

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

LUCAS ALMEIDA DE OLIVEIRA

**VARIAÇÕES NAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ENTRE OS PERÍODOS
SECO E CHUVOSO MODULAM COMUNIDADES DE FORMIGAS DE
RESTINGA?**

SÃO MATEUS

2023

LUCAS ALMEIDA DE OLIVEIRA

**VARIAÇÕES NAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ENTRE OS PERÍODOS
SECO E CHUVOSO MODULAM COMUNIDADES DE FORMIGAS DE
RESTINGA?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tathiana Guerra Sobrinho.

Coorientador: Prof. Douglas Marcelino da Silva Rocha.

SÃO MATEUS

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **LUCAS ALMEIDA DE OLIVEIRA**

Título:

VARIAÇÕES NAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ENTRE OS PERÍODOS SECO E CHUVOSO MODULAM COMUNIDADES DE FORMIGAS DE RESTINGA?

Monografia do Curso de Ciências Biológicas
(Bacharelado) Defendida e aprovada em 30/06/2023

Com nota 9,0 (nove) pela comissão julgadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br TATHIANA GUERRA SOBRINHO
Data: 30/06/2023 14:20:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora e presidente da Comissão Examinadora
Profª. Dra. Tathiana Guerra Sobrinho (UFES)

Examinador 1
Prof. Dr. Rogério Oliveira Faleiros (UFES)

Examinador 2
Ms. Lucas Gütler Rodrigues (UFV)

Coorientador
Prof. Douglas Marcelino Da Silva Rocha
(UFES)

Documento assinado digitalmente
gov.br ROGERIO OLIVEIRA FALEIROS
Data: 30/06/2023 16:49:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br DOUGLAS MARCELINO DA SILVA ROCHA
Data: 30/06/2023 20:58:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por não me deixar desistir nos momentos mais difíceis, me dando forças para continuar e por me dar todo discernimento necessário para que este trabalho tenha sido concluído.

Agradeço a minha Mãe, Neusimar Maria Almeida de Oliveira, meu Pai, Sebastião de Oliveira, minha Irmã, Beatriz Almeida de Oliveira Morett, e minha Namorada, Anna Carolyna Manthay Benedito, que sempre me apoiaram e sempre estiveram do meu lado me dando todo suporte necessário.

Agradeço a minha Orientadora, Tathiana Guerra Sobrinho, por confiar em mim para a realização do nosso estudo e por realizar com maestria o papel de orientadora, me corrigindo quando necessário e me incentivando a continuar quando desanimei.

Agradeço a meu Coorientador, Douglas Marcelino da Silva Rocha por todo auxílio, parceria e comprometimento tanto nos campos quanto no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a toda equipe do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Insetos, principalmente o Carlos Daniel Assis dos Santos que me auxiliou na parte de identificação das formigas.

Agradeço a todos meus amigos da graduação, principalmente o pessoal da Biologia em que tivemos trocas incríveis ao longo desses anos e pretendo leva-los para o resto da vida.

Agradeço especialmente aos moradores da Casa em cima da Brilhus, da Casa Amarela e da Barraca do Cláudio que me acolheram, e por todos os momentos únicos vividos ao lado dessas pessoas que irei guardar em minha memória.

Agradeço a todos os professores de Biologia, que passaram parte de seus conhecimentos contribuindo dessa forma para minha formação.

Agradeço a Universidade Federal do Espírito Santo - Campus CEUNES, por ter me dado a oportunidade de realizar essa graduação de forma gratuita, pelo auxílio financeiro e por fornecer estrutura necessária para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à administração do Parque Estadual de Itaúnas (PEI), pelo fornecimento da infraestrutura necessária para os campos e estadias.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela contemplação da bolsa de estudos, que é fundamental para realizar Ciência em nosso país.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea do Parque Estadual de Itaúnas, com foco nos locais de coleta.	11
Figura 2 - 'Pitfalls' colocados em diferentes fitofisionomias.....	13
Figura 3 - Termo-higrômetro medindo temperatura e umidade no nível do solo, em diferentes pontos amostrais.	14
Figura 4 - (A) Etapa de triagem do material coletado; (B) Etapa de montagem dos espécimes (exemplar de <i>Ectatomma edentatum</i> , Roger 1863); (C) Armário Entomológico da Coleção Zoológica Norte Capixaba, onde foram depositados um exemplar de cada morfoespécie.....	14
Figura 5 - Relação entre a abundância de formigas e os períodos seco e chuvoso ($F_{(1,4)}= 6.255$, $p=0.01404$) (50 amostras em cada período).	18
Figura 6 - Relação entre a riqueza de espécies de formigas e os períodos seco e chuvoso ($\text{Chi}_{(1,4)}=17.1262$, $p<0.001$) (50 amostras em cada período).....	18
Figura 7 - Relação positiva da abundância de formigas com a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ($F_{(1,98)}=8.3483$, $p=0.047$) (50 amostras de cada período).	19
Figura 8 - Relação negativa da abundância de formigas com a umidade (%) ($F_{(1,98)}=4.688$, $p=0.0327$) (50 amostras de cada período).	19
Figura 9 - Relação positiva da riqueza de espécies de formigas com a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ($\text{Chi}_{(1,98)}=14.147$, $p<0.001$) (50 amostras de cada período).....	20
Figura 10 - Relação negativa da riqueza de espécies de formigas com a umidade (%) ($\text{Chi}_{(1,98)}=8.48$, $p=0.003$) (50 amostras de cada período).....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 METODOLOGIA.....	11
3.1 ÁREA DE ESTUDO	11
3.2 COLETAS DE DADOS	12
3.3 ANÁLISES DE DADOS.....	14
3.3.1 – Relação entre Abundância e Riqueza de Espécies de Formigas e os Períodos Seco e Chuvoso	14
3.3.2 – Teste das Hipóteses.....	15
4 RESULTADOS	16
5 DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO.....	26
7 REFERÊNCIAS	27

RESUMO

Sazonalidade pode ser definida como as mudanças regulares e periódicas de uma condição em uma escala de tempo anual. Sendo assim, esse é um processo importante na dinâmica e estruturação de comunidades de formigas, pois a diversidade desses insetos tende a ser maior durante o período chuvoso. Já condições ambientais são fatores abióticos, inesgotáveis no ambiente, que influenciam no desempenho e sobrevivência de um organismo. Onde as principais condições que influenciam comunidades de formigas são a temperatura e a umidade, sendo esses os fatores que mais criam restrições para grande parte das espécies. Nesse estudo, tivemos como objetivo avaliar se ocorrem mudanças na diversidade de formigas entre os períodos seco e chuvoso na restinga, em resposta às variações nas condições ambientais. Para isso, testamos se existe relação entre a abundância e riqueza de espécies de formigas com a temperatura e umidade, que variam sazonalmente. As campanhas amostrais foram realizadas na restinga do Parque Estadual de Itaúnas, desde a linha da maré até o interior do continente, sendo realizadas duas campanhas amostrais, uma no período seco e a outra no período chuvoso. Foram coletadas 45 morfoespécies de 23 gêneros, pertencentes a seis subfamílias de Formicidae. Como esperado por nossas premissas, tanto a abundância, quanto a riqueza de espécies de formigas foram maiores no período chuvoso do que no período seco. De fato, tanto a abundância, como a riqueza de espécies de formigas responderam de forma positiva à temperatura do ambiente. Isso possivelmente ocorre, pois, em ambientes quentes, assim como a restinga, existem diferentes gêneros de formigas termofílicas, que aumentam suas atividades de forrageamento quando as temperaturas sobem acima de 45°C. Em contrapartida, verificamos uma resposta negativa da diversidade de formigas em relação a umidade. Isso ocorre visto que, sempre que aumenta a temperatura, a tendência é a umidade diminuir, assim, onde temos temperaturas mais altas e mais diversidade de formigas, são pontos onde a umidade tende a estar mais baixa, pois a água evapora mais rapidamente. Portanto, podemos afirmar que as comunidades de formigas de restinga seguem o padrão global de sazonalidade, embora esse ecossistema não tenha suas estações tão bem demarcadas, já que este ambiente é relativamente quente o ano todo.

