A maioria das espécies forrageou nas iscas de sardinha durante a primavera e o outono. Contudo, a isca de mel foi a mais visitada durante a primavera enquanto a isca de sardinha foi mais visitada durante o verão.

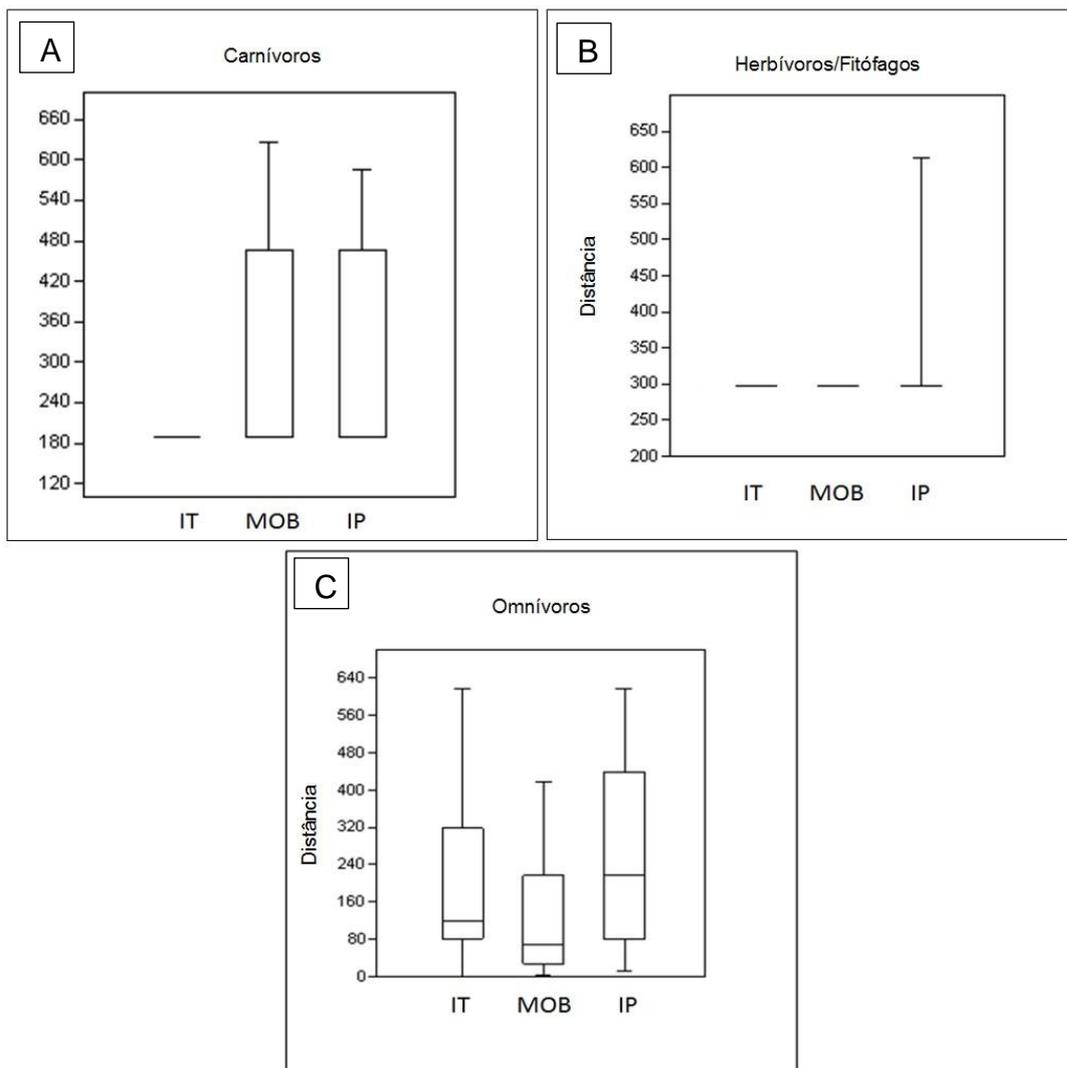


Figura 5: Alimentação de espécies de formigas durante as estações climáticas (inverno, primavera, verão e outono). A – espécies carnívoras, B – espécies herbívoras/fitófagos e C – espécies omnívoras. IT - Ilha da Torotama, MOB - Molhe Oeste da Barra e IP - Ilha da Pólvora. As linhas indicam as medianas, como elas não são equidistantes os dados mostram assimetria. Coeficiente de distância de Jaccard.

## DISCUSSÃO

A presença de espécies raras aumenta o número de espécies presentes em uma área aumentando, assim, sua riqueza. Estas espécies possuem maior valor proporcional em estudos que estimam a riqueza. A avaliação de espécies raras mostra-se útil em estudos que envolvam conservação de áreas. Ambientes antropizados observa-se pouca ou nenhuma presença de espécies raras, ao contrário, verificam a existência de espécies dominantes (Gomes & Ferreira 2004).

A diferença existente entre as mirmecofaunas da IT e do MOB já havia sido verificada por Bolico *et al.* (2012), quando atribuíram essa diferença as distintas composições da vegetação das áreas e as diferentes formas de antropização sofridas. Entretanto, em se tratando de preferência alimentar das espécies de formigas essa diferença se dá pela oferta de alimento ou ainda pelos nichos disponíveis. As marismas em geral não fornecem muitos nichos para formigas com hábito exclusivamente herbívoro, uma vez que há predominância de vegetação halófitas (Costa 1997a) mesmo que a alta riqueza da flora denote a presença de plantas com flores a seiva elaborada destas não é palatável aos formicídeos. Além da IT oferecer esse tipo de vegetação de forma abundante foi possível perceber a falta de carcaças, diminuindo então, a riqueza de espécies de formigas seletivas, que selecionam seu alimento, denotando uma fauna predominantemente omnívora. O MOB além de ofertar esse tipo de vegetação, proporciona uma série de possibilidades alimentares distintas, como carcaças de animais mortos, roedores, crustáceos, aves, anfíbios. A presença de animais de hábito detritívoro como, isópodes,

anfípodas, aranhas e insetos nas marismas (Costa 1997b) denotam a presença dessas carcaças nesses ambientes. Este fato possibilita a presença de espécies de formigas com hábito carnívoro/detrítivo, pois as formigas atuam como necrófagas, comedoras de carne morta em carcaças de animais mortos (Catts & Haskell 1990). O mesmo ocorre com a IP, que além de disponibilizar alimento para formigas de nicho seletivamente carnívoro, oferece também uma grande riqueza de flora.

Como as formigas possuem hábitos alimentares distintos, o método utilizado capturou, em grande parte, formigas generalistas ou dominantes, ainda que, algumas espécies capturadas tenham demonstrado seletividade pelo alimento. As formigas generalistas são mais propensas a visitarem fontes artificiais de alimento, pois exploram qualquer novo tipo de recurso em sua área de forrageio (Silvestre 2000). O presente estudo vai ao encontro de um levantamento faunístico de formigas realizado em Cajuru-SP (Silvestre & Brandão 2000), que demonstrou não existir diferença significativa entre a fauna de formigas atraída por mel daquela atraída por sardinha, indicando, então, a omnivoria das espécies.

Morelli *et al.* (2007) também não encontraram diferença significativa, quando da utilização, em seu trabalho, de iscas a base de proteína (sardinha) e a base de carboidrato (pasta constituída por mel e pão sovado). Além disso, observaram que os gêneros *Pheidole* e *Solenopsis* foram encontrados nos dois tipos de iscas. A seleção por alimento se deve em alguns casos a época reprodutiva em que a colônia está. Alimentos à base de proteína são consumidos, principalmente, quando as larvas estão em desenvolvimento,

após a eclosão destas a dieta da colônia é substituída por hidratos de carbono por serem fonte energética primária dos indivíduos adultos (Abbott 1978; Stradling 1987).

A espécie *Linepithema* sp 9, identificada como rainha, deixa claro essa seleção por alimento, uma vez que as rainhas requerem um aporte de proteína para o desenvolvimento de ovos e larvas. Além desta, as espécies *Myrmelachista* sp 2 e *Pseudomyrmex* sp 3, que obtiveram frequências maiores na sardinha e no mel, respectivamente, em detrimento das outras iscas, também demonstraram seletividade pelo alimento, que também pode estar associado à estação reprodutiva da colônia. A espécie *Pheidole* sp 7, identificada como soldado, embora tenha se alimentado dos dois tipos de iscas, demonstra a necessidade por um alimento energético, pois tem como função a proteção da colônia e das operárias.

Em geral, a maioria das espécies de formigas neotropicais é generalista, o que ficou evidente entre as espécies que foram mais frequentes no estudo, algumas pertencem a gêneros conhecidamente generalistas – *Camponotus*, *Linepithema*, *Myrmelachista*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. A frequência nas iscas de mel das espécies *C. punctulatus*, *Crematogaster* sp 1 bem como *W. auropunctata*, pode estar associada ao fato de sempre haver indivíduos adultos na colônia, que necessitam de carboidratos para a manutenção das atividades do ninho. A espécie *Pheidole* sp 1, frequente 100% na isca de mel, tem hábito alimentar associado a substâncias adocicadas, embora muitas vezes tenha comportamento omnívoro. Além disso, os fatores que podem determinar a estratégia de forrageamento das formigas são – espaço,

quantidade e qualidade do alimento, a concorrência com outras colônias, e a predação (Traniello 1989). A temperatura do solo e a composição da dieta, também, podem influenciar os hábitos de forrageio das formigas (Moutinho 1991) esclarecendo a baixa atividade de forrageio durante o verão. A igualdade de frequências em ambas as iscas e a baixa frequência de algumas espécies também podem ser resultantes destes fatores. As elevadas temperaturas registradas no verão amostrado podem ter sido determinantes para a diminuição na taxa de forrageio das espécies neste período. As temperaturas amenas da primavera e outono favorecem as espécies nesse sentido, pois com o solo não tão quente a busca pelo alimento se torna menos custosa.

