

VANESSA SOARES RIBEIRO

**DETERMINANTES DAS COMUNIDADES DE FORMIGAS EM AMBIENTES  
COSTEIROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal  
de Viçosa - Campus Viçosa

T

R484d  
2016 Ribeiro, Vanessa Soares, 1990-  
Determinantes das comunidades de formigas em ambientes  
costeiros / Vanessa Soares Ribeiro. - Viçosa, MG, 2016.  
v. 17f. : il. ; 29 cm.

Orientador: José Henrique Schoereder.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f.13-17.

1. Formigas. 2. Ecologia das restingas . I. Universidade Federal  
de Viçosa. Departamento de Biologia Geral. Programa de Pós-  
graduação em Entomologia. II. Título.

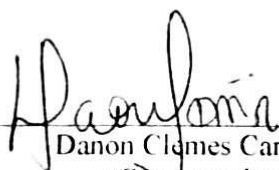
CDD 22. ed. 595.796

VANESSA SOARES RIBEIRO

DETERMINANTES DAS COMUNIDADES DE FORMIGAS EM AMBIENTES  
COSTEIROS

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-Graduação  
em Entomologia, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2016.

  
Danon Cláudio Cardoso  
(Coorientador)

  
Ricardo Ribeiro de Castro Solar

  
Jose Henrique Schoereder  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de aprofundar-me profissionalmente.

Ao CNPq pela bolsa.

Ao querido professor José Henrique, pela sua amizade, orientação e, sobretudo por ser um mestre inquestionável.

Ao professor Danon Cardoso, pela coorientação, oportunidade de desenvolvimento do projeto, auxílio e pelas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Ricardo Solar, pela amizade, auxílio na estatística e por ter aceitado o convite de participar da banca. Muito obrigada!

Ao Inácio pela disposição em me ajudar no campo.

Aos amigos do LabEcol que contribuíram muito no meu aprendizado e sobre tudo tornaram-se pessoas extremamente importantes na minha vida.

A minha família amada, meu alicerce de felicidade. Obrigada a todos vocês, principalmente aos meus pais Sandra e Gonzaga, e meu irmão Gustavo. Você são as pessoas mais importantes na minha vida.

Aos meus amigos especiais Lili e Neilier, vocês sabem o quanto são essenciais na minha vida. Obrigada por acreditar sempre na minha capacidade e me ajudar a ser uma pessoa melhor.

## RESUMO

RIBEIRO, Vanessa Soares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2016. **Determinantes das comunidades de formigas em ambientes costeiros.** Orientador: José Henrique Schoereder. Coorientador: Danon Cleme Cardoso.

Fatores abióticos podem limitar a composição e riqueza de espécies. Em Restingas tais fatores possuem peculiaridades que influenciam diretamente a ocorrência e distribuição das espécies de plantas. Essa influência é responsável pela formação das zonas de vegetação denominadas fitofisionomias. Cada fitofisionomia possui peculiaridades capazes de determinar a riqueza e composição de espécies da fauna. A diferença que existe entre as fitofisionomias em Restinga tem sido relatada por diversos autores. Entretanto, poucos estudos tratam como os fatores abióticos e a flora pode interferir na fauna, sendo que destes todos tratam apenas de uma avaliação em escala local. Assim, o presente estudo teve como objetivo mostrar que tais diferenças são capazes de promover diferença na riqueza e composição da fauna de Restinga. Para isso foram analisadas o efeito das condições ambientais impostas pelas fitofisionomias em espécies de formigas em um escala regional. Os resultados mostram que as diferenças nas condições das fitofisionomias possuem efeito direto na comunidade de formigas de Restinga. A composição de espécies de formigas foi diferente quando considerado as fitofisionomias de duna frontal e depressão pós-duna. A riqueza de espécies de formigas também foi maior em depressão pós-duna do que em duna frontal. Tais resultados mostram que os padrões de riqueza e composição de espécies de formigas são afetados de forma direta pelas condições do ambientais condicionados pelas diferentes fitofisionomias.

## ABSTRACT

RIBEIRO, Vanessa Soares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2016. **Determinants ants communities in coastal environments.** Advisor: José Henrique Schoereder. Co-advisor: Danon Clemes Cardoso.