Palavras-chave: Diversidade. Sazonalidade. Temperatura. Umidade. Termofílicas.

1 INTRODUÇÃO

Sazonalidade pode ser definida como as mudanças regulares e periódicas de uma condição em uma escala de tempo anual, sendo considerada uma característica ambiental predominante em diversos sistemas ecológicos, submetidos a condições climáticas periódicas (FRETWELL, 1972; HOLT, 2008; WILLIAMS et al., 2017). Condições ambientais são fatores abióticos, inesgotáveis no ambiente, como temperatura, salinidade, umidade, entre outros, que influenciam no desempenho e sobrevivência de um organismo (BEGON et al., 2007). As principais condições que influenciam comunidades de formigas são a temperatura e a umidade, as quais criam restrições para grande parte das espécies (KASPARI, 2000).

A temperatura molda a estrutura de comunidades inteiras de formigas, pois geralmente períodos de tempo (GUIMARÃES et al., 2023) e locais mais quentes abrigam maior abundância e riqueza de espécies (PARR & BISHOP, 2022). Tais evidências sustentam a afirmação de que as formigas são termofílicas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; KASPARI et al., 2001). Além da temperatura, que mundialmente é um forte determinante da diversidade de formigas, a taxa de precipitação também influencia consideravelmente sua riqueza (JENKINS et al., 2011; SZEWCZYK & MCCAIN, 2016). Isso ocorre, pois, variações na intensidade das chuvas ao longo do ano interferem na temperatura e umidade, influenciando a produtividade dos ecossistemas (KASPARI et al., 2001). Dessa forma, a sazonalidade passa a ser um fator importante na dinâmica e estruturação de comunidades de formigas (LEVINGS, 1983), pois a diversidade desses insetos tende a ser maior durante o período chuvoso, quando então apresentam maiores taxas de atividades (VARGAS et al., 2007; BARROW & PARR, 2008; CASTILHO et al., 2011; SANTOS et al., 2014). Em contrapartida, há poucos trabalhos que relatam maior riqueza e abundância no período seco (GOMES et al., 2014; MARQUES et al., 2017), sendo esse um efeito contrário da sazonalidade sobre as assembleias de formigas (QUEIROZ et al., 2022). Na Mata Atlântica, a temperatura e umidade possuem forte variação sazonal, sendo esperado que as comunidades que ali vivem também respondam de maneira sazonal. Principalmente em ecossistemas como as restingas os quais possuem sofrem grande variação ao longo do dia.

As restingas são ecossistemas distribuídos ao longo da costa brasileira, iniciando acima da linha de maré mais alta, podendo adentrar alguns quilômetros no continente, delimitando ambientes pantanosos, estuarinos, lagoas e lagoas (DIAS & SILVA, 1984; SILVA et al., 1994). É um ecossistema rico em espécies vegetais que exercem uma série de funções

ecológicas, dentre elas a fixação de dunas litorâneas protegendo o litoral de eventos erosivos das ondas e marés, atuando como barreira física (INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2022). A restinga possui dois períodos bem demarcados durante o ano: o período chuvoso no verão e o seco no inverno, de acordo com a classificação de Koeppen (1948), com temperatura e umidade variando consideravelmente entre eles. Riqueza e composição de espécies de formigas são determinadas pelas fitofisionomias do ecossistema restinga (CARDOSO et al., 2010; CARDOSO & SCHOEREDER, 2014), que interferem nos fatores abióticos, causando mudanças nas condições ambientais locais (Ribeiro, 2016), como o microclima. Assim, diferenças nas condições ambientais, como variações na temperatura e umidade ao longo de um dia (GUIMARÃES et al., 2023) ou ao longo do ano (QUEIROZ et al., 2022), bem como na composição da vegetação (CARDOSO et al., 2010) implicam diretamente na diversidade de espécies de formigas.

Formigas são insetos sociais extremamente abundantes e diversos (LACH et al., 2010; QUEIROZ et al., 2022) e possuem importante papel na manutenção da maioria dos ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), sendo organismos chave na dispersão de frutos e sementes em ambientes de restinga (PASSOS & OLIVEIRA, 2003). Também estão associadas a processos ecológicos essenciais, como auxílio na decomposição da matéria orgânica, aeração do solo e estruturação das comunidades de outros artrópodes por meio de controle populacional, predação e competição (FOLGARAIT, 1998; DEL TORO et al., 2012). Além disso, são amplamente utilizadas como bioindicadores em diversos trabalhos de qualidade ambiental, pois são sensíveis a alterações, concedendo informações confiáveis sobre as alterações ecológicas e funcionais do ambiente (MARTINS et al., 2011; RIBAS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014; ROCHA et al., 2015).

A maior parte dos estudos que envolvem diversidade de formigas no Brasil abordam apenas padrões de diversidade (CORRÊA et al., 2006; LOPES et al., 2010; GOMES et al., 2012) e levantamentos da mirmecofauna (FEITOSA & RIBEIRO, 2005; SANTOS et al., 2006), sendo relevantes, pois revelam padrões taxonômicos nos ecossistemas brasileiros (SCHMIDT et al., 2022). Contudo, é recomendado que estudos mirmecológicos tenham também como objetivo investigar os fatores e processos ecológicos que geram esses padrões (SCHMIDT et al., 2022). Pois assim, é possível prever como as mudanças climáticas podem impactar os padrões de diversidade de formigas, (QUEIROZ et al., 2022). Entretanto, a maioria dos estudos de diversidade de formigas no Brasil não está focada na sazonalidade. Mas, espera-se que pesquisadores de formigas sejam estimulados a trabalhar com padrões sazonais, visto que tais

trabalhos podem trazer o entendimento da dinâmica espacial e temporal das assembleias de formigas em seus ambientes (QUEIROZ et al., 2022). Com isso, é de suma importância avaliar se as condições ambientais influenciam na diversidade de formigas entre os períodos seco e chuvoso. Pois, essas informações sobre padrões de diversidade de formigas irão ajudar no gerenciamento e conservação dos biomas e suas funções ecossistêmicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se ocorrem mudanças na diversidade de formigas entre os períodos seco e chuvoso na restinga, em resposta às variações nas condições ambientais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Testar hipóteses relativas aos mecanismos que geram tal padrão, caso ele ocorra:

H1: Existe uma relação entre a abundância e riqueza de espécies de formigas com a temperatura, que se modifica entre os períodos seco e chuvoso, havendo maior diversidade no período mais quente;

H2: Há uma relação entre diversidade de espécies de formigas com a umidade do ambiente, que se modifica entre os períodos seco e chuvoso, havendo maior abundância e riqueza de espécies no período mais úmido.