As formigas frequentemente possuem um padrão unimodal na primavera e outono, isto é, sua atividade está restrita ao meio do dia, enquanto no verão o padrão é bimodal, os picos de atividade ocorrem pela manhã e à tarde, evitando as horas quentes do dia (Pol & Lopez de Casenave 2004). Como as coletas foram realizadas em torno das 14 horas justifica a presença da maioria das espécies durante todo ano. A redução no número de indivíduos e de espécies que buscavam alimento em dias de temperatura muito elevada ocorre, pois temperaturas elevadas causam redução na atividade das formigas durante épocas mais desfavoráveis do ano, pois possuem relação negativa com o ritmo de atividade da colônia (Whitford *et al.* 1981; Fourcassié & Oliveira 2002). No verão a frequência de forrageio na sardinha foi acentuada, pois as espécies *Linepithema* sp 1 e *W. auropunctata*, generalistas, forragearam amplamente neste período.

A divisão das espécies em grupos alimentares distintos, devido a sua preferência alimentar além de ser resultante da disponibilidade de nichos e da época reprodutiva da colônia, também pode ser devido à distância das iscas até o ninho, pois segundo Traniello (1989) a capacidade das formigas forragearem envolve distância até a fonte de alimento, além de outros fatores. Além disso, o grande número de espécies forrageando nas iscas de sardinha é característico do grupo, pois formigas são comumente encontradas durante o processo de decomposição (Anderson & Vanlaerhoven 1996).

Espécies mais especializadas, como por exemplo, algumas da subfamília Dolichoderinae, representada neste estudo pelas espécies do gênero *Crematogaster*, ou ainda da tribo Attini, aqui representada pela espécie *Acromyrmex* sp. (Fowler *et al.* 1991). Foi observado certa seletividade em relação à preferência alimentar, uma vez que algumas espécies apresentaram predileção por determinada isca. Um levantamento faunístico realizado na ilha de João da Cunha (SC) (Schmidt *et al.* 2005), também registrou espécies pertencentes a gêneros conhecidamente generalistas, mas que no entanto, no estudo, se mostraram seletivas. Estas variações no hábito alimentar das formigas podem ocorrer por inúmeros motivos, dentre eles, os fatores físicos ambientais que modificam os ritmos de forrageamento das formigas, a variação desses ritmos durante o ano e também pela disponibilidade de alimento (Stradling 1978).

O número de espécies presentes no estudo demonstrou que o método utilizando iscas atrativas é eficiente na amostragem de formigas em marismas, ainda que esta técnica compreenda deixar a isca exposta por tempo

determinado dando oportunidade às espécies chegarem ao alimento e saírem, não sendo, assim, amostradas. Os dados sugerem que as espécies presentes nas marismas selecionam seu alimento conforme a disponibilidade, sendo, em parte, carnívoras devido à ampla disponibilidade de carcaças de animais que utilizam a marisma para viver ou se alimentar. A grande maioria das espécies é omnívora, ou seja, generalista, pois se alimentam do que estiver disponível no ambiente. Não é possível afirmar com exatidão a preferência alimentar a partir da estação reprodutiva das espécies, pois isto exige um estudo mais aprofundado e específico a respeito da reprodução e biologia de uma colônia.

**Agradecimentos:** Aos Biólogos Bruno Pinto Cruz e Katiele Dummel pelos incansáveis dias de coleta. Ao professor Dr. Juliano César Marangoni pelos esclarecimentos na estatística do trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro. A Emília Albuquerque, Thiago Ranzani da Silva e Lívia Pires do Padro do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo pelo trabalho de identificação das espécies.

## CAPÍTULO 2

### **Distribuição espacial de formigas em marismas do estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil**

BOLICO, C.F.R.S.<sup>1</sup> & D'INCAO, F.<sup>2</sup>

1. Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Oceanografia. Av. Itália, Km 8, s/n. Bairro Carreiros CEP.: 96203-000, Rio Grande – RS. E-mail: [cfbolico@hotmail.com](mailto:cfbolico@hotmail.com)
2. Instituto de Oceanografia – FURG, Rio Grande, Brasil.

## RESUMO

Os ecossistemas de marisma estão sujeitos a inundações periódicas, permitindo visualizar uma estrutura espacial zonada relacionada a distintos níveis de inundação. Os pisos mais elevados das marismas têm os insetos como residentes permanentes. As marismas são ricas em espécies de Formicidae e a presença de gêneros associados à vegetação indica que estas áreas são importantes para uma variada fauna de formigas. O objetivo do trabalho foi avaliar a composição de três comunidades de formigas, ao longo de um ciclo anual, nas diferentes zonas de alagamento de marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. As coletas foram realizadas entre julho de 2011 e julho de 2012, na Ilha da Pólvora, Ilha da Torotama e Molhe Oeste da Barra de Rio Grande. Em cada área foram demarcados seis transectos, ao longo dos quais foram depositadas dez iscas (cinco de cada tipo). As iscas foram acondicionadas em envelopes de papel laminado, expostas por 60 minutos. Os dados foram submetidos à medida faunística da constância. Os dados de presença e ausência das espécies foram utilizados para testar hipóteses sobre as diferenças na distribuição das espécies entre os pisos da marisma através de uma análise de semelhanças ANOSIM (*one way*). Para verificar a existência de relação entre a frequência das espécies e o nível de alagamento da lagoa foi realizada uma análise de correlação linear simples. Foram capturadas 47.661 formigas e 34 espécies. O piso alto das marismas exibiu 31 espécies, o médio 29 e o baixo, 18. O Molhe Oeste da Barra apresentou o maior número de espécies no piso baixo, 17. *Wasmannia auropunctata* foi 100% constante no piso alto. *Camponotus*

*punctulatus* e *Solenopsis* sp 3 tiveram mais de 80% de constância no piso baixo. Não houve diferença significativa nas espécies entre os pisos e entre as áreas, embora exista certo grau de dissimilaridade. As maiores riquezas foram encontradas nas zonas secas como o esperado, embora *Solenopsis* sp 3 tenha forte correlação positiva com o alagamento, a maioria das espécies demonstrou correlação negativa com a inundação. As espécies que habitavam o piso mais baixo exibiam estratégias de colonização para residirem nesses locais. A riqueza de espécies de formigas presentes nessas áreas demonstra um importante papel trófico do grupo nesses ambientes.

**Palavras-chave:** alagamento, estratégias de nidificação, iscas, migração

#### ABSTRACT

Salt marshes ecosystems are susceptible to periodic flooding, allowing perceiving a zonal spatial structure related to distinct flooding conditions. The higher strata from the salt marshes present insects as permanent residents. The salt marshes present a great richness of Formicidae and the presence of genders which are associated with vegetation evinces that these areas are important to a great variety of ant's fauna. The aim of the present study was to evaluate the composition of three ant's community, along one annual cycle, in the different flooding zones from the salt marshes of Patos Lagoon, Rio Grande, RS, Brazil. The samplings were realized between July 2011 and July 2012 in Pólvora Island, Torotama Island and Molhe Oeste (jetties in the estuarine mouth). There were delimited six transects in each area and ten baits (five of each type) were placed along each one of them. The baits were packaged into laminated paper foil and exposed for 60 minutes. The data were submitted to

the measure of constancy criteria for fauna. The data regarding the presence and absence of the species were used to test the hypothesis of the differences in the distribution of the species among the salt shore strata by an analysis of similarity ANOSIM (one way). Intending to verify the presence of a relation between the species frequency and the flooding level of the lagoon, there was realized an analysis of simple linear correlation. There were captured 47.661 ants within 34 species. The high stratum presented 31 species, the middle, 29 and the low, 18. The East Breakwater evinced the higher number of species in the low stratum. *Wasmannia auropunctata* had 100% of presence in the high stratum. *Camponotus punctulatus* and *Solenopsis* sp presented more than 80% of constancy in the low stratum. There was no significant difference among the strata and the areas, although there was a certain degree of dissimilarity. *Solenopsis* sp 3 evinced a strong positive correlation with flooding. The species have chosen the high stratum as favorite and the species inhabiting the lower strata exhibited strategies to reach these places. The diversity of species living in these areas evinces an important trophic role of ants in these environments.