Abiotic factors may limit the composition and species richness. In Restingas such factors have peculiarities that directly influence the vegetation. This influence is responsible for the formation of vegetation zones called physiognomies. Each physiognomies has peculiarities able to determine the richness and composition of fauna species. The difference existing between physiognomies in Restinga has been reported by several authors. However, few studies address how the abiotic factors and flora can interfere in the fauna, and all of these studies deal only with an evaluation at the local scale. Thus, this study aimed to show that such differences are able to promote difference in the richness and composition of the Restinga fauna. For that analyzed the effect of environmental conditions imposed by two phytophysiognomies form ants species on a regional scale. The results show that differences in conditions of phytophysiognomies have a direct effect on the community of Restinga ants. The composition of ant species was different when considering the phytophysiognomy of frontal dune and post-dune depression. The species richness of ants was also higher in post-dune depression than in frontal dune. These results show that patterns of ant species richness and composition are directly affected by environmental conditions of phytophysiognomies.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	2
2.1. Área de estudo .....	2
2.2. Caracterização das fitofisionomias .....	3
2.3. Amostra e identificação das formigas .....	4
2.4. Análises estatísticas .....	6
3. RESULTADOS .....	6
4. DISCUSSÃO .....	10
5. CONCLUSÃO .....	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13

## **1. Introdução:**

Condições ambientais são responsáveis por determinar a composição e riqueza de espécies (Perfecto & Vandermeer, 1996; Retana & Cerdá, 2000; Ríos-Casanova *et al.*, 2015). Assim, peculiaridades dos fatores abióticos do ambiente podem limitar as comunidades biológicas do local (Franco *et al.*, 1984; Maun, 2009; Scarano, 2002). Tal fato pode ser evidenciado nas fisionomias de Restinga, as quais são influenciadas por condições ambientais peculiares. Destaca-se lençol freático raso, ventos fortes, substrato instável, salinidade do solo, soterramento, ação das ondas, radiação solar, bem como flutuação diária e sazonal da temperatura como os fatores abióticos responsáveis pela separação deste ecossistema em zonas ou fitofisionomias (Franco *et al.*, 1984; Maun, 2009; Scarano, 2002). As zonas presente em Restingas se estendem em praticamente todo o litoral e são determinadas devido a fenômenos geomorfológicos, condições do solo e o tipo de vegetação (Kim & Bae Yu, 2009).

As zonas de vegetação em Restinga são de fato bem estudadas, muito estudos avaliaram como as condições abióticas podem influenciar e determinar a riqueza e a composição das plantas presentes nas zonas de vegetação das Restingas (Franco *et al.*, 1984; Scarano, 2002; Villwock *et al.*, 2005; Zamith & Scarano, 2006; Kim & Bae Yu, 2009; Maun, 2009). Entretanto, poucos estudos avaliam como as zonas de Restinga podem influenciar a riqueza e a composição da fauna. Diversos autores mostram que ocorrem mudanças na fauna de Restinga devido a diferentes condições abióticas existente nas fitofisionomias (Vargas *et al.*, 2007; Cardoso & Cristiano, 2010; Cardoso *et al.*, 2010; Cardoso & Schoederer, 2014). Tais estudos mostram que existe uma relação positiva entre a riqueza de espécies de formigas e a cobertura vegetal em Restinga, em uma escala local (Vargas *et al.*, 2007; Cardoso & Cristiano, 2010; Cardoso *et al.*, 2010; Cardoso & Schoederer, 2014). No entanto, estudos locais são muito menos

precisos na análise de padrões ecológicos de diversidade, quando comparados com estudos que avaliam tais padrões em uma escala regional (de Bello *et al.*, 2012).

Assim, o presente trabalho avaliou o efeito da complexidade de habitat e das zonas de vegetação de restinga sobre a riqueza e a composição de espécies de formigas em uma escala regional, que abrange cerca de 1.000 km do litoral sul do Brasil. Sabe-se que as formigas são um importante e abundante componente da fauna de Restinga (Vargas *et al.*, 2007; Cardoso & Cristiano, 2010; Cardoso *et al.*, 2010; Cardoso & Schoereder, 2014), e que a vegetação deve influenciar a ocorrência e distribuição das espécies (Vargas *et al.*, 2007; Cardoso *et al.*, 2010). Para alcançar nosso objetivo, avaliamos se existe diferença na riqueza e composição de espécies de formigas em duas diferentes fitofisionomias de restinga: duna frontal e depressão pós-duna. Testou-se então a predição de que mudança nas condições ambientais e na cobertura vegetal é capaz de proporcionar mudanças na fauna local, visto que as condições do ambiente e a vegetação são as principais responsáveis pela ocorrência e distribuição de espécies. Para isso, as hipóteses abordadas foram que (i) a riqueza de espécies de formigas é maior em depressão pós-duna do que em duna frontal em toda extensão do litoral estudada; (ii) a composição de espécies de formigas difere entre depressão pós-duna e duna frontal em toda a extensão do litoral estudada.

## **2. Material e Métodos:**

### **2.1. Área de estudo:**

Este estudo foi conduzido em sete pontos diferentes da região Sul do Brasil (Figura 1), e as amostras foram coletadas durante os meses de Janeiro e Fevereiro de 2014 e Abril de 2015. Dentro de cada localidade e respectivas Restingas, as unidades amostrais de coletas foram implementadas em duas fitofisionomias: duna frontal e

depressão pós-duna. O clima desta região segundo a classificação de Köppen é temperado úmido com verão quente e temperatura superior a 22°C no verão (Alvares *et al.*, 2014). A precipitação nessa área é homogênea ao longo do ano, sendo variação da precipitação anual de 1000 mm a 1900 mm (Alvares *et al.* 2014).