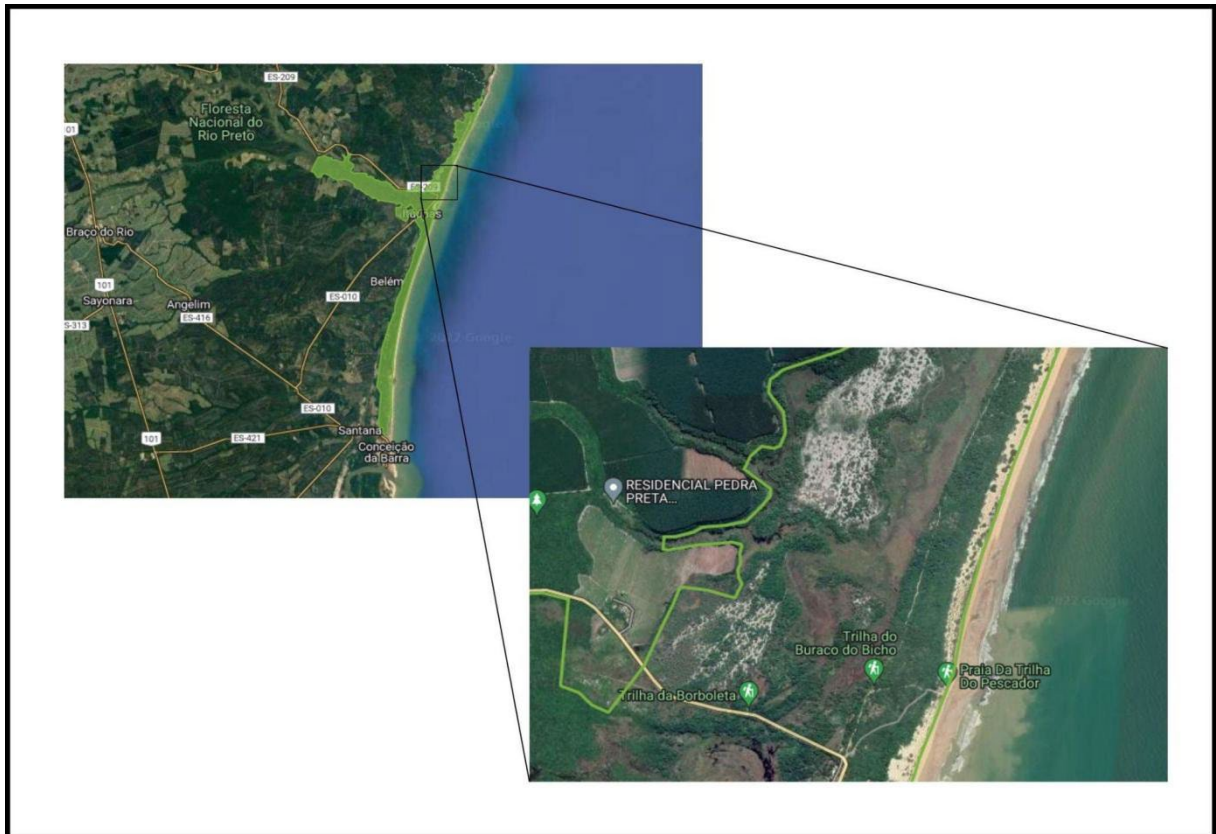
3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Nossas campanhas amostrais foram realizadas no Parque Estadual de Itaúnas (PEI) (18°20'/18°25'S e 39°40'/39°42'W), localizado no município de Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil, através de licença para coleta de dados, cedida pelo IEMA, sob o número de processo: 88084760/19. O PEI foi criado em novembro 1991, com uma área de 3.481 ha, estando presentes no parque diferentes ecossistemas como, restinga, manguezal, dunas, floresta de tabuleiro e alagados (IEMA, 2022). O parque possui um bom estado de conservação dos diversos habitats que, aliado à grande diversidade de espécies vegetais, torna-o um local de extrema importância para a manutenção de sua fauna riquíssima (ITAÚNAS, 2022).

O município de Conceição da Barra está inserido no clima do tipo “Af” segundo a última revisão da Classificação Climática de Köppen e Geiger (1928) realizada por (ALVARES et al., 2013). Suas terras se caracterizam por serem quentes, planas e chuvosas, com uma média pluviométrica de 327,1 mm no período seco, e 847,9 mm no período chuvoso, sendo os meses de maior precipitação: outubro, novembro e dezembro, com temperatura média anual de 24,4 °C (INCAPER, 2022).

Figura 1 - Vista aérea do Parque Estadual de Itaúnas, com foco nos locais de coleta.



Fonte: Produção do próprio autor.

3.2 COLETAS DE DADOS

As coletas de dados foram realizadas na restinga, desde a linha da maré até o interior do continente. Diante disso, coletamos amostras em diferentes fitofisionomias, como as dunas frontais, restingas de moita e floresta de restinga, que estão distribuídas desde solos expostos até manchas de vegetação com árvores que podem atingir 20 metros de altura.

Para testarmos se a abundância e riqueza de espécies de formigas se alteram entre os períodos seco e chuvoso foram realizadas duas campanhas amostrais. A primeira coleta foi realizada em setembro de 2022 (período seco) e a seguinte ocorreu em fevereiro de 2023 (período chuvoso). Foram estabelecidos cinco transectos de 1 km de comprimento, espaçados por, pelo menos, 250 metros, onde realizamos as amostragens. Em cada um dos transectos nós demarcamos 10 pontos, distantes no mínimo 50m, para garantir a independência amostral. Em cada ponto instalamos um ‘pitfall’ (Figura 2) sem isca, que são armadilhas de queda de 500mL que contém água, sal e detergente, que permaneceram no ambiente por 72 horas. Essas armadilhas são amplamente utilizadas para amostragem de formigas epigeicas (SHEIKH et al., 2018).

Figura 2 - 'Pitfalls' colocados em diferentes fitofisionomias.



Fonte: Produção do próprio autor.

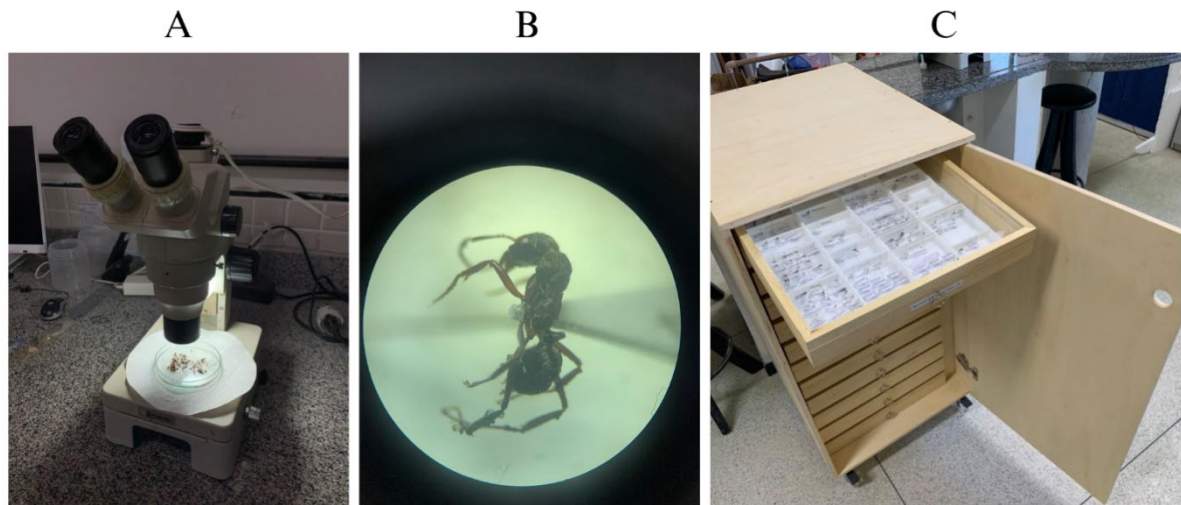
Para a aferição das condições ambientais, nós colocávamos sobre o solo um termo-higrômetro (Figura 3), que media a temperatura e a umidade em cada ponto de coleta ao se colocar e retirar os 'pitfalls' de campo. Após a retirada das armadilhas do campo, as formigas coletadas foram triadas, montadas e identificadas (Figuras 4a, 4b) até o menor nível taxonômico possível, com o auxílio de chaves de identificação para gêneros contidas no Guia para Gêneros de Formigas do Brasil (BACCARO et al., 2015) e para morfoespécies em sítios eletrônicos como o AntWeb (2023) e artigos científicos especializados (LENHART et al., 2013; PACHECO, 2007). Nós depositamos pelo menos um espécime de cada morfoespécie na Coleção Zoológica Norte Capixaba, da Universidade Federal do Espírito Santo (Figura 4c).