**Keywords:** flooding, nesting strategies, baits, migration

## INTRODUÇÃO

Os ecossistemas de marisma desenvolvem-se na zona entremarés de costas protegidas e cujas comunidades vegetais são dominadas por plantas herbáceas anuais e perenes. Estas áreas estão sujeitas a inundações periódicas resultantes das oscilações das marés (Adam 1990). São, portanto,

ecótonos entre o estuário e o continente (Costa 1997c), onde é possível visualizar uma estrutura espacial zonada ou em mosaico relacionada a distintas condições de inundação (Costa & Marangoni 2010). No sul do Brasil, a zona mais baixa das marismas na beira das enseadas é frequentemente inundada pela água salgada e colonizada pela grama macega (*Spartina alterniflora*). As marismas médias, com cobertura vegetal dominada por *Spartina densiflora* e *Scirpus maritimus* são esporadicamente alagadas durante 20 a 40% do tempo. As marismas mais altas raramente são alagadas. No limite continental das marismas, observa-se a ocorrência de pequenos bosques geralmente dominados por capororoca (*Myrsine parvifolia*) e samambaia (*Acrostichum danaefolium*) (Costa 1997a; Seeliger *et al.* 2004).

Aproximadamente 3% das 30.000 espécies de insetos, são aquáticos ou possuem larvas aquáticas; destes, algumas centenas ocorrem no ambiente marinho. A maioria dos insetos marinhos é encontrada nos chamados "habitats ponte", ambientes que ligam o ecossistema marinho ao terrestre, isto é, manguezais, estuários, marismas e zonas entremarés (Cheng 1976). Os pisos mais elevados das marismas têm como residentes permanentes uma grande riqueza de invertebrados terrestres, particularmente de insetos (Costa *et al.* 1997), que encontram nessas áreas abrigo e condições favoráveis para sua reprodução e crescimento (Seeliger *et al.* 2004). Os insetos são o grupo de invertebrados mais diversificado e abundante nas marismas, sendo principalmente consumidores secundários nesses ambientes (Lalli & Parsons 1993).

As formigas toleram quase todo tipo de ambiente, desde desertos, montanhas até as regiões litorâneas. Embora, seu habitat preferido sejam as regiões tropicais elas conseguem lidar muito bem em regiões de clima temperado ou mesmo frio (Keller & Gordon 2009). As marismas apresentam uma elevada riqueza de Formicidae, a presença de gêneros associados à vegetação indica que estas áreas são importantes para uma variada fauna de formigas, além de outros seres vivos que interagem ecologicamente com este grupo (Bolico *et al.* 2012).

A distribuição e a composição da fauna de artrópodes exibem alterações em função da estação climática e nível de inundação do solo (Adis & Albuquerque-Ribeiro, 1989; Majer & Delabie 1994). A estrutura da comunidade de formigas é influenciada pela complexidade estrutural do habitat e também pela frequência e duração das inundações (MacKay *et al.* 1991; Marchioretto & Diehl 2006). Áreas que sofrem inundações frequentes têm maior variação na riqueza de espécies quando comparadas com áreas secas. As flutuações no nível das inundações aumentam a probabilidade de extinção de uma população local. Entretanto, em localidades onde as alterações são lentas, a variação no número de espécies é menor que nas áreas com mudanças bruscas e intensas (Uetz *et al.* 1979). Invertebrados terrestres residentes em ecossistemas periodicamente inundados requerem estratégias especiais de sobrevivência como, por exemplo, migração vertical (Adis 1997). Observou-se que as colônias da espécie *Crematogaster cerasi* toleram inundações, pois movem seus ninhos para o interior de árvores (Hölldobler & Wilson 1990).

Apenas dois estudos contemplam a riqueza e a distribuição de formigas em marismas no Brasil. O primeiro descreve a ocorrência de ninhos de *Solenopsis* no aerênquima de hastes floríferas de *Spartina alterniflora* (Gianuca & Costa 2004) e o segundo, realizou um levantamento faunístico de formigas em marismas do extremo sul do Brasil (Bolico *et al.* 2012). Quanto a outros ambientes periodicamente alagados Marchioretto & Diehl (2006) investigaram a influência da inundação na comunidade de formigas em um remanescente de floresta inundável, em um meandro do Rio dos Sinos, no Município de São Leopoldo.

O presente estudo teve como finalidade investigar a influência da inundação na comunidade de formigas em três marismas do estuário da Lagoa dos Patos. Considerando a hipótese de que a comunidade de formigas se distribui a partir do regime de inundação das marismas foram avaliadas a composição de espécies de três comunidades em diferentes zonas de alagamento de marismas do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. Simultaneamente, foi estabelecido o padrão de ocorrência e a distribuição espacial de cada espécie nas três zonas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi desenvolvido em três marismas do estuário da Lagoa dos Patos (ELP): Ilha da Torotama (31°53'33"S; 052°14'33"W) A1, Ilha da Pólvora (32°02'01"S; 052°10'45"W) A2 e Molhe Oeste da Barra de Rio Grande (32°10'65"S; 052°08'52"W) A3 (Fig. 1). A Ilha da Torotama está localizada ao norte do município de Rio Grande sofrendo, constantemente, com a atividade agropecuária que utiliza a vegetação de marisma para a pastagem (Marangoni

& Costa 2010). O Molhe Oeste da Barra, localizado ao sul, sofre com a urbanização, pois está próximo à área urbana (Marangoni 2003; Marangoni & Costa 2010). A Ilha da Pólvora localiza-se no meio do ELP (Costa *et al.* 2003), abriga um eco-museu pertencente ao complexo de museus da Universidade Federal do Rio Grande e suas marismas são preservadas o que permite sua utilização com finalidade educacional e científica (Fonte: Museus e Centros da FURG).

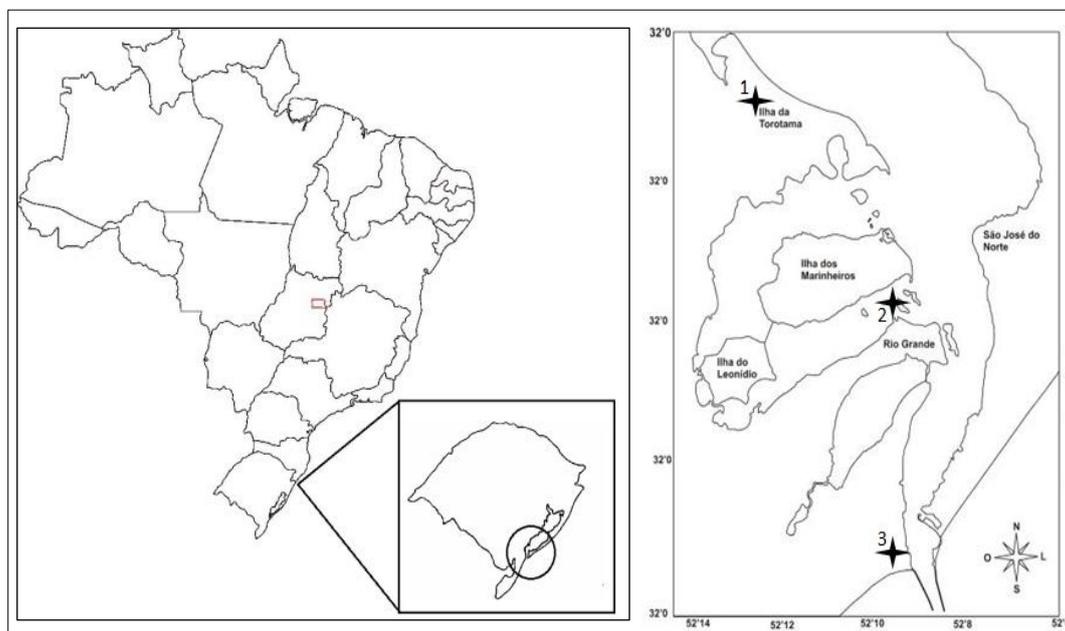


Figura 1: Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. 1) Ilha da Torotama (A1), 2) Ilha da Pólvora (A2) e 3) Molhe Oeste da Barra (A3). Fonte: Laboratório de Crustáceos Decápodes, Instituto de Oceanografia – FURG.

Ambientes de marismas caracterizam a planície costeira do extremo sul do Brasil e correspondem a 95% das marismas da costa gaúcha (Marangoni & Costa 2009). Durante as coletas, que foram mensais e ocorreram no período de julho de 2011 a julho de 2012 foi possível observar inúmeras espécies vegetais nessas áreas (Tab. 1). Foi adotada uma classificação de vegetação de marisma (Costa 1997a) adequada para as marismas do estuário da Lagoa dos

Patos. A fisionomia das áreas ocorre através de um gradiente que se estende da lagoa até o interior da marisma, na zona entremaré mais alta (Fig. 2).

Tabela 1: Espécies vegetais observadas nas três marismas do estuário da Lagoa dos Patos (Cordazzo & Seeliger, 1995 e anotações de campo).