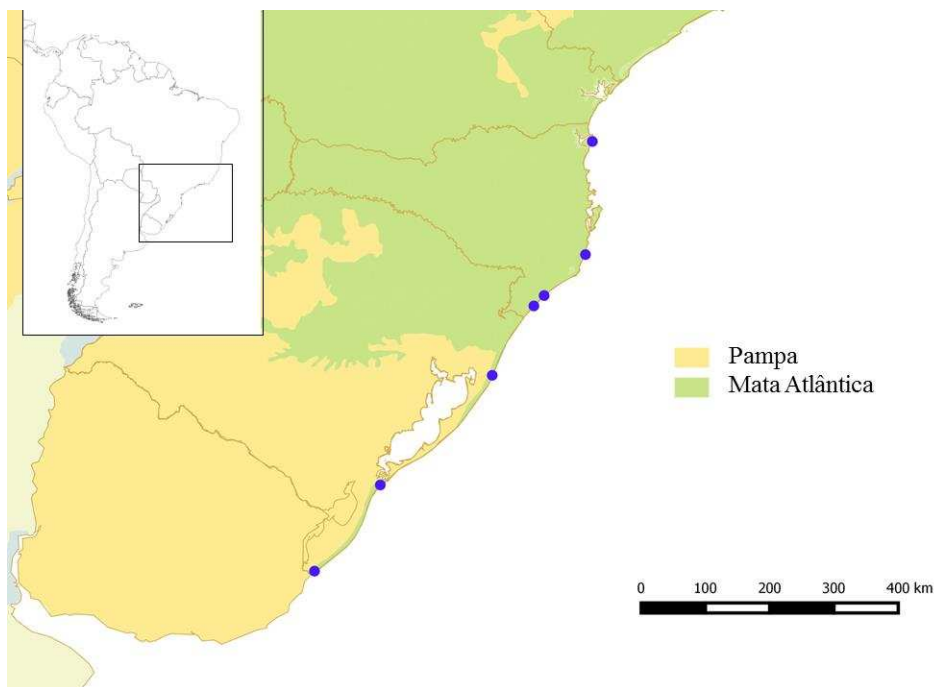


Figura 1. Mapa de pontos de coletas.

## 2.2. Caracterização das fitofisionomias:

A fitofisionomia duna frontal é caracterizada pela presença de plantas herbáceas e rizomáticas, que promovem uma cobertura vegetal pouco densa, e com grande quantidade de áreas abertas (Cardoso *et al.*, 2010; Cardoso & Schoereder 2014). Estes locais estão mais próximos do nível da maré, o que faz com que o *spray* salino e o vento sejam extremamente importantes para a formação desta zona de vegetação (Kim & Bae Yu, 2009; Liu *et al.*, 2009). Franco *et al.* (1984) mostram que há maior variação de temperatura na duna frontal, principalmente por sofrer maior incidência solar direta no solo. Além disso, a baixa cobertura vegetal combinada com maior incidência solar faz

com que a umidade seja muito menor nessa zona. Diferente da duna frontal, a fitofisionomia depressão pós-duna apresenta uma vegetação mais densa, composta por plantas herbáceas e arbustos, que podem ter alguns poucos metros de altura (Cardoso *et al.*, 2010; Cardoso & Schoereder 2014). Tal diferença na vegetação faz com que ocorra maior cobertura do solo. Assim, a temperatura nesses locais não sofre tanta variação ao longo do dia (Franco *et al.*,1984). A perda de umidade também é muito menor devido à cobertura promovida pela vegetação que é capaz de reter a umidade local (Franco *et al.*,1984). As duas fitofisionomias estudadas no presente trabalho são caracterizadas por Cardoso *et al.* (2010), baseadas nas descrições florísticas de Falkenberg (1999).

### **2.3. Amostra e identificação das formigas:**

As formigas foram coletadas através de armadilhas de solo (*pitfalls*) instaladas na superfície do solo no mesmo nível do terreno. Cada armadilha consistiu de um recipiente plástico de 77 mm de profundidade e 119 mm de diâmetro. Para evitar o acúmulo de areia no recipiente uma cobertura de papel foi feita utilizando palitos de madeira. Esta cobertura não entrava em contato direto com o solo ou com o *pitfall* (Figura 1). No interior de cada *pitfall* foram colocados 200 ml de uma solução mortífera (solução levemente saturada de sal, água e 5% de detergente neutro, para quebra da tensão superficial) para captura e conservação dos animais em campo. Não houve utilização de iscas para atração das formigas. Em cada local, foram instaladas 30 armadilhas espaçadas 10 metros entre si em uma grade 3 x 10 em cada fitofisionomia, totalizando 420 amostras. O tempo de permanência das armadilhas em campo foi de 48 horas.