Figura 3 - Termo-higrômetro medindo temperatura e umidade no nível do solo, em diferentes pontos amostrais.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 4 - (A) Etapa de triagem do material coletado; (B) Etapa de montagem dos espécimes (exemplar de *Ectatomma edentatum*, Roger 1863); (C) Armário Entomológico da Coleção Zoológica Norte Capixaba, onde foram depositados um exemplar de cada morfoespécie.



Fonte: Produção do próprio autor.

3.3 ANÁLISES DE DADOS

3.3.1 – Relação entre Abundância e Riqueza de Espécies de Formigas e os Períodos Seco e Chuvoso

Para testar se a diversidade de formigas se altera em relação aos períodos seco e chuvoso realizamos duas análises de variância (ANOVA) para as quais construímos dois modelos lineares generalizados (GLMs), nos quais as variáveis resposta (Y) foram, para cada um deles, a abundância e a riqueza de espécies e a variável explicativa (X) foi o período (seco ou

chuvoso). Os modelos foram construídos com distribuição de Poisson e corrigidos para sobredispersão, quando necessário.

3.3.2 – Teste das Hipóteses

Primeiramente, testamos se as condições ambientais temperatura e umidade variavam entre os períodos seco e chuvoso. Para isso construímos dois GLMs, nos quais as variáveis resposta foram temperatura em um deles e umidade no outro, sendo o período do ano sempre a variável explicativa. Embora saiba-se que tais condições variam entre os períodos seco e chuvoso, nós optamos por fazer o teste com os dados obtidos no nosso estudo para garantir uma maior confiabilidade de nossos resultados. Em seguida, testamos, também através de GLMs, se a diversidade de formigas (abundância e riqueza) respondem às condições ambientais (temperatura e umidade). Por fim, todas as análises foram realizadas no software livre R (R Development Core Team 2023).

4 RESULTADOS

No total coletamos 45 morfoespécies de 23 gêneros, pertencentes a seis subfamílias de Formicidae (Tabela 1). Myrmicinae foi a subfamília com maior número de morfoespécies (21), seguida por Formicinae (9), Dolichoderinae (5), Ectatomminae (4), Ponerinae (3) e Pseudomyrmecinae (3) (Tabela 1). Myrmicinae foi também a subfamília com maior número de gêneros (12), seguida por Dolichoderinae (4), Formicinae (3), Ponerinae (2), Ectatomminae, representada apenas pelo gênero *Ectatomma* e Pseudomyrmecinae apenas com o gênero *Pseudomyrmex*.

No período seco foram coletadas 25 morfoespécies, sendo 10 amostradas exclusivamente nele, enquanto no período chuvoso foram encontradas 35 morfoespécies, sendo 20 amostradas apenas neste período, dentre elas, os representantes da subfamília Ponerinae. Sendo assim, apenas 15 morfoespécies foram comuns aos dois períodos (Tabela 1).

Tabela 1 - Morfoespécies presentes nos períodos seco e/ou chuvoso.

SUBFAMÍLIA	MORFOESPÉCIE	PERÍODO SECO	PERÍODO CHUVOSO
Dolichoderinae	<i>Azteca</i> sp. 1	X	
	<i>Dolichoderus lutosus</i>		X
	<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	X	X
	<i>Forelius</i> sp. 1		X
	<i>Forelius</i> sp. 2		X
Ectatomminae	<i>Ectatomma edentatum</i>	X	X
	<i>Ectatomma permagnum</i>		X
	<i>Ectatomma planidens</i>	X	
	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	X	X
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	X	X
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 2		X
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 3		X
	<i>Brachymyrmex</i> sp. 4		X
	<i>Camponotus coloratus</i>	X	
	<i>Camponotus</i> sp. 1	X	X
	<i>Camponotus</i> sp. 2	X	
	<i>Camponotus</i> sp. 3		X
	<i>Nylanderia</i> sp. 1	X	
Myrmicinae	<i>Atta robusta</i>	X	X
	<i>Crematogaster</i> sp. 1	X	X
	<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	X	

	<i>Cyphomyrmex</i> sp. 2		X
	<i>Mycetomoellerius</i> sp. 1	X	
	<i>Mycetomoellerius</i> sp. 2	X	X
	<i>Mycetomoellerius</i> sp. 3		X
	<i>Mycetophylax conformis</i>	X	X
	<i>Mycetophylax</i> sp. 1	X	X
	<i>Myrmicocrypta</i> sp. 1	X	
	<i>Myrmicocrypta</i> sp. 2		X
	<i>Pheidole</i> sp. 1	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 2	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 3	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 4		X
	<i>Pogonomyrmex</i> sp. 1		X
	<i>Sericomyrmex</i> sp. 1		X
	<i>Solenopsis</i> sp. 1	X	X
	<i>Solenopsis</i> sp. 2		X
	<i>Strumigenys infidelis</i>	X	
	<i>Wasmannia auropunctata</i>	X	X
Ponerinae	<i>Neoponera concava</i>		X
	<i>Odontomachus</i> sp. 1		X
	<i>Odontomachus</i> sp. 2		X
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	X	
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1		X
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2		X
TOTAL	45	25	35

Fonte: Produção do próprio autor.

Como esperado por nossas premissas, tanto a abundância ($F_{(1,4)} = 6.255$, $p = 0.01404$) (Figura 5), quanto a riqueza de espécies de formigas ($\text{Chi}_{(1,4)} = 17.1262$, $p < 0.001$) (Figura 6) foram maiores no período chuvoso do que no seco.

Figura 5 - Relação entre a abundância de formigas e os períodos seco e chuvoso ($F_{(1,4)}= 6.255$, $p=0.01404$) (50 amostras em cada período).