Espécies	A1	A2	A3
<i>Achyrocline satureoides</i>			X
<i>Acrostichum danefolium</i>	X	X	X
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	X	X	
<i>Aster squamatus</i>			X
<i>Azolla filliculoides</i>	X		
<i>Baccharis trimera</i>	X		X
<i>Bromelia antiacantha</i>	X		
<i>Cladium jamaicensis</i>	X	X	X
<i>Commelina difusa</i>	X	X	X
<i>Cotula coronopifolia</i>	X		X
<i>Cyperus obtusatus</i>			X
<i>Erytrina cristagalli</i>	X	X	X
<i>Hibiscus cisplatinus</i>	X		
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	X	X	X
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	X		
<i>Imperata brasiliensis</i>	X		X
<i>Juncus acutus</i>		X	X
<i>Juncus effusus</i>			
<i>Juncus kraussi</i>	X	X	X
<i>Limonium brasiliensis</i>			X
<i>Luziola peruviana</i>	X		
<i>Mimosa bimucronata</i>	X		
<i>Myrsine parvifolia</i>		X	X
<i>Paepalanthus polyanthus</i>			X
<i>Pontederia lanceolata</i>	X		
<i>Rumex argentinus</i>		X	

<i>Salvinia auriculata</i>	X		
<i>Scirpus californicus</i>	X		
<i>Scirpus giganteus</i>	X		X
<i>Scirpus maritimus</i>		X	
<i>Scirpus olneyi</i>	X	X	
<i>Senecio bonariensis</i>			X
<i>Senecio tweedii</i>			X
<i>Spartina alterniflora</i>	X	X	X
<i>Spartina densiflora</i>	X	X	X
<i>Tilandsia aëranthos</i>	X	X	
<i>Tilandsia usneoides</i>		X	
<i>Typha domingensis</i>			X
<i>Vigna luteola</i>	X		X

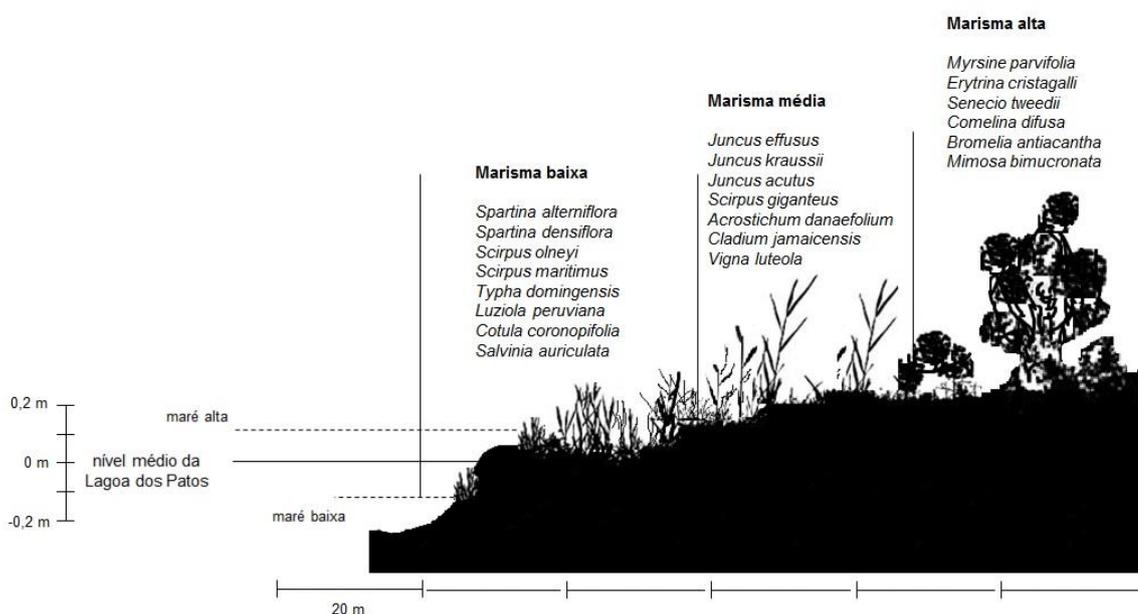


Figura 2: Representação esquemática das marismas do estuário da Lagoa dos Patos com as espécies vegetais observadas, dados de nível médio da lagoa de julho a julho de 2012 do PELD (Cordazzo & Seeliger, 1995; Costa 1997b; observações de campo).

Foram utilizadas iscas atrativas de mel e sardinha dispostas ao longo de duas transecções, em sequência, traçadas nas três zonas entremarés (inferior,

médio e superior), cada uma com 10 m de comprimento e distantes 10 m entre si, totalizando seis transecções por área. A disposição das iscas nas transecções obedeceu a seguinte forma: cinco iscas de sardinha (cada 2 m) e cinco de glicose (cada 2 m) em intervalos de 1 m (Fig. 3). As iscas foram acondicionadas em envelopes de papel laminado com 10 cm x 10 cm em porções de 1 cm<sup>3</sup> e expostas por 60 minutos conforme Freitas *et al.* (2003).

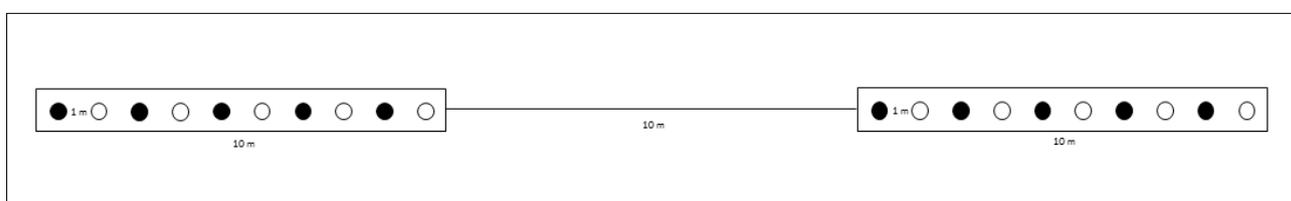


Figura 3: Esquema da disposição das iscas nas duas transecções traçadas em cada piso da marisma. Círculos pretos representam as iscas de sardinha e círculos brancos as de mel.

A triagem e identificação do material coletado foram realizadas no Laboratório de Crustáceos Decápodes da FURG, onde os espécimes foram acondicionados em frascos de vidro com álcool 70% devidamente etiquetados. A identificação ao nível de gênero foi realizada seguindo as chaves de Fernández (2003), enquanto a identificação ao nível específico foi realizada por especialistas do Museu de Zoologia da Universidade Federal de São Paulo (MZ-USP). O material enviado ao MZ-USP foi depositado na coleção do mesmo devidamente identificado com os códigos usados neste trabalho para morfoespécies dos gêneros onde a atribuição de nomes não foi possível. O restante dos espécimes foi depositado na coleção entomológica científica do Laboratório de Crustáceos-FURG com a mesma identificação padrão utilizada no MZ-USP.

A constância (C) faunística (Dajoz 1974) foi estimada para os dados de cada espécie conforme seu padrão de ocorrência – constante (> 50% das amostras), acessória (> 25% < 50%) e acidental (< 25%):

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

Onde:

p = nº de amostras onde a espécie foi encontrada

N = total de amostras

Para testar as hipóteses sobre as diferenças na distribuição das espécies entre as zonas de cada marisma (alto, médio e baixo) e entre as três marismas foi realizada uma análise de semelhanças ANOSIM (*one way*), pois os dados não eram normais nem homocedásticos, exigindo então uma análise não paramétrica. Foi utilizada matriz com os dados de presença e ausência das espécies nos três estratos das marismas (dados das duas transecções agrupados). ANOSIM testa a hipótese de diferença entre dois ou mais grupos multivariados, baseado numa medida de distância (Clarke 1993). Com o intuito de verificar a existência de uma relação entre a frequência das espécies e o aumento ou diminuição no nível médio da lagoa foi aplicada uma correlação linear simples com os dados de frequência mensal das espécies. Os dados de alagamento (nível médio da lagoa) foram obtidos junto ao banco de dados das Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) realizadas no Estuário da Laguna dos Patos e Costa Adjacente (ECOLAP). A análise dos dados foi realizada com o programa PAST (Hammer *et al.* 2001).



<i>Dorymyrmex</i> sp 1						X		X
<i>Linepithema</i> sp 1	X		X	X		X	X	
<i>Linepithema</i> sp 7			X					
<i>Linepithema</i> sp 9			X	X				
<i>M. gallicola</i>	X			X	X	X	X	X
<i>Myrmelachista</i> sp 2	X			X			X	
<i>Nylanderia</i> sp 1			X				X	X
<i>Nylanderia</i> sp 2							X	
<i>Nylanderia</i> sp 3			X					X
<i>Pheidole</i> sp 1	X		X			X	X	X
<i>Pheidole</i> sp 2	X					X	X	X
<i>Pheidole</i> sp 3	X		X				X	
<i>Pheidole</i> sp 4			X			X	X	
<i>Pheidole</i> sp 5			X			X	X	X
<i>Pheidole</i> sp 6			X				X	X
<i>Pheidole</i> sp 7						X	X	X
<i>Procryptocerus</i> sp.			X					
<i>Pseudomyrmex</i> sp 2	X	X						
<i>Pseudomyrmex</i> sp 3	X	X		X		X	X	X
<i>P. phyllophilus</i>			X	X		X		
<i>Solenopsis</i> sp 1	X	X	X	X	X	X		
<i>Solenopsis</i> sp 3	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp 5	X	X		X	X		X	X
<i>W. auropunctata</i>	X		X	X		X	X	X

### Estratos ou zonas de alagamento das marismas

No piso mais alto das marismas foram encontradas 31 espécies, no médio 29 e no mais baixo, 18. Apenas os estratos médio e alto exibiram espécies exclusivas – *Acromyrmex* sp 1, *Linepithema* sp 7 e *Procryptocerus* sp, todas exclusivas da marisma alta da área A2; *Crematogaster* sp 1,

*Crematogaster* sp 2 e *Nylanderia* sp 2, exclusivas da marisma média da área A3 (Tab. 3 e Fig. 4).