Figura 2. *Pitfalls* instalados na fitofisionomia de duna frontal em São Francisco do Sul (Fonte: Foto do autor).

Todas as formigas coletadas foram triadas e conservadas em álcool 70% para posterior identificação até o menor nível taxonômico possível. Para isso foram utilizado chaves taxonômicas, artigos de revisão de gêneros e comparação com a coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Comunidades da Universidade Federal de Viçosa, onde amostras do material coletado foram depositadas.

## **2.4. Análises estatísticas:**

Para testar a hipótese de que a riqueza difere entre as duas fitofisionomias foi feito um modelo de ANCOVA, em que a variável resposta foi o número de espécies de formigas coletadas por fitofisionomia e as variáveis explicativas foram a identidade da fitofisionomia (duna frontal ou depressão pós-duna), a latitude de cada ponto de coleta (co-variável) e a interação entre as variáveis. O modelo completo foi simplificado pela retirada de variáveis não significativas, até o modelo mínimo adequado. Como riqueza de espécies é um tipo de dado de contagem, utilizamos distribuição de erros Poisson. O modelo foi criticado através de análise de resíduos para checar a adequabilidade do modelo e da distribuição de erros utilizados (Crawley 2012).

A hipótese de que a composição de espécies difere entre a duna frontal e a depressão pós-duna foi testada através de PERMANOVA (Anderson, 2001) e graficamente representada por NMDS (*Non-metric multidimensional scaling*) Clarke (1993). Em ambos os casos, utilizamos dados de presença/ausência e índice de Jaccard. A significância dos agrupamentos observados no NMDS foi testada na PERMANOVA com por 999 permutações. Todas as análises foram realizadas no programa R (*R Development Core Team*, 2014).

## **3. Resultados:**

Nas 420 amostras coletadas foram identificadas 58 espécies de formigas, distribuídas em 20 gêneros e seis subfamílias. O maior número de espécies encontradas pertence à subfamília Myrmicinae, com 38 espécies, seguida pelas subfamílias Formicinae (oito espécies), Dolichoderinae (seis espécies), Ponerinae (três espécies), Ectatomminae (duas espécies) e Pseudomyrmecinae (uma única espécie). Das espécies

encontradas, nove foram exclusivas da duna frontal e 27 foram coletadas apenas na fitofisionomia depressão pós-duna (Tabela 1).

Tabela 1. Presença das espécies em diferentes fitofisionomias ao longo da área de estudo.

Taxon	Chuí		Cassino		Bal. Gaivota		Quintão		M. dos Conv.		Imbituba		S. Fran. Sul	
	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD
<b>Dolichoderinae</b>														
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	X	x	x	X	x	x	x	x	X	x	x			
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	X	x	x		x	x							x	x
<i>Dorymyrmex</i> sp.3			x		x									
<i>Lineptheta</i> sp.1	X	x	x	X	x	x	x	x	X	x	x	x		
<i>Lineptheta</i> sp.2			x	X	x	x	x						x	x
<i>Lineptheta</i> sp.3				X										
<b>Myrmicinae</b>														
<i>Mycetophylax simplex</i>	X				x		x		X		x		x	x
<i>Mycetophylax morschi</i>	X			X	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp.1						x			X	x				
<i>Pheidole</i> sp.2		x		X		x				x				
<i>Pheidole</i> sp.3			x		x	x	x		X		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						
<i>Pheidole</i> sp.7												x		
<i>Pheidole</i> sp.8				X		x					x	x		
<i>Pheidole</i> sp.9												x		x
<i>Pheidole</i> sp.10														x
<i>Solenopsis</i> sp.1	X	x	x	X	x	x	x	x	X	x	x	x		x
<i>Solenopsis</i> sp.2	X	x		X	x	x			X	x		x		
<i>Solenopsis</i> sp.3						x	x			x	x			
<i>Solenopsis</i> sp.4								x						
<i>Solenopsis</i> sp.5					x									
<i>Solenopsis</i> sp.6														x
<i>Solenopsis</i> sp.7											x			
<i>Solenopsis</i> sp.8					x									
<i>Solenopsis</i> sp.9							x							
<i>Solenopsis</i> sp.10										x				
<i>Acromyrmex striatus</i>				X	x	x		x	X	x	x			
<i>Acromyrmex</i> sp.2						x	x	x		x	x	x		
<i>Acromyrmex</i> sp.3				X			x	x		x		x		
<i>Acromyrmex</i> sp.4	X	x	x	X			x						x	x