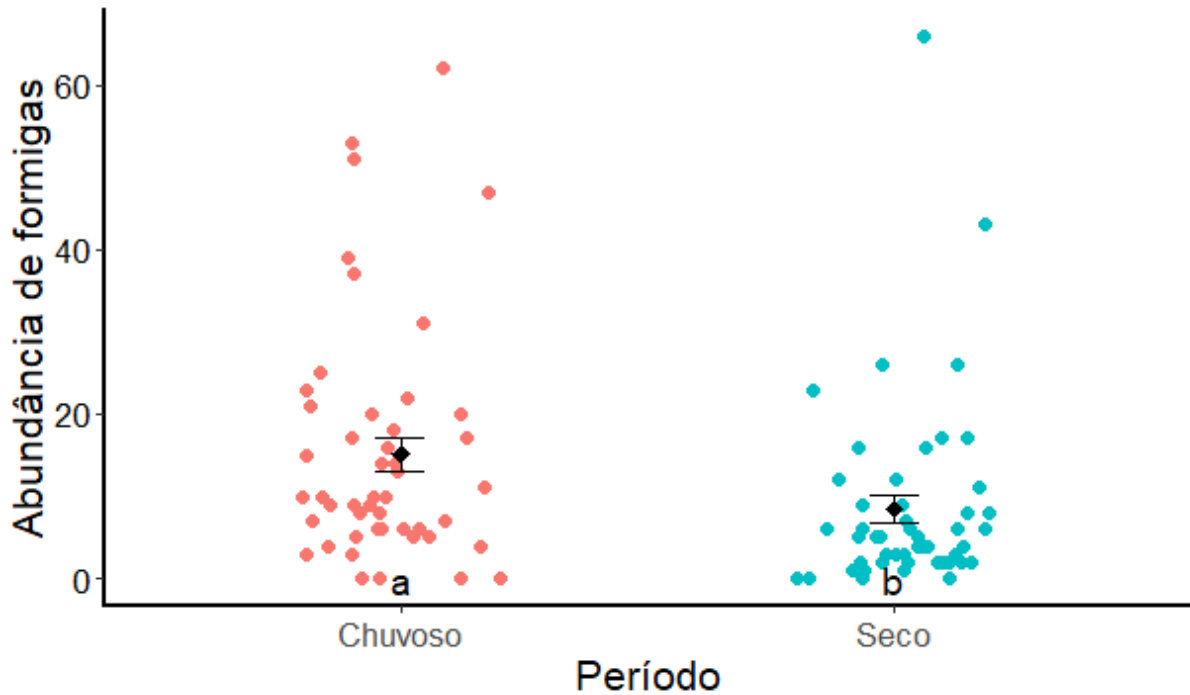
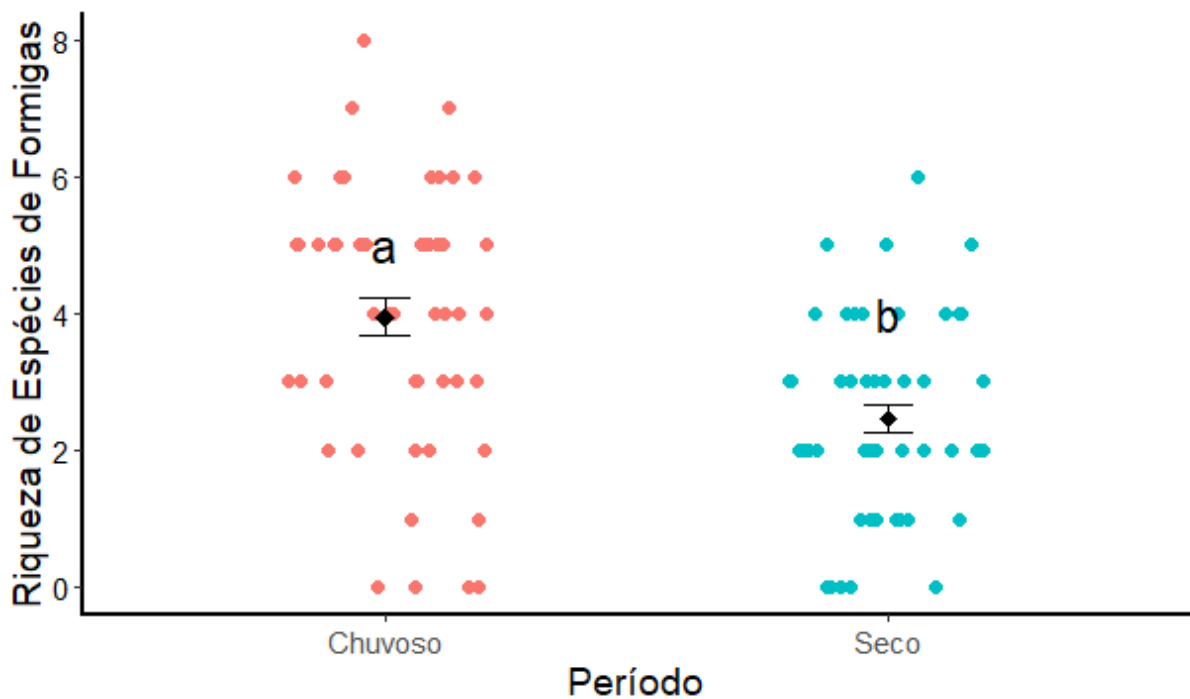


Figura 6 - Relação entre a riqueza de espécies de formigas e os períodos seco e chuvoso ($\chi^2_{(1,4)}=17.1262$, $p<0.001$) (50 amostras em cada período).



A temperatura se mostrou significativamente maior no período chuvoso em relação ao seco ($F_{(1,4)}=72.215$, $p<0.0001$), bem como a umidade ($F_{(1,4)}=26.366$, $p<0.0001$), de acordo com o esperado.

Conforme hipotetizado ainda, a abundância de formigas respondeu positivamente à temperatura do ambiente ($F_{(1,98)}=8.3483$, $p=0.047$) (Figura 7), mas de forma inversa à umidade relativa do ar ($F_{(1,98)}=4.688$, $p=0.0327$) (Figura 8).

Figura 7 - Relação positiva da abundância de formigas com a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ($F_{(1,98)}=8.3483$, $p=0.047$) (50 amostras de cada período).

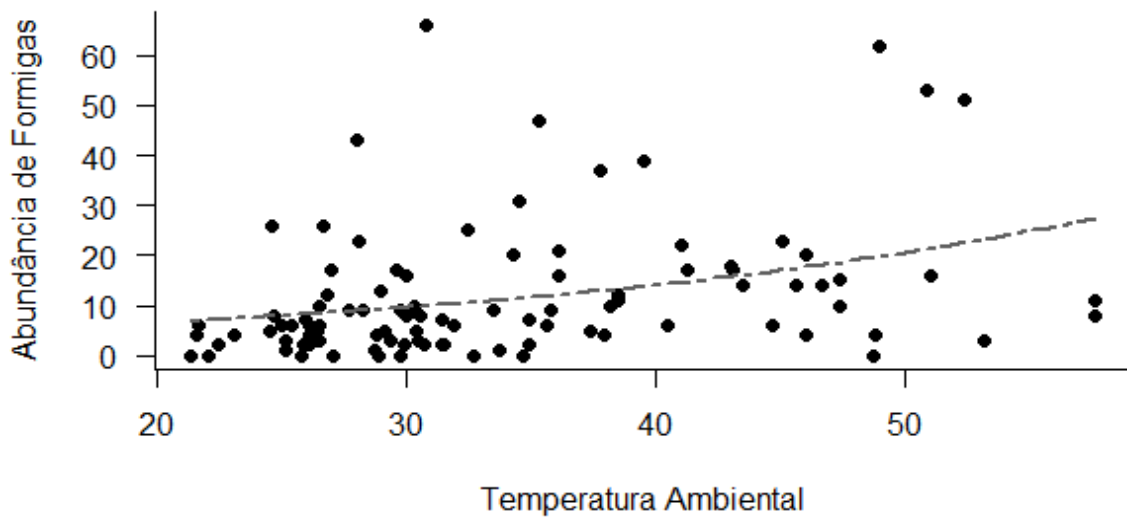
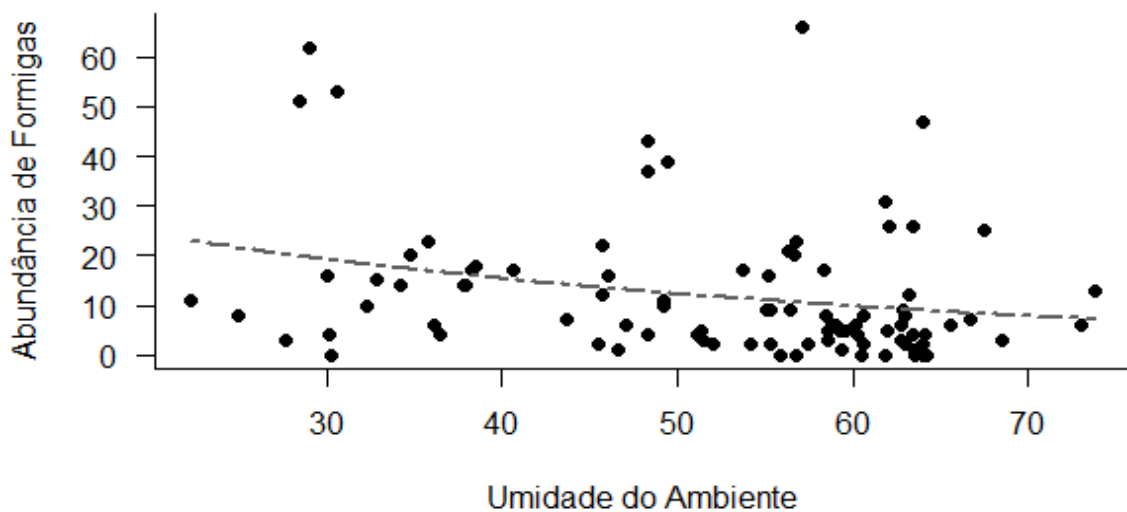
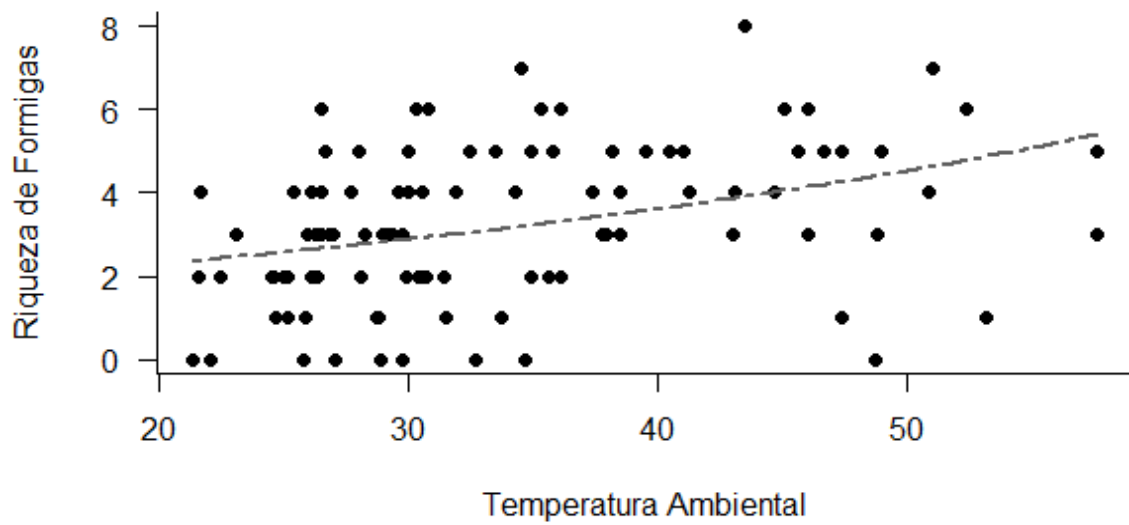