Tabela 3: Constância das espécies capturadas por iscas de sardinha e mel nos três estratos em marismas do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Dados anuais agrupados.

Morfotipo	Alta	Média	Baixa
<i>Acromyrmex</i> sp 1	23,08	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp 1	38,46	61,54	23,08
<i>Brachymyrmex</i> sp 2	69,23	53,85	23,08
<i>Brachymyrmex</i> sp 3	53,85	23,08	15,38
<i>Camponotus</i> sp 7	7,692	7,692	0
<i>C. punctulatus</i>	84,62	92,31	92,31
<i>C. rufipes</i>	23,08	53,85	46,15
<i>Crematogaster</i> sp 1	92,31	84,62	0
<i>Crematogaster</i> sp 2	0	15,38	0
<i>Crematogaster</i> sp 3	0	7,692	0
<i>Dorymyrmex</i> sp 1	15,38	0	38,46
<i>Linepithema</i> sp 1	84,62	76,92	0
<i>Linepithema</i> sp 7	7,692	0	0
<i>Linepithema</i> sp 9	15,38	7,692	0
<i>M. gallicola</i>	30,77	30,77	46,15
<i>Myrmelachista</i> sp 2	7,692	15,38	0
<i>Nylanderia</i> sp.1	15,38	15,38	7,692
<i>Nylanderia</i> sp.2	0	7,692	0
<i>Nylanderia</i> sp.3	7,692	0	7,692
<i>Pheidole</i> sp 1	92,31	84,62	61,54
<i>Pheidole</i> sp 2	46,15	23,08	30,77
<i>Pheidole</i> sp 3	38,46	38,46	0
<i>Pheidole</i> sp 4	61,54	53,85	0
<i>Pheidole</i> sp 5	46,15	7,692	15,38
<i>Pheidole</i> sp 6	38,46	7,692	15,38
<i>Pheidole</i> sp 7	15,38	46,15	15,38

<i>Procryptocerus</i> sp.	23,08	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp 2	7,692	7,692	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp 3	15,38	30,77	7,692
<i>P. phyllophilus</i>	53,85	15,38	0
<i>Solenopsis</i> sp 1	53,85	46,15	69,23
<i>Solenopsis</i> sp 3	69,23	84,62	84,62
<i>Solenopsis</i> sp 5	46,15	38,46	0
<i>W. auropunctata</i>	100	15,38	61,54

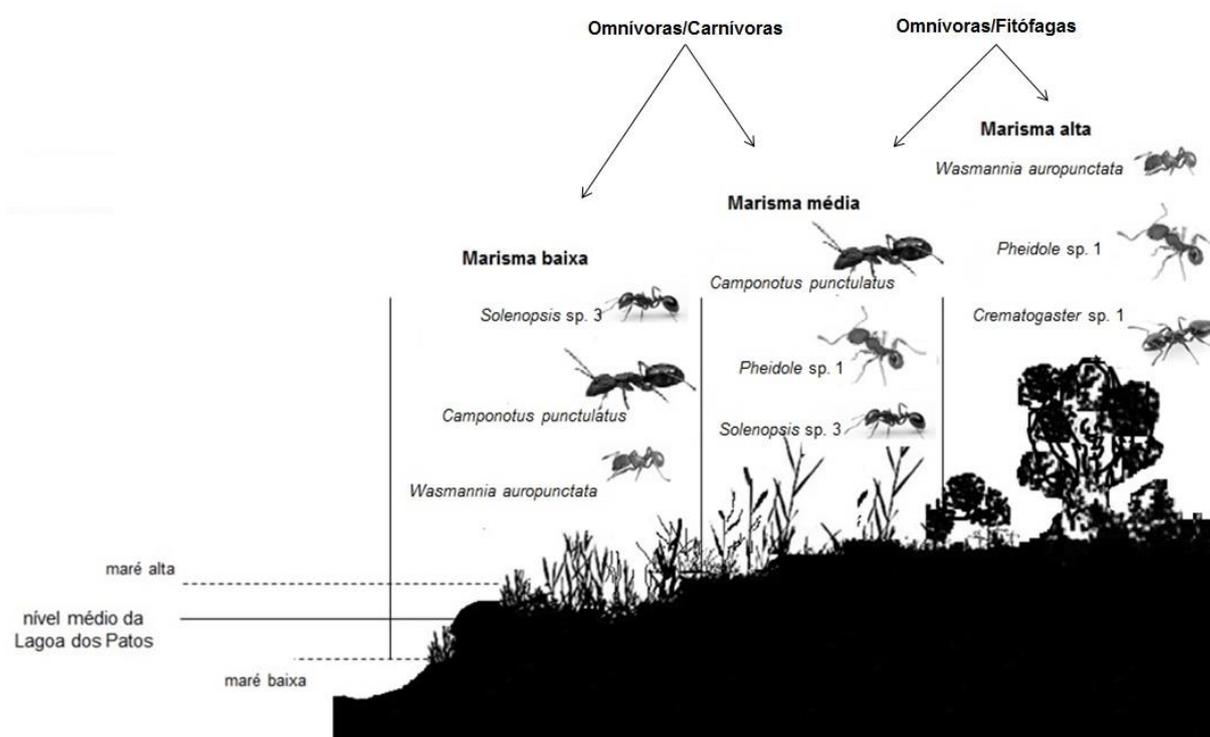


Figura 4: Representação esquemática das zonas entremarés das marismas do estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil e as espécies de formigas dominantes nestas zonas. Baseado nas observações feitas durante o estudo foi possível visualizar que conforme muda a zona entremaré (na direção lagoa → ambiente terrestre) o hábito alimentar passa de carnívoro para fitófago.

Foram observadas 16 espécies ocupando as três zonas de alagamento das marismas estudadas, enquanto 10 espécies ocupavam apenas a zona alta e média e apenas duas a alta e a baixa. A marisma alta não foi escolhida por

três espécies – *Crematogaster* sp 2, *Crematogaster* sp 3 e *Nylanderia* sp 2, sendo estas três, espécies exclusivas do piso médio da marisma A3. Algumas espécies foram observadas instaladas nos pisos alagados, *Solenopsis* sp 1, *Solenopsis* sp 3 e *Solenopsis* sp 5. Os ninhos observados tinham dois tipos de estruturas – ou possuíam formato de ilha, instalados em meio à água, e de alguma forma impermeáveis (Fig. 5A); ou ainda, eram ninhos aéreos, produzidos no alto das hastes das macegas (Fig. 5B).



Figura 5: Estratégias de colonização de espécies de formigas em áreas alagadas de marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. A – *Solenopsis* sp 1 na marisma baixa da Ilha da Torotama; B – *Solenopsis* sp 3 marisma média da Ilha da Pólvora.

A marisma alta apresentou cinco espécies com mais de 80% de constância, *Camponotus punctulatus*, *Crematogaster* sp 1, *Linepithema* sp 1, *Pheidole* sp 1 e *W. auropunctata*, esta última com 100%. O piso médio das marismas exibiu quatro espécies com igual de valor de constância – *C. punctulatus*, *Crematogaster* sp 1, *Pheidole* sp 1 e *Solenopsis* sp 3, enquanto o estrato mais baixo apresentou apenas duas espécies com mais de 80% de constância – *C. punctulatus* e *Solenopsis* sp 3 (Fig. 6). As espécies com menos

de 10% de constância totalizaram 13, quatro no piso alto, sete no médio e três no baixo.