Taxon	Chuí		Cassino		Bal. Gaivota		Quintão		M. dos Conv.		Imbituba		S. Fran. Sul	
	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD	DF	DPD
<i>Acromyrmex</i> sp.5												x		
<i>Acromyrmex</i> sp.6							x							
<i>Acromyrmex</i> sp.7							x						x	x
<i>Acromyrmex</i> sp.8													x	
<i>Acromyrmex</i> sp.9														x
<i>Acromyrmex</i> sp.10													x	
<i>Wasmannia</i> sp.1					x	x	x	x		x	x	x		
<i>Wasmannia</i> sp.2													x	x
<i>Pogonomyrmex</i> sp.1				X		x		x		x				
<i>Chyphomyrmex</i> sp.1						x						x		
<i>Strumigenys eggersi</i>								x						
<i>Trachymyrmex</i> sp.1										x				
<i>Trachymyrmex</i> sp.2												x		
<i>Trachymyrmex</i> sp.3												x		
<b>Formicinae</b>														
<i>Brachymyrmex</i> sp.1		x		X	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x
<i>Camponotus rufipes</i>	X				x	x			X	x		x		
<i>Camponotus melanoticus</i>				X						x		x		
<i>Camponotus crassus</i>									x	x		x		
<i>Camponotus</i> sp.2	X	x	x	X	x	x	x	x	x		x	x		
<i>Camponotus</i> sp.3						x	x	x	x	x	x	x		
<i>Camponotus</i> sp.4												x		
<i>Nylanderia fulva</i>									x			x		
<b>Ponerinae</b>														
<i>Hypoponera opaciceps</i>				X				x						
<i>Odontomachus chelifer</i>						x								x
<i>Anochetus</i> sp.1								x		x				
<b>Ectatomminae</b>														
<i>Gnamptogenys</i> sp.1														x
<i>Ectatomma</i> sp.1												x		
<b>Pseudomyrmecinae</b>														
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1				X										

A latitude foi usada como uma co-variável e não apresentou resultado significativo sobre a riqueza de espécies de formigas em Restingas ( $\chi^2_{(1, 11)} = 10,264$ ,  $p = 0,06$ ). Aceitamos a hipótese de que a diferença vegetal, atribuída as diferentes

fitofisionomias, possui relação positiva com a riqueza de formigas ( $\chi^2_{(1,12)} = 13,641$ ,  $p = 0,01$ , Figura 3). Do mesmo modo, aceitamos a hipótese de que existe diferença significativa na composição de espécies de formigas entre as duas fitofisionomias ( $F_{(1,12)} = 1,82$ ,  $p = 0,03$ ,  $R^2 = 0.13$ ,  $Stress = 0.10$ , Figura 4).

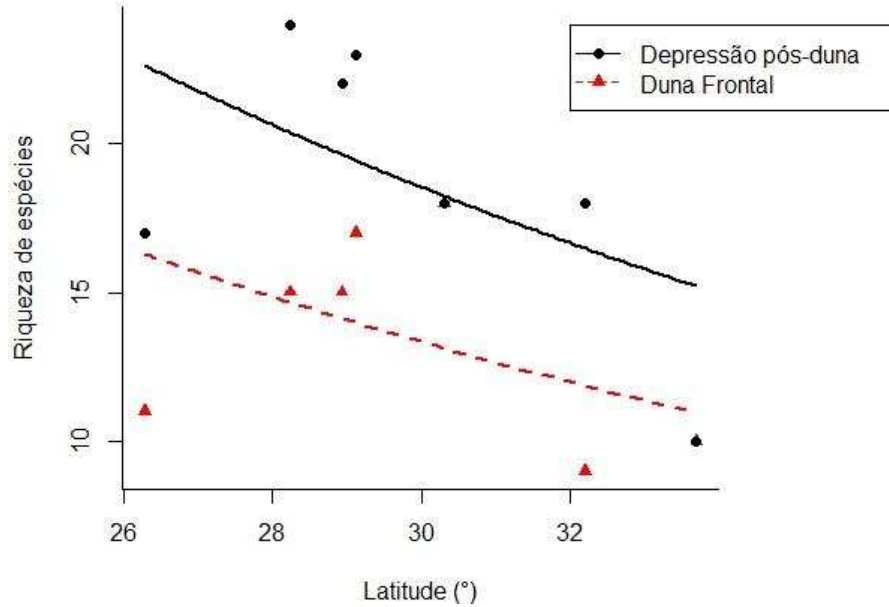


Figura 3. Relação entre riqueza de espécies de formigas nas duas fitofisionomias de restinga ( $\chi^2_{(1,12)} = 13,641$ ,  $p = 0,01$ ) em diferentes latitudes ( $\chi^2_{(1,11)} = 10,264$ ,  $p = 0,06$ ). Duna frontal (triângulos e linha tracejada), depressão pós-duna (círculos e linha contínua).