Figura 8 - Relação negativa da abundância de formigas com a umidade (%) ($F_{(1,98)}=4.688$, $p=0.0327$) (50 amostras de cada período).



Em relação à riqueza de espécies de formigas, observamos o mesmo padrão de resposta positiva à temperatura ($\text{Chi}_{(1,98)}=14.147$, $p<0.001$) (Figura 9), e em relação à umidade, também observamos que a riqueza de espécies tende a diminuir com aumento desta ($\text{Chi}_{(1,98)}=8.48$, $p=0.003$) (Figura 10).

Figura 9 - Relação positiva da riqueza de espécies de formigas com a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ($\text{Chi}_{(1,98)}=14.147$, $p<0.001$) (50 amostras de cada período).



5 DISCUSSÃO

Tanto a abundância quanto a riqueza de espécies de formigas foram maiores no período chuvoso em relação ao período seco, corroborando diversos outros estudos (LEVINGS, 1983; CASTILHO et al., 2011; SANTOS et al., 2014; QUEIROZ et al., 2022;), que sustentam a afirmação de que este é o padrão global para grande parte dos ecossistemas terrestres. Além disso, a temperatura e a umidade se mostraram significativamente maiores no período chuvoso em relação ao seco, porém, a diversidade de formigas foi positivamente relacionada à temperatura e negativamente relacionada ao aumento da umidade em cada ponto amostral. A subfamília Myrmicinae foi a que contribuiu com a maior parte das morfoespécies e gêneros de formigas coletados em nossas amostras, assim como em diversos outros estudos (CARDOSO et al., 2010; MONTINE et al., 2014; FEITOSA et al., 2022; GUIMARÃES et al., 2023). Tais resultados estão de acordo com a maioria dos trabalhos realizados na região Neotropical, onde tal subfamília é a mais frequente e abundante na interface solo-serapilheira (LOPES et al., 2010).

As formigas da subfamília Ponerinae foram encontradas exclusivamente no período mais quente e chuvoso. Isso possivelmente ocorre, pois, essas formigas devem aumentar suas atividades justamente nesse período, uma vez que este é o momento em que há maior disponibilidade de recursos alimentares. Ponerinae apresenta algumas espécies que possuem hábitos generalistas, podendo consumir polpa de frutos, sementes e carcaças de animais, mas, em geral, são predadoras (BACCARO et al., 2015). Essas espécies predadoras podem variar desde amplamente generalistas até especialistas extremas, o que implica em uma função reguladora das populações de outras formigas e muitos outros grupos de artrópodes (BACCARO et al., 2015). Outro fator que colabora para o sucesso desse grupo no período mais quente, é que essas formigas são relativamente grandes. Desse modo, podem se mover mais facilmente em superfícies superaquecidas, pois geralmente possuem maior resistência à dessecação e levam mais tempo para aquecer (HOOD & TSCHINKEL, 1990; KASPARI et al., 2015).

As espécies *Atta robusta* (Borgmeier, 1939) e *Neoponera concava* (Mackay & Mackay, 2010) encontradas em nosso estudo, estão listadas no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, classificadas como vulnerável (VU) e pouco preocupante (LC), respectivamente. *Atta robusta* é endêmica do Brasil, habitando exclusivamente áreas de

restinga no litoral dos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Como sabido, as restingas encontram-se sob intenso processo de degradação, que vem ocasionando o declínio da qualidade do habitat e da área de ocupação, que ocasiona fragmentação severa das populações dessa espécie (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018). Assim, o conhecimento de padrões ecológicos pode contribuir para um maior conhecimento desse ecossistema e auxiliar nas tomadas de decisão para sua conservação.

Nossa primeira hipótese foi corroborada, pois de fato tanto a abundância, como a riqueza de espécies de formigas responderam de forma positiva à temperatura do ambiente, havendo maior diversidade no período mais quente do ano. Isso possivelmente ocorre, pois, em ambientes quentes, assim como a restinga, existem diferentes gêneros de formigas termofílicas, que aumentam suas atividades de forrageamento quando as temperaturas sobem acima de 45°C (CHRISTIAN & MORTON 1992, WEHNER et al., 1992; CERDÁ & RENATA, 2000). Assim como alguns gêneros da subfamília Formicinae e Myrmicinae estão adaptadas às temperaturas extremamente altas, que vivem nos desertos tropicais do Namibe, Saara e Austrália e que forrageiam quando as temperaturas da superfície chegam a 50-67°C (GARCIA & ROBLEDO, 2018). Tal fato pode ser explicado pela hipótese de adaptação térmica, que preconiza que as espécies de formigas em ambientes quentes apresentam limites térmicos superiores mais elevados do que as espécies presentes em ecossistemas mais frios e úmidos (GARCIA & ROBLEDO, 2018; KASPARI, 2015). Além de tudo, os recursos também colaboram para uma maior diversidade de formigas no período chuvoso, já que são mais abundantes neste. Pois, este também é o momento de reprodução de outros insetos, que também podem ser utilizados como recursos. Em contrapartida, no período seco o estresse hídrico e a redução da disponibilidade de alimentos podem fazer com que muitas espécies de formigas reduzam suas atividades ou reduzam o tamanho da colônia “fugitivos temporais” (TILMAN & PACALA, 1993). Tornando-se assim, menos abundantes e mais raras (BARROW & PARR, 2008). Consequentemente elas terão menor probabilidade de serem encontradas em armadilhas de queda.