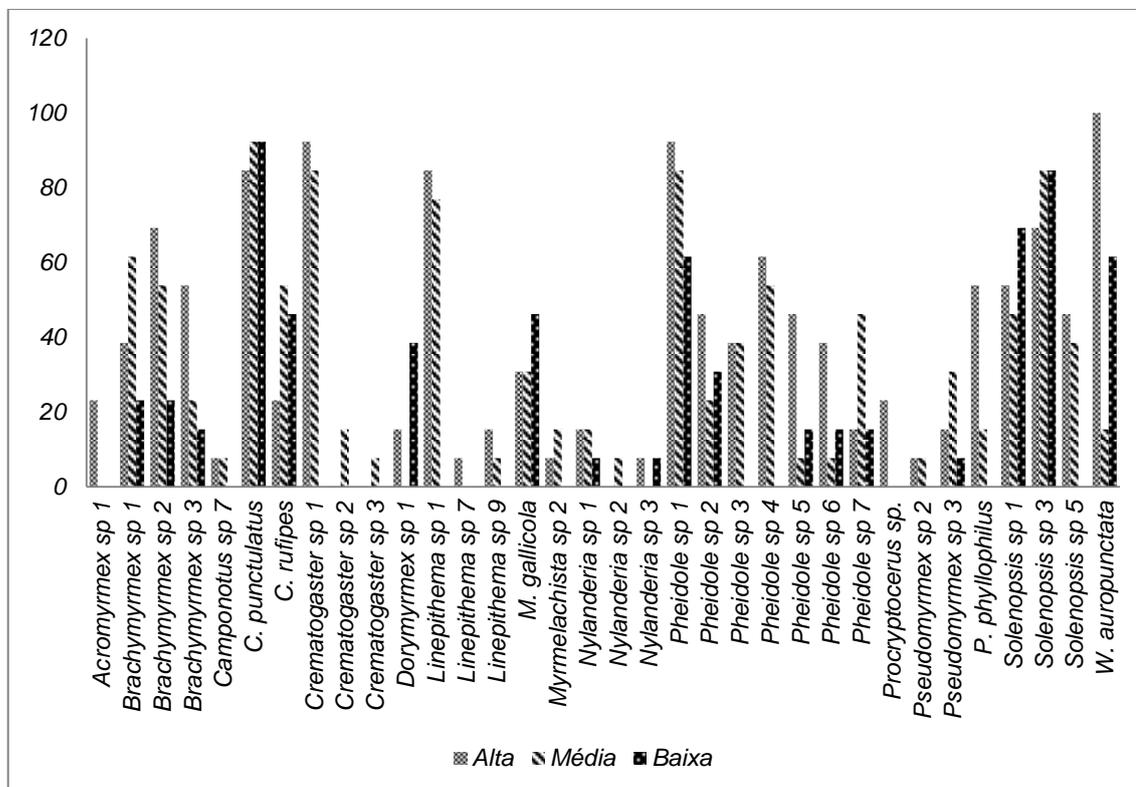


Figura 6: Constância das espécies capturadas em iscas de sardinha e mel nas diferentes zonas de alagamento das marismas estudadas.

### Análise Multivariada dos dados

A análise de similaridade (ANOSIM) demonstrou que não haver diferença estatística ( $p = 0,08$ ) na distribuição das espécies entre os pisos das marismas e entre as áreas. Todavia, o gráfico (Fig. 7) revela haver uma dissimilaridade da área A3 com as demais áreas, devido ao valor de R ser distante de 1 ( $r = 0,3292$ ).

A área A1 apresentou apenas duas espécies com forte correlação positiva da frequência mensal de ocorrência com a inundação média da lagoa –

*Solenopsis* sp 3 (0,85) e *Pheidole* sp 1 (0,77). As espécies da localidade A2 não apresentaram correlação forte ( $n > 0,50$ ) com este fator ambiental, sendo que duas apresentaram correlação positiva e 23 negativa. Apenas uma espécie mostrou correlação positiva relativamente forte (0,56) – *Crematogaster* sp 2 – na área A3. Nesta área três espécies mostraram relação positiva enquanto 25 manifestaram correlação negativa.

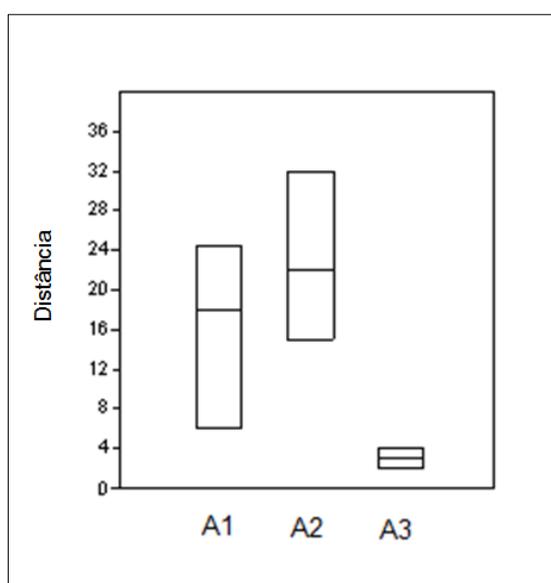


Figura 5: Distribuição de espécies de formigas de três marismas do estuário da Lagoa dos Patos entre os três estratos com diferentes níveis de alagamento. A1 - Ilha da Torotama, A2 - Ilha da Pólvora A3 - Molhe Oeste da Barra. As linhas indicam as medianas, como elas não são equidistantes os dados mostram assimetria. Coeficiente de distância de Jaccard.

## DISCUSSÃO

A maioria das espécies esteve presente no estrato mais alto das marismas, demonstrando a preferência por habitar áreas mais secas. Entretanto, isso não demonstra que elas não habitem os pisos mais baixos, alagados, ao contrário, algumas espécies foram observadas instaladas nos

pisos alagados. Para que as espécies colonizem em ambientes inundados é necessário que haja estratégias de colonização ou auxílio mutualístico com outro ser vivo. As plantas mirmecófitas se prestam a esse auxílio, em alguns casos as espécies de formigas colonizam dentro dos troncos ou das hastes de algumas dessas plantas (Lapola *et al.* 2004). Gianuca & Costa (2004) verificaram a existência de espécies de formigas do gênero *Solenopsis* vivendo dentro das hastes de *Spartina alterniflora* em marismas do estuário da Lagoa dos Patos.

Segundo Delabie *et al.* (2006), em um estudo realizado em manguezais, a fauna de formigas em regiões alagadas envolve apenas espécies arborícolas. Adis (1997) refere-se a esta estratégia como migração vertical, pois as espécies deslocam seus ninhos para a copa ou interior das árvores. Contudo, Nielsen (1997) demonstrou haver uma espécie especializada em nidificar no sistema radicular das árvores de mangues, dois metros abaixo do nível máximo de inundação. Estes resultados nos permitem supor que espécies residentes em marismas apresentam comportamento semelhante às espécies de mangues, uma vez que nidificam em regiões encharcadas pela construção de ninhos sobre as partes mais altas da vegetação, conforme verificado por Adis (1997) ou, como observado pelo presente estudo, pela criação de barreiras para a água.

A área A3, se comparada às outras áreas, apresentou um maior número de espécies no seu piso baixo, pois nesta área havia maior disponibilidade de áreas secas próximas ao piso baixo, fornecendo mais áreas de abrigo às espécies. Entretanto, o piso com maior riqueza de espécies nesta área foi o

piso médio devido a grande riqueza de flora existente neste estrato. O piso médio se mistura ao superior, totalizando 70% da marisma da área A3, e ambos apresentam sete espécies vegetais predominantes (Marangoni 2003). Além disso, durante o estudo foi possível observar que as zonas entremarés média e alta da área A3 estiveram inundadas pela água em apenas uma amostragem, permanecendo seca na maior parte do estudo. As áreas A1 e A2 apresentaram poucas espécies no piso baixo, três e quatro respectivamente, pois este piso estava constantemente alagado durante o ano de estudo (observações de campo). Além disso, poucas espécies desenvolveram estratégias de colonização para ocupar as áreas com esta característica.

Um estudo realizado na Amazônia, em florestas de inundação, as quais permanecem inundadas durante metade do ano, foi verificado que uma espécie de formiga cortadeira, *Acromyrmex lundii carli*, muda o local dos seus ninhos de acordo com a estação (Adis 1982). Ninhos subterrâneos são construídos no período de seca e, na estação chuvosa, eles são deslocados para a copa de árvores e para o interior de troncos. O mesmo é observado para *Crematogaster cerasi*, cujas colônias toleram inundações por moverem seus ninhos para o interior de árvores (Hölldobler & Wilson 1990). Em contrapartida, um estudo realizado em zonas entremarés do Mar da Chiquita na Argentina (Palomo *et al.* 2003) verificou a permanência de *Solenopsis richteri* em áreas inundadas predando poliquetas.

O estudo realizado por Marchioretto & Diehl (2006), em um remanescente de floresta inundável no Rio dos Sinos (RS), considerou *Solenopsis invicta* resistente a inundações. Considerando as três espécies

deste gênero encontradas no presente estudo, onde duas estavam habitando a região mais baixa da marisma, a qual é frequentemente alagada, é possível afirmar que estas espécies são resistentes a inundações. Um dos artifícios de nidificação em regiões alagadas é a migração vertical, já relatada por Adis (1982), onde formigas cortadeiras de florestas inundáveis mudam seus ninhos de acordo com a estação. Foi possível observar durante o estudo a presença de ninhos no alto da *Spartina*, semelhantes a palafitas, além de ninhos no solo alagado os quais, por estarem de alguma forma impermeabilizados, impediam a invasão da água.

Foram encontradas espécies exclusivas no piso alto e no médio. Entre as espécies exclusivas do estrato alto, *Acromyrmex* sp 1 tem como característica de sua distribuição ocupar áreas de vegetação nativa (Zanetti *et al.* 2000), o que é observado em A2, uma vez que abriga marismas preservadas. *Linepithema* sp 7 pertence a um gênero conhecidamente oportunista, invasor de residências, habitante de regiões secas, além de ser uma séria praga urbana, agrícola e ecológica (Rust *et al.* 2000; Marchioretto & Diehl 2006). A espécie *Procryptocerus* sp, vive dentro de galhos e raramente são coletadas (Serna & Mackay 2010). As espécies exclusivas do estrato médio, *Crematogaster* sp 1 e *Crematogaster* sp 2, pertencem a um gênero dominante em fauna arbórea, além disso, são habitantes frequentes em manguezais (apud Harris & Barry 2012). Nas marismas do sul do Brasil habitam áreas de vegetação herbácea com a presença de *Myrsine parvifolia*. A espécie *Nylanderia* sp 2 obteve menos de 10% de frequência, sendo assim, considerada acidental. O gênero desta espécie possui ampla distribuição

geográfica sendo comumente encontrado em regiões tropicais e possui significativa importância ecológica (LaPolla & Dlussky 2010).