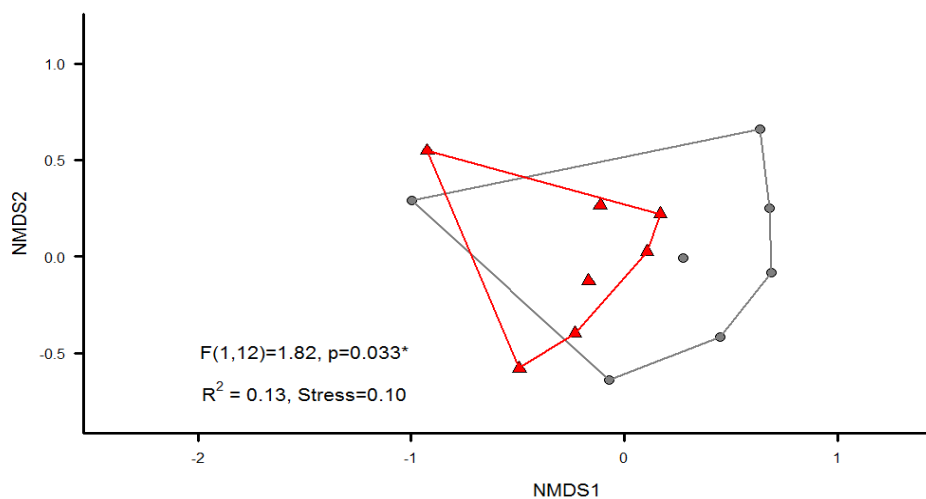


Figura 4. Ordenação de NMDS para a composição de formigas em duas fitofisionomias de restingas. Duna frontal (triângulos vermelhos), depressão pós-duna (círculos cinza).

#### 4. Discussão:

O presente trabalho mostra que os fatores bióticos e abióticos impostos pela fitofisionomias determinam a riqueza e composição de espécies de formigas em Restinga. Os fatores abióticos provocam mudanças nas condições ambientais que levam a formação das zonas de vegetação (fitofisionomias). As diferenças na composição vegetal da fitofisionomia e conseqüentemente das condições que elas impõem às comunidades de formigas leva a diferenciação da composição de espécies. As espécies do gênero *Dorymyrmex* e a espécie *Nylanderia fulva* foram encontradas apenas em duna frontal. Esta fitofisionomia possui menos estratos vegetais, e por isso a temperatura nesse local é maior e a umidade é mais baixa. Tais espécies são bem adaptadas a climas quentes (LaPolla *et al.*, 2011), o que possibilita sua distribuição e ocorrência em dunas frontais. Em contrapartida, espécies que necessitam de maior cobertura vegetal e que condicione o microambiente para o seu estabelecimento, foram encontradas apenas na fitofisionomia depressão pós-duna. Destaca-se as espécies da subfamília Ponerinae, Ectatomminae e Pseudomyrmecinae, que nidificam em locais mais úmidos na superfície do solo e associadas a vegetação. Assim, as diferentes condições impostas pelas duas fitofisionomias devem influenciar a riqueza e a diferença na comunidade de espécies de formigas.

A fitofisionomia de depressão pós-duna possui uma maior riqueza de espécies. A presença de mais estratos verticais e mais riqueza vegetal nesta fitofisionomia proporciona maior cobertura do solo, formando locais sombreados com temperaturas mais amenas e capazes de reter a umidade, formando micro-habitats (Franco *et al.*, 1984; Ríos-Casanova *et al.*, 2015). Os micro-habitats são responsáveis pela estruturação das comunidades uma vez que a presença desses locais aumenta a diversidade, riqueza e abundância de espécies (Dias & Rocha, 2014; Diame *et al.*, 2015). Estudos mostram

que os micro-habitats gerados pelas condições do tipo de vegetação têm influência sobre a composição e riqueza das comunidades de formigas em diferentes tipos de ecossistemas (Perfecto & Vandermeer, 1996; Retana & Cerdá, 2000; Castracani *et al.*, 2010; Ribas & Schoereder, 2007; Rosado *et al.*, 2013; Diame *et al.*, 2015, Ríos-Casanova *et al.*, 2015). Em ambientes abertos e de altas temperaturas, como as Restingas, esse aumento está diretamente ligado à formação de tais locais, devido ao fato da incidência de luz e a diminuição da umidade ter influência sobre comunidades de formigas (Castracani *et al.*, 2010).

O aumento da riqueza de espécies de formigas na depressão pós-duna pode se dar devido ao aumento da disponibilidade de recursos para nidificação e forrageamento. Algumas formigas são predadoras de outros artrópodes, os quais também apresentam uma estruturação da comunidade de acordo com a composição das espécies de plantas e estrutura do habitat (Lamarre *et al.*, 2016). Assim, junto com a riqueza de planta, o aumento da riqueza de artrópodes pode provocar um aumento na riqueza de formigas na depressão pós-duna, uma vez que podem servir como fonte de alimentos. Em ambientes de Cerrado sabe-se que a riqueza de espécies de formigas responde positivamente ao aumento da riqueza e densidade de árvores potencialmente devido ao aumento da variedade desse tipo de recurso (Ribas *et al.*, 2003). De forma semelhante, tais fatores devem influenciar a diferença na riqueza e composição de espécies de formigas entre as fitofisionomias de Restinga. Entretanto, o aumento na riqueza de espécies de formigas na depressão pós-duna, pode ser unicamente pelo aumento de locais de nidificação. Em depressão pós-duna o estrato vegetal maior pode promover um aumento no número de colônias que nidificam em tais locais e conseqüentemente um aumento no número de formigas amostradas.

