



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

RAISSA NASCIMENTO DOS SANTOS

**DINÂMICA DA FAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM FUNÇÃO DA
SAZONALIDADE EM ÁREAS DE CAIXETAL NO PARQUE NATURAL
MUNICIPAL DE GERICINÓ - RJ**

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

RAISSA NASCIMENTO DOS SANTOS

**DINÂMICA DA FAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM FUNÇÃO DA
SAZONALIDADE EM ÁREAS DE CAIXETAL NO PARQUE NATURAL
MUNICIPAL DE GERGINÓ - RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

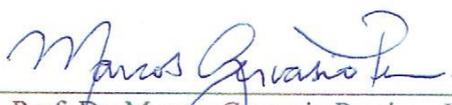
Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2018

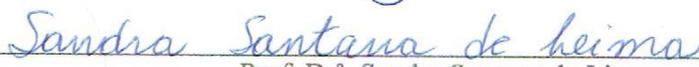
**DINÂMICA DA FAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM FUNÇÃO DA
SAZONALIDADE EM ÁREAS DE CAIXETAL NO PARQUE NATURAL
MUNICIPAL DE GERICINÓ - RJ**

RAISSA NASCIMENTO DOS SANTOS

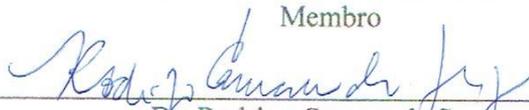
Monografia aprovada em 06 de novembro de 2018.
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Marcos Gervasio Pereira - UFRRJ
Orientador



Prof. Drª. Sandra Santana de Lima
Membro



Dr. Rodrigo Camara de Souza
Membro

As Universidades, com as devidas exceções, são templos doentios, que formam pessoas doentes para viver em uma sociedade