No que diz respeito à constância das espécies, as que ocuparam com frequência o piso alto das marismas são comuns em áreas secas. Exceto por *C. punctulatus*, que frequentou em igual número o estrato mais baixo da marisma. Esta espécie é conhecida por preferir habitats perturbados (Folgarait *et al.* 2007), além de ter sido encontrada em plantações de arroz abandonadas, demonstrando habitar solos encharcados (Folgarait 2004). As espécies com menos de 10% de ocorrência em algum dos pisos foram caracterizadas como acidentais. Embora não tenha havido diferença estatística significativa entre a distribuição das espécies nas áreas foi possível observar certo grau de dissimilaridade entre a área A3 e as demais. Isto ocorre porque esta área apresentou um maior número de espécies frente às outras áreas.

No presente estudo, a espécie *Solenopsis* sp 3, a qual apresentou forte correlação positiva com o alagamento, é uma espécie que demonstrou certa afinidade com os ambientes encharcados, pois em vários momentos foram observadas colônias da espécie em meio a água nos pisos mais baixos da marisma como se fossem ilhas. As espécies *Pheidole* sp 1 e *Crematogaster* sp 2 não foram espécies encontradas nos pisos baixos da marisma embora tenham exibido forte correlação positiva com a inundação. Isto ocorre porque o dado de alagamento, por ser um valor médio do nível mensal da água lagoa, não caracteriza com precisão o nível da lagoa em cada um dos pisos da marisma. Assim, a frequência daquelas duas espécies aumentava proporcionalmente ao nível médio da lagoa, podendo não manifestar de fato

que elas estivessem na parte alagada da marisma. O alagamento coincidiu, nesses casos, ou com um aumento populacional ou por uma maior procura por alimento.

O piso alto das marismas foi o eleito pelas espécies, embora algumas tenham estado nos pisos mais baixos. As formigas das marismas demonstraram estratégias de nidificação em regiões encharcadas tais como, migração vertical, subindo seus ninhos para a parte superior da vegetação e, utilização de recursos que protejam a colônia de alguma forma da entrada de água, pois foram observados, durante o estudo, ninhos ativos em meio à água. Como o dado de nível médio da lagoa utilizado não forneceu com exatidão informações a respeito da relação das populações de formigas com a inundação dos pisos da marisma. Para isto é necessário medir o nível de alagamento em cada zona entremaré tão logo se faça a coleta das espécies.

A presença de 34 espécies entre as três marismas demonstra que, embora seja um ambiente que sofre perturbações ambientais (alagamento, erosão – observação em campo), é um lugar onde as espécies de formigas conseguem se estabelecer. Espécies oportunistas de *Linepithema* e *Solenopsis*, além de especialistas de *Acromyrmex*, vivem nesses ambientes evidenciando a importância dessas áreas. Além disso, a presença de espécies indicadoras de ambientes não perturbados, como *Procryptocerus*, determina a necessidade de preservação desses ecossistemas. A riqueza de espécies de formigas nesses locais revela um papel trófico significativo do grupo, tanto como consumidores com presas de outras espécies animais.

**Agradecimentos:** Aos Biólogos Bruno Pinto Cruz e Katiele Dummel pelos incansáveis dias de coleta. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro. A Emília Albuquerque, Thiago Ranzani da Silva e Lívia Pires do Padro do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo pelo trabalho de identificação das espécies. Ao Laboratório de Fitoplâncton e de Microrganismos Marinhos da Universidade Federal do Rio Grande que forneceram os dados de alagamento (nível médio da lagoa) do PELD.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos resultados obtidos é possível concluir que:

- O método de coleta que utiliza iscas atrativas que simulam fontes naturais de alimentos mostrou-se eficiente na amostragem de formigas em marismas.
- As espécies de formigas presentes nas marismas selecionam seu alimento conforme a disponibilidade deste, sendo, em parte, carnívoras devido à ampla disponibilidade de carcaças de animais que utilizam a marisma para viver ou se alimentar.
- A grande maioria das espécies é omnívora, ou seja, generalista, pois se alimentam do que estiver disponível no ambiente.
- Estudos a respeito da reprodução e biologia das colônias são necessários para que seja possível estabelecer a preferência alimentar das formigas a partir da estação reprodutiva.
- A zona entremarés mais alta foi a preferida pelas espécies, embora algumas espécies habitem a região alagadiça.
- Estratégias de nidificação em zonas inundadas puderam ser observadas, tais como, migração vertical e utilização de recursos que impermeabilizem o ninho da entrada de água.
- Como o dado de nível médio da lagoa utilizado não forneceu com exatidão informações a respeito da relação das populações de formigas com a inundação dos pisos da marisma é necessário que o nível de alagamento seja medido, em cada zona entremaré, tão logo a amostragem seja realizada.

- O número de espécies de formigas encontrado nas marismas do estuário da Lagoa dos Patos demonstra que, embora seja um ambiente que sofra com perturbações ambientais, é um ambiente onde as espécies de formigas conseguem se estabelecer.
- A presença de espécies oportunistas e especialistas vivendo nesses ambientes evidencia a importância ecológica das marismas. Além disso, a presença de espécies indicadoras de ambientes não perturbados, determina a necessidade de preservação desses ecossistemas.
- A riqueza de espécies de formigas nas marismas revela o papel trófico relevante do grupo.

## LITERATURA CITADA

- ABBOTT, A. 1978. Nutrient dynamics of ants. p. 233-244. In: BRIAN, MV (ed.). Production Ecology of Ants and Termites. Cambridge, Vol. 13, Cambridge University Press, 409p.
- ADAM, P. 1990. Saltmarsh Ecology. Cambridge University, Cambridge, 461 p.
- ADIS, J. 1982. Eco-entomological observations from the Amazon: III. How do leafcutting ants of inundation forests survive flooding? *Acta Amazonica*, 12:839-840.
- ADIS, J. 1997. Terrestrial invertebrates: survival strategies, group spectrum, dominance and activity patterns, p. 299-317. In: JUNK, WJ (ed.). The central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing system. Springer-Verlag, Ecological Studies, 525p.
- ADIS, J & MO ALBUQUERQUE-RIBEIRO. 1989. Impact of deforestation on soil invertebrates from central Amazonian inundation forests and their survival strategies to long-term flooding. *Water Quality Bulletin*, 14:88-104.
- ALLEN, GR, EA FORYS, KG RICE & DP WOJCIK. 2001. Effects of fire ant (Hymenoptera: Formicidae) on hatching turtles and prevalence of fire ants on sea turtles nesting beaches in Florida. *Florida Entomologist*, 84(2):250-253.
- ANDERSON, GS & SL Vanlaerhoven. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, 41: 617-625.

- BECKERS, R; DENEUBOURG, JL; GOSS, S & JM PASTEELS. 1990. Collective decision making through food recruitment. *Insects Sociaux*, 37:258-267.
- BOLICO, CF, EA OLIVEIRA, ML GANTES, LFC DUMONT, D, CARRASCO & F D'INCAO. 2012. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de duas marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS: diversidade, flutuação de abundância e similaridade como indicadores de conservação. *Entomobrasilis*, 5 (1): 11-20.
- CANEPUCCIA, AD, A, CICCHINO, A, ESCALANTE, A, NOVARO & JP ISACCH. Differential responses of marsh arthropods to rainfall-induced habitat loss. *Zoological Studies*, 48(2): 174-183.
- CATTS, EP & NH Haskell. 1990. *Entomology and death: a procedural guide*. Joyce's Print Shop, Inc.: Clemson. 182p.
- CHENG, L. 1976. *Marine Insects*. Amsterdam: North-Holland. 581p.
- CLARKE, KR. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- CORDAZZO, CV & U SEELIGER. 1995. Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil. Editora da FURG, Rio Grande, 275 p.
- COSTA, CSB. 1997a. Plantas de marismas e terras alagáveis, 25-29. In: SEELIGER, U; ODEBRECHT, C & JP CASTELLO (eds.). *Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. Editora Ecoscientia, Rio Grande, 326 p.
- COSTA, CSB. 1997b. Marismas irregularmente alagadas, 82-87. In: SEELIGER, U; ODEBRECHT, C & JP CASTELLO (eds.). *Os ecossistemas*

- costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, 326 p.
- COSTA, CSB. 1997c. Fluxo de energia e habitats no estuário da lagoa dos patos: marismas irregularmente alagadas. In: SEELIGER, U, ODEBRECHT, C & JP CASTELLO (eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, 326p.
- COSTA, CSB & JC MARANGONI. 2010. As comunidades das marismas. In: SEELIGER, U & C ODEBRECHT (eds.). O Estuário da Lagoa dos Patos: Um Século de Transformações. FURG, Rio Grande. 180p.
- COSTA, CSB, JC, MARANGONI & AMG AZEVEDO. 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. *Journal of Ecology*, 91(6): 951-965.
- COSTA, CSB, U, SEELIGER, C, OLIVEIRA & A MAZO. 1997. Distribuição, Funções e Valores de Marismas e Pradarias Submersas no Estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Atlântica*, 19: 67-85.
- DAJOZ, R. 1974. Tratado de Ecología. Madrid: Mundi, 478p.
- DAVIS, JC. 1986. Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons.
- DELABIE, J, V, PAIM, I, NASCIMENTO, S, CAMPIOLO & C MARIANO. 2006. As Formigas como Indicadores Biológicos do Impacto Humano em Manguezais da Costa Sudeste da Bahia. *Neotropical Entomology*, 35(5): 602–615.
- DINIZ, JLM & CRF BRANDÃO. 1993. Biology and miriapod egg predation by Neotropical Myrmicinae ant *Stegomyrmex* (Hymen.: Form.). *Insects Sociaux*, 40: 301-311.