A distância existente entre a fitofisionomia e o nível da maré também promove uma diferença nas condições abióticas de cada fitofisionomia. Nossos resultados sugerem uma diminuição do número de espécies de formigas em locais mais próximos do nível das marés. De fato, Cardoso & Schoereder (2014) mostraram que a riqueza de formigas é menor em locais mais próximos do nível do mar. Esses locais apresentam menor proteção contra o *spray* salino, ação das ondas e o vento que podem influenciar no número de espécies de formigas que toleram tal ambiente comparativamente estressante.

Nesse estudo a localização geográfica das Restingas, usada como co-variável de modo a testar se o gradiente latitudinal possui ou não influência na riqueza de espécies de formigas nas diferentes fitofisionomias, não mostrou resultado significativo. Apesar disso, os dados mostram que existe uma tendência ao aumento da riqueza de espécies de formigas com a diminuição da latitude. Alguns estudos mostram que a latitude, longitude e elevação podem afetar a riqueza de espécies presentes em determinado local (Latham & Ricklefs, 1993; Gotelli & Ellison, 2002; Silva & Brandão, 2014). Nesse contexto, Silva & Brandão (2014) em um estudo utilizando uma grande extensão da Mata Atlântica mostram que formigas de serapilheira respondem diretamente ao gradiente latitudinal. Já no trabalho realizado por Pacheco & Vasconcelos (2012) em Cerrado, utilizando um gradiente menor, a latitude não teve efeito sobre composição de espécies de formigas, e a vegetação foi responsável por mudanças na composição das espécies. A diferença entre tais estudos é, além do bioma, o tamanho do gradiente em que a latitude foi usada para de terminar ou não um padrão de riqueza de espécies de formigas. Estudos que utilizam um gradiente latitudinal muito extenso geralmente mostram que existe uma influência da latitude sobre as espécies de formigas. Entretanto, ao analisar um gradiente latitudinal, a existência de diversos tipos de ambiente presente

nesse gradiente deve ser levada em consideração, uma vez que mudanças na vegetação podem ser responsáveis pelo aumento ou diminuição da riqueza de espécies. O fato da zona de Restinga estudada ser bastante homogênea mostra que, condições semelhantes de vegetação podem levar a semelhança na riqueza de espécies de formigas, e as mudanças nessas condições e a formação de ambientes diferentes pode ser a maior responsável por promover às mudanças atribuídas a latitude.

## **5. Conclusão:**

Condições abióticas do ambiente afetam a riqueza e composição de espécies de formigas em Restinga. No presente trabalho as diferenças nas duas fitofisionomias foram responsáveis por determinar as diferenças na riqueza e composição das espécies em uma escala regional. Assim, uma maior cobertura do solo pode proporcionar uma diferença nas condições abióticas e conseqüentemente uma diferença na fauna. O presente trabalho também mostra que a latitude não pode ser usada para determinar a riqueza de espécies de formigas de Restinga. Apesar de haver uma tendência ao aumento do número de espécies com a diminuição da latitude os resultados mostraram que essa não é uma variável significativa.

## **6. Referências Bibliográficas:**

Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*. 26: 32-46.

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. (2014) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart*. 22: 711-728.

Cardoso, D.C. & Cristiano, M. P. (2010). Myrmecofauna of the Catarinense Restinga. *Sociobiology*. 55: 229-239.

Cardoso, D. C.; Sobrinho, T. G.; Schoederer, J. H. (2010). Ant community composition and its relationship with phytophysionomies in a Brazilian Restinga. *Insect. Soc.* 57: 293-301.

Cardoso, D. C. & Schoederer, J. H. (2014). Biotic and abiotic factors shaping ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in Brazilian coastal sand dunes: the case of resting in Santa Catarina. *Florida Entomologist* 97: 1443-1450.

Castracani, C.; Grasso, D. A.; Fanfani, A.; Mori, A. (2010). The ant fauna of Castelporziano Presidential Reserve (Rome, Italy) as a model for the analysis of ant community structure in relation to environmental variation in Mediterranean ecosystems. *J Insect Conserv* 14: 585–594.

Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.

Crawley, M. J. (2012). *The R book* (2 edition). Wiley, 1076p.

De Bello, F.; Prince, J. N.; Münkemüller, T.; Liira, J.; Zobel, M.; Thuiller, W.; Gerhold, P.; Götzenberger, L.; Lavergne, B.; Leps, J.; Zobel, K.; Pärtel, M. (2012). Functional species pool framework to test for biotic effects on community assembly. *Ecology*, 93: 2263–2273.