No período chuvoso a temperatura e a umidade relativa do ar foram mais altas do que no seco. Porém, quando analisamos a resposta da diversidade a essas condições, sem levar em consideração os períodos (ou seja, todas as amostras de todos os pontos), verificamos uma resposta inversa da diversidade a essas duas condições. Logo, sempre que aumenta a temperatura em um local, a tendência é a umidade diminuir, assim, onde temos temperaturas

mais altas e mais formigas (abundância e riqueza) são pontos onde a umidade tende a estar mais baixa, pois a água evapora mais rapidamente. Podemos ver isso em Guimarães et al. (2023), que observaram que no período noturno, quando as temperaturas são menores, devido à ausência de incidência solar, a umidade foi bem maior. Por outro lado, no período diurno, a temperatura foi mais alta e a umidade foi consideravelmente inferior. Nos períodos diurnos a intensidade solar tende a minimizar o efeito da brisa marítima, deixando os níveis de umidade baixos (GUIMARÃES et al., 2023). Isso ocorre porque a restinga é um ambiente aberto que permite altas taxas de incidência solar. E apesar do referido estudo ter avaliado as mudanças nas condições ambientais ao longo de 24 h, nosso trabalho demonstra que o mesmo padrão ocorre ao longo do ano. Além disso, tolerar altos níveis de umidade para as formigas pode não ser uma tarefa fácil. Algumas espécies do gênero *Camponotus* que vivem no Cerrado, por exemplo, possuem um padrão de atividade reduzido nos períodos de alta umidade e períodos chuvosos (YAMAMOTO & DEL-CLARO, 2008). Da mesma forma, outros gêneros podem apresentar esse mesmo padrão na restinga, que também é um ambiente aberto. Em geral, as formigas aumentam suas atividades nas horas mais quentes do dia, com redução nos períodos de alta umidade e durante as chuvas, sendo este um padrão comum a espécies de formigas diurnas nos trópicos (DEL-CLARO & OLIVEIRA, 1999; COGNI & FREITAS, 2002).

Este é o primeiro trabalho que investiga sazonalidade para assembleias de formigas de restinga. Esse pioneirismo nos trouxe alguns resultados interessantes. Como descobrir que apesar das restingas do Norte do Espírito Santo serem relativamente quentes o ano todo, a variação na temperatura e umidade ao longo do ano levam a respostas também sazonais da fauna de formigas. Portanto esse é um padrão semelhante a locais que apresentam climas mais amenos no inverno. Também foi observado que há espécies que só ocorrem no período seco e outras que só ocorrem no período chuvoso. Isso pode estar relacionado à redução da competição direta por meio da partição de nicho, que é conhecida como hipótese de ‘trade-off’ dominância-tolerância térmica (RETANA & CERDÁ, 2000; LESSARD et al., 2009). Espécies de formigas dominantes geralmente forrageiam quando as temperaturas são mais quentes, sendo assim, esse grupo pode não ocorrer em períodos mais amenos. Já as espécies subordinadas forrageiam em uma faixa mais ampla de temperaturas (LESSARD et al., 2009). Assim sendo, formigas dominantes aumentam sua atividade em temperaturas ambientais mais próximas de seu ótimo térmico e conseqüentemente espécies subordinadas tendem a não ocorrer nesses períodos mais quentes devido à competição e subordinação (GARCIA & ROBLEDO, 2018).

De modo geral, há uma necessidade urgente de ampliar os estudos sobre diversidade de formigas no Brasil, devido aos altos níveis de perda de habitat, fragmentação e degradação dos biomas (DIVIESO et al., 2020). Não sendo diferente na restinga que sofre com o acelerado processo de desmatamento devido à urbanização, especulação imobiliária e turismo (CARDOSO, 2009). Assim como, o Parque Estadual de Itaúnas, que vem sofrendo diferentes impactos ao longo dos anos, com incêndios que possivelmente são originados propositadamente por incendiários, em virtude de conflitos com o setor privado (TEBALDI et al., 2013). Além disso, outros fatores como a caça, turismo e o agronegócio influenciam diretamente na estruturação da vegetação, principalmente no entorno do parque. Esses impactos influenciam na estruturação da comunidade de formigas, pois certamente restringem a ocorrência de espécies mais exigentes e contribuem para o domínio de um pequeno número de espécies generalistas (MONTINE et al., 2014). Em vista disso, o conhecimento sobre diversidade e distribuição de formigas no Brasil é incompleto para boa parte do território nacional (DIVIESO et al., 2020). Sendo assim, para a conservação efetiva da biodiversidade é necessário o levantamento, monitoramento e análise das mudanças nos sistemas naturais das comunidades e populações (HEBERLING et al., 2021). Portanto, o presente estudo é de grande valor para a conservação da biodiversidade, pois busca reconhecer os fatores ambientais que modulam essas comunidades em um ambiente tão peculiar e adverso como a restinga.

6 CONCLUSÃO

Podemos afirmar que as comunidades de formigas de restinga seguem o padrão global de sazonalidade, embora esse ecossistema não tenha suas estações tão bem demarcadas, já que este ambiente é relativamente quente o ano todo. Portanto, as diferenças nas condições ambientais, principalmente na temperatura, moldam a composição da comunidade através das espécies dominantes que preferem temperaturas mais altas e por meio da competição podem restringir espécies subordinadas a forragearem em períodos mais amenos. Com isso, nosso trabalho colabora para o entendimento de como funciona a dinâmica das assembleias de formigas nesse ecossistema tão peculiar.

7 REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANTWEB. Versão 8.91.2 California Academy of Science. Disponível em: <<https://www.antweb.org/>>. Acessado em 09 mai. 2023.
- BACCARO, F. B. et al. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. **Manaus: Editora INPA**, v. 388, 2015.
- BARROW, L. & PARR, C. L. A preliminary investigation of temporal patterns in semiarid ant communities: variation with habitat type. **Austral Ecology**, v. 33, n. 5, p. 653-662, 2008.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. 4ª. **Edição. Porto Alegre, Artmed**, 2007.
- CARDOSO, D. C.; SOBRINHO, T. G.; SCHOEREDER, J. H. Ant community composition and its relationship with phytophysiognomies in a Brazilian Restinga. **Insectes Sociaux**, v. 57, p. 293-301, 2010.
- CARDOSO, D. C. Determinantes de comunidades de formigas em restinga, 2009.
- CARDOSO, D. C. & SCHOEREDER, J. H. Biotic and abiotic factors shaping ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in Brazilian coastal sand dunes: the case of Restinga in Santa Catarina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1443-1450, 2014.
- CASTILHO, G. A. et al. Diversidade de Formicidae (Hymenoptera) em um fragmento de floresta estacional semidecídua no noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, 2011.
- CERDÁ, X. & RETANA, J. Alternative strategies by thermophilic ants to cope with extreme heat: individual versus colony level traits. **Oikos**, v. 89, n. 1, p. 155-163, 2000.
- CHRISTIAN, K. A. & MORTON, S. R. Extreme thermophilia in a central Australian ant, *Melophorus bagoti*. **Physiological Zoology**, v. 65, n. 5, p. 885-905, 1992.
- COGNI, R. & FREITAS, A. V. L. The ant assemblage visiting extrafloral nectaries of *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae) in a mangrove forest in southeast Brazil (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 40, n. 2, p. 373-384, 2002.
- CORRÊA, M. M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I. R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 724-730, 2006.
- DEL TORO, I.; RIBBONS, R. R.; PELINI, S. L. The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). **Myrmecological News**, v. 17, n. 0, p. 133-46, 2012.
- DEL-CLARO, K. & OLIVEIRA, P. S. Ant-Homoptera Interactions in a Neotropical Savanna: The Honeydew-Producing Treehopper, *Guayaquila xiphias* (Membracidae), and its

Associated Ant Fauna on *Didymopanax vinosum* (Araliaceae) 1. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 135-144, 1999.

DIAS, G. T. M. & SILVA, C. G. Geologia de depósitos arenosos costeiros emersos-exemplos ao longo do litoral fluminense. **UFF, Simpósio sobre Restingas Brasileiras**, v. 1, p. 47-60, 1984.

DIVIESO, R. et al. How to prioritize areas for new ant surveys? Integrating historical data on species occurrence records and habitat loss. **Journal of Insect Conservation**, v. 24, n. 6, p. 901-911, 2020.