- FERNÁNDEZ, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá, Colômbia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 411 p.
- FOLGARAIT, PJ. 2004. Explosión demográfica de la hormiga *Camponotus punctulatus*: cambios de comportamientos. II Bi-National Ecology Meetings, Mendoza, Argentina.
- FOLGARAIT, PJ, N, GOROSITO, R, PIZZO, R, JP, ROSSI & J FERNÁNDEZ. 2007. *Camponotus punctulatus* ant's demography: a temporal study across land-use types and spatial scales. *Insectes Sociaux*, 54: 42-52.
- FOWLER, HG, LC, FORTI, CRF, BRANDÃO, JHC, DELABIE & HL VASCONCELOS. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p. 131-223. In: PANIZZI, AR & JRP PARRA (eds.). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo, Brasil, 359 p.
- FREITAS, AVL, RB, FRANCINI & KS BROWN Jr. 2003. Insetos como indicadores ambientais, p. 125-151. In: CULLEN Jr., L, C VALLADARES-PÁDUA & R RUDRAN (eds.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Editora da UFPR, Curitiba, Brasil, 665 p.
- FREITAS, AVL, IR LEAL, MH PRADO & L IANNUZZI. 2006. Insetos como indicadores de conservação de paisagem. p. 357-384. In: ROCHA, CFD, HG BERGALLO, M, VAN SLUYS & MAS ALVES (eds.). Biologia da conservação: essências. Rima, São Carlos, 592p.
- GIANUCA, D & CSB COSTA. 2004. Ocorrência de colônias da formiga *Solenopsis* sp. Associadas a hastes da grama de marisma *Spartina*

- alterniflora*. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. São José dos Campos, SP.
- GOMES, AS & SP FERREIRA. 2004. Análise de dados ecológicos. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 30p. Disponível em: <http://www.uff.br/ecosed/apostila.pdf>, acesso em: 21 de agosto de 2013.
- HAMMER, Ø, DAT, HARPER & PD RYAN. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9 p. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- HARRIS, R & J BARRY. 2012. Invasive ant threats. Information sheet number 4 – *Crematogaster* spp. Disponível em: [www.landcareresearch.co.nz/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/51011/4.pdf](http://www.landcareresearch.co.nz/_data/assets/pdf_file/0008/51011/4.pdf). Acesso em: 17 de julho de 2013.
- HÖLLDOBLER, B & EO WILSON, 1990. The Ants. The Belknap Press of Harvard University Press, Massachusetts, 732 p.
- HUNT, JH. 1974. Temporal activity patterns in two competing in species (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche*, 8 (2):237-242.
- KELLER, L & E GORDON. 2009. The lives of ants. Oxford University Press Inc., Nova York. 252p.
- KOPTUR, S. 1992. Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants, p. 81-129. In: BERNAYS, EA (ed.). *Insect-Plant Interactions*, Vol. IV. CRC Press, Boca Raton, Florida, 256p.
- LALLI, CM & RT PARSONS. 1993. *Biological oceanography: an introduction*. The Open University. 2ª Edição. 337p.

- LAPOLA, DM, ME, BRUNA & HL VASCONCELOS. 2004. Amizade mutualismo entre plantas. *Ciência Hoje*, 34 (204): 28-33.
- LAPOLLA, JS & GM DLUSSKY. 2010. Review of fossil *Prenolepis* genus-group species. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 112: 258–273.
- LEVINGS, SC & JFA TRANIELLO. 1981. Territoriality, nest dispersion, and community structure in ants. *Psyche*, 88 (3/4):265-319.
- MACKAY, WP, AM, REBELES, HCB, ARREDONDO, ADR, RODRIGUEZ, DA, GONZALEZ & S BRADLEIGH VINSON. 1991. Impact of the slashing and burning of a tropical rain forest on the native ant fauna (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 18: 257-268.
- MAJER, JD & JHC DELABIE. 1994. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes Sociaux*, 41:343-359.
- MARANGONI, JC. 2003. Caracterização da paisagem de uma área de preservação: estudo de caso da Lagoinha (Rio Grande, RS). *Atlântica*, 25(2): 163–169.
- MARANGONI, JC & CSB COSTA. 2009. Natural and anthropogenic effects on salt marsh over five decades in the Patos lagoon (southern Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 57(4): 345-350.
- MARANGONI, JC & CSB COSTA. 2010. Caracterização das atividades econômicas tradicionais no entorno das marismas no estuário da Lagoa dos Patos (RS). *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 21: 129-142.

- MARCHIORETTO, A & E DIEHL. 2006. Distribuição espaciotemporal de uma comunidade de formigas em um remanescente de floresta inundável às margens de um meandro antigo do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS. *Acta Biologica Leopoldensia*, 28(1), 25–31.
- MATOS, JZ, CN, YAMANAKA, TT, CASTELLANI & BC LOPES. 1994. Comparação da fauna de formigas de plantio de *Pinnus elliotti*, com diferentes graus de complexidade estrutural. Florianópolis, SC. *Biotemas*, 7: 57-64.
- MORELLI, MM, VM, ARRUDA, AKB, BONACINA, E, NOMURA, GL, VAROTTI, & HG FOWLER. 2007. Interação competitiva entre formigas (Hymenoptera: Formicidae) em iscas de carboidrato e proteína, p. 1-2. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, Brasil.
- MOUTINHO, PRS. 1991. Note on foraging activity and diet of two *Pheidole* Westwood species (Hymenoptera: Formicidae) in an area of “shrub canga” vegetation in Amazonian Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 51(2): 403-406.
- MUSEUS E CENTROS DA FURG. Disponível em: <http://www.museu.furg.br/index.html>, acesso em 18 de abril de 2013.
- NIELSEN, MG. 1997. Nesting biology of the mangrove mud-nesting ant *Polyrhachis sokolova* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux*, 44:15-21.
- PALOMO, G, P, MARTINETTO, C, PEREZ & O IRIBARNE. 2003. Ant predation on intertidal polychaetes in a SW Atlantic estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 253: 167-173.

- POL, R & J LOPEZ DE CASENAVE. 2004. Activity patterns of harvester ants *Pogonomyrmex pronotalis* and *Pogonomyrmex rastratus* in the central Monte desert, Argentina. *Journal Insect Behavior*, 17: 647-661.
- REIS-MENEZES, AA. 1998. Levantamento da fauna de formigas de uma localidade de Cerrado e dinâmica de visita  o    iscas. Disserta  o (Mestrado em Zoologia) Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, 126p.
- RUST, MK, DA, REIERSON, E, PAINE & LJ BLUM. 2000. Seasonal activity and bait preferences of the argentine ant (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 17(4): 201-212.
- SCHIMIDT, K, R, CORBETTA & AJA CAMARGO. 2005. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Ilha de João da Cunha, SC: composi  o e diversidade. *Biotemas*, 18(1): 57-71.
- SEELIGER, U, C, CORDAZZO & L BARCELLOS. 2004. Areias do Albardão. *Ecocientia*, Rio Grande, 95 p.
- SERNA, F & W MACKAY. 2010. A descriptive morphology of the ant genus *Procryptocerus* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Insect Science*, 10:1-36.
- SILLIMAN, BR & A BORTOLUS. 2003. Underestimation of *Spartina* productivity in western Atlantic marshes: marsh invertebrates eat more than just detritus. *Oikos*, 101:549-554.
- SILVESTRE, R. 2000. Estrutura de comunidades de formigas do cerrado. Tese de Doutorado em Entomologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Disponível

- em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59131/tde-23012002-104948/>>. Acesso em: 2013-04-02.
- SILVESTRE, R & CRF BRANDÃO. 2000. Formigas (Hymenoptera, Formicidae) atraídas a iscas em uma “ilha” de Cerrado no município de Cajuru, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 44(1/2): 71-77.
- STRADLING, DJ. 1978. Food and feeding habits of ants, p. 81–106. In. BRIAN, MV (ed.). *Production Ecology of Ants and Termites*. Cambridge, Vol. 13, Cambridge University Press, 409p.
- STRADLING, DJ. 1987. Nutritional ecology of ants, p. 927-969. In. F SLANSKY, Jr. & JG Rodriguez (eds.) *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. Wiley, New York, 1016p.
- TRANIELLO, JFA. 1989. Foraging strategies of ants. *Annual Review of Entomology*, 34: 191-210.
- UETZ, GW, KL, VAN DER LAAN, GF, SUMMERS, PAK, GIBSON & LL GETZ. 1979. The effects of flooding on floodplain arthropod distribution, abundance and community structure. *The American Midland Naturalist*, 101:286-299.
- ZANETTI, R, EF, VILELA, JC, ZANUNCIO, HG, LEITE & GD FREITAS. 2000. Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de saueiros em eucaliptais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 1911-1918.