Diame L.; Blatrix R.; Grechi I., Rey J-Y.; Sane C.A.B.; Vayssières J-F.; de Bon H. & Diarra K. (2015). Relations between the design and management of Senegalese orchards and ant diversity and community composition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 212: 94-105.

Dias, E. J. R. & Rocha, C. F. D. (2014). Habitat Structural Effect on Squamata Fauna of the Restinga Ecosystem in Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86: 359–37.

Falkenberg, D. d. B. (1999). Aspectos da flora e da vegetação secundária de Restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Insula* 28: 01-30.

Franco A.C.; Valeriano D.D.M.; Santos F.M.D.; Hay J.D.; Henriques R.P.B., Medeiros R.A.D. (1984). Os microclimas das zonas de vegetação da praia da restinga de

Barra de Maricá, Rio de Janeiro. pp. 327-342. In: Lacerda L.D., Araujo D.S.D., Cerqueira R. & Turcq B. (eds.). Restingas: Origem, Estruturas, Processos. CEUFF, Niterói.

Gotelli, N. J. & Ellison, A. M. (2002). Biogeography at a regional scale: determinants of ant species density in bogs and forests of New England. *Ecology* 83: 1604–1609.

Kim, D. & Bae Yu, K. (2009). A conceptual model of coastal dune ecology synthesizing spatial gradients of vegetation, soil, and geomorphology. *Plant Ecol.* 202: 135-148.

Lamarre, G. P. A.; Hérault, B. H.; Fine, P. V. A.; Vedel, V.; Lupolis, R.; Mesones, I.; Baraloto, C. (2016). Taxonomic and functional composition of arthropod assemblages across contrasting Amazonian forests. *Journal of Animal Ecology* 85: 227–239.

LaPolla, J. S.; Brady, S.G.; Shattuck, S. O. (2011). Monograph of *Nylanderia* (Hymenoptera: Formicidae) of the World: An Introduction to the Systematics and Biology of the Genus. *Zootaxa* 3110: 1–9.

Latham, R. E. & Ricklefs, R. E. (1993). Global patterns of tree species richness in moist forests: energy–diversity theory does not account for variation in species richness. *Oikos* 67: 325–333.

Liu, R.; Zhao, H.; Zhao, X.; Zuo, X.; Drake, S. (2009). Soil macrofaunal response to sand dune conversion from mobile dunes to fixed dunes in Horqin sandy land, northern China. *European Journal of Soil Biology* 45: 417–422.

Maun, M.A. (2009). *The Biology of Coastal Sand Dunes*. New York, United States: Oxford University Press.

Pacheco, R. & Vasconcelos, H. L. (2012). Habitat diversity enhances ant diversity in a naturally heterogeneous Brazilian landscape. *Biodivers Conserv* 21: 797–809.

Perfecto, I.; Vandermeer, J. (1996). Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. *Oecologia* 108: 577-582.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Ríos-Casanova, L.; Dávila, P.; Godínez-Alvarez, H.; Rico-Gray, V. (2015). Diversity of Ants Inhabiting a Mosaic of Environmental Conditions in a Semi-desert of Central Mexico. *Southwestern Entomologist* 40: 307-322.

Ribas, C. R. & Schoereder, J. H. (2007). Ant communities, environmental characteristics and their implications for conservation in the Brazilian Pantanal. *Biodivers Conserv* 16: 1511–1520.

Ribas, C.R.; Schoereder, J. H.; Pic, M.; Soares, S. M. (2003). Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology*, 28: 305–314.

Retana, J. & Cerdá, X. (2000). Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia* 123: 436-444.

Rosado, J.L.O., Gonçalves de Gonçalves, M., Dröse, W., Ely e Silva, E.J., Krüger, R.F., Loeck, A.E. (2013). Effect of climatic variables and vine crops on the epigeic ants fauna (Hymenoptera: Formicidae) in the Campanha region, state of Rio Grande do Sul, Brazil. *J. Insect Conserv.* 17: 1113–1123.

Scarano, F. R. (2002). Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rain forest. *Annals of Botany* 90: 517-524.

Silva, R. R. & Brandão, C. R. F. (2014). Ecosystem-Wide Morphological Structure of Leaf-Litter Ant Communities along a Tropical Latitudinal Gradient. *Plos One* 9: 1-11.

Vargas, A.B., Mayhé-Nunes, A.J., Queiroz, J.M., Souza, G.O., Ramos, E.F. (2007). Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidades de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. *Neotropical Entomology* 36: 28-37.

Villwock J.A.; Lessa, G.C.; Suguio, K.; Ângulo, R.J.; Dillenburg, S.R. (2005). Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: Souza, C.R.G. *et al.* O Quaternário do Brasil. Holo editora. São Paulo. 94-113 p.

Zamith, L. R. & Scarano, F. R. (2006). Restoration of a Restinga sandy coastal plain in Brazil: Survival and growth of planted wood species. *Restoration Ecology*, 14: 87-88.