FEITOSA, R. S. M. & RIBEIRO, A. S. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de serapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira–São Paulo, Brasil. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 51-71, 2005.

FEITOSA, R. S. M. et al. Ants of Brazil: an overview based on 50 years of diversity studies. **Systematics and Biodiversity**, v. 20, n. 1, p. 2089268, 2022.

FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity & Conservation**, v. 7, n. 9, p. 1221-1244, 1998.

FRETWELL, S. D. **Populations in a seasonal environment**. Princeton, NJ: Princeton Univ. Pr, 1972.

GARCIA-ROBLEDO, C. et al. Lower thermal tolerance in nocturnal than in diurnal ants: a challenge for nocturnal ectotherms facing global warming. **Ecological Entomology**, v. 43, n. 2, p. 162-167, 2018.

GOMES, B. K.; DE OLIVEIRA, E. F.; DA CUNHA, W. L. Padrões da Diversidade de Formigas no Parque das Aves (Apucarana-PR). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 5, n. 3, 2012.

GOMES, E. C. F. et al. Ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in three different stages of forest regeneration in a fragment of Atlantic Forest in Sergipe, Brazil. **Sociobiology**, v. 61, n. 3, p. 250-257, 2014.

GUIMARÃES, P. H. et al. Under the sun or stars: how a dune ant (Hymenoptera: Formicidae) community is shaped along the day and night. **Austral Entomology**, 2023.

HEBERLING, J. M. et al. Data integration enables global biodiversity synthesis. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 6, p. e2018093118, 2021.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. **The ants** Belknap Press of Harvard University Press. **Cambridge, Massachusetts**, 1990.

HOLT, R. D. IJEE Soapbox: Habitats and seasons. **Israel Journal of Ecology & Evolution**, v. 54, n. 3-4, p. 279-285, 2008.

HOOD, W. G. & TSCHINKEL, W. R. Desiccation resistance in arboreal and terrestrial ants. **Physiological Entomology**, v. 15, n. 1, p. 23-35, 1990.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Proater: Conceição da Barra. 2022. Disponível em: < https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Conceicao_da_Barra.pdf >. Acesso em 03 dez. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII - Invertebrados. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. **Brasília**: ICMBio. p.195, 2018.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Notícia: No Dia Estadual da Floresta de Restinga, Iema ressalta a importância da preservação do bioma. 2022. Disponível em: < <https://iema.es.gov.br/Not%C3%ADcia/no-dia-estadual-da-floresta-de-restinga-iema-ressalta-a-importancia-da-preservacao-do-bioma> >. Acesso em: 06 dez. 2022.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Parque Estadual de Itaúnas. 2022. Disponível em: <<https://iema.es.gov.br/pei>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

ITAÚNAS. Natureza: Relevo. 2022. Disponível em: < <https://www.itaunas.org.br/relevo> >. Acesso em: 03 dez. 2022.

JENKINS, C. N. et al. Global diversity in light of climate change: the case of ants. **Diversity and Distributions**, v. 17, n. 4, p. 652-662, 2011.

KASPARI, M. A primer on ant ecology. Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. **Biological diversity handbook series. Smithsonian Institution Press. Washington DC**, p. 9-24, 2000.

KASPARI, M. et al. The phenology of a Neotropical ant assemblage: evidence for continuous and overlapping reproduction. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 50, n. 4, p. 382-390, 2001.

KASPARI, M. et al. Thermal adaptation generates a diversity of thermal limits in a rainforest ant community. **Global change biology**, v. 21, n. 3, p. 1092-1102, 2015.

KOEPPEN, W. Climatología. Fondo de Cult. **Economica, Mexico**, v. 478, 1948.

LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. Ant ecology at large. **Ecology**, 2010.

LENHART, P.; DASH, S. T.; MACKAY, W. P. A revision of the giant Amazonian ants of the genus *Dinoponera* (Hymenoptera, Formicidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 31, p. 119-164, 2013.

LESSARD, J.-P.; DUNN, R. R.; SANDERS, N. J. Temperature-mediated coexistence in temperate forest ant communities. **Insectes Sociaux**, v. 56, p. 149-156, 2009.

LEVINGS, S. C. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. **Ecological Monographs**, v. 53, n. 4, p. 435-455, 1983.

- LOPES, D. T. et al. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em três ambientes no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 100, p. 84-90, 2010.
- MARQUES, T. G. et al. Ant assemblage structure in a secondary tropical dry forest: the role of ecological succession and seasonality. **Sociobiology**, v. 64, n. 3, p. 261-275, 2017.
- MARTINS, L. et al. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, 2011.
- MONTINE, P. S. M. et al. Seasonality of epigaeic ant communities in a Brazilian Atlantic rainforest. **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 178-183, 2014.
- OLIVEIRA, M. A. et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, v. 61, p. 800-807, 2014.
- PACHECO, J. A. The new world thief ants of the genus *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae). **The University of Texas at El Paso**, 2007.
- PARR, C. L. & BISHOP, T. R. The response of ants to climate change. **Global change biology**, v. 28, n. 10, p. 3188-3205, 2022.
- PASSOS, L. & OLIVEIRA, P. S. Interactions between ants, fruits and seeds in a restinga forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 3, p. 261-270, 2003.
- QUEIROZ, A. C. M. et al. Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. **Biotropica**, 2022.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2023.
- RETANA, J. & CERDÁ, X. Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. **Oecologia**, v. 123, p. 436-444, 2000.
- RIBEIRO, V. S. Determinantes das comunidades de formigas em ambientes costeiros. 2016. 17 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - **Universidade Federal de Viçosa, Viçosa**. 2016.
- RIBAS, C. R. et al. Ants as indicators in Brazil: a review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. **Psyche**, v. 2012, 2012.
- ROCHA, W. O. et al. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de Degradação Ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 88-98, 2015.
- SANTOS, G. M. M.; DÁTTILO, W.; PRESLEY, S. J. The seasonal dynamic of ant-flower networks in a semi-arid tropical environment. **Ecological entomology**, v. 39, n. 6, p. 674-683, 2014.

- SANTOS, M. S. et al. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, p. 95-101, 2006.
- SCHMIDT, F. A. et al. Ant diversity studies in Brazil: an overview of the myrmecological research in a megadiverse country. **Insectes Sociaux**, p. 1-17, 2022.
- SHEIKH, A. H. et al. Ant pitfall trap sampling: An overview. **Journal of Entomological Research**, v. 42, n. 3, p. 421-436, 2018.
- SILVA, S. M. et al. Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Subsídios a um gerenciamento ambiental. ACIESP**, v. 3, p. 33-48, 1994.
- SZEWCZYK, T. & MCCAIN, C. M. A systematic review of global drivers of ant elevational diversity. **PloS one**, v. 11, n. 5, p. e0155404, 2016.
- TEBALDI, A. L. C. et al. Ações de prevenção e combate aos incêndios florestais nas unidades de conservação estaduais do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 538-549, 2013.
- TILMAN, D. & PACALA, S. The maintenance of species richness in plant communities. **Scanning Electron Microsc Meet at**, p. 13-25, 1993.
- VARGAS, A. B. et al. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 28-37, 2007.
- WEHNER, R.; MARSH, A. C.; WEHNER, S. Desert ants on a thermal tightrope. **Nature**, v. 357, p. 586-587, 1992.
- WILLIAMS, C. M. et al. Understanding evolutionary impacts of seasonality: an introduction to the symposium. **Integrative and comparative biology**, v. 57, n. 5, p. 921-933, 2017.
- YAMAMOTO, M. & DEL-CLARO, K. Natural history and foraging behavior of the carpenter ant *Camponotus sericeiventris* Guérin, 1838 (Formicinae, Camptonini) in the Brazilian tropical savanna. **Acta Ethologica**, v. 11, n. 2, p. 55-65, 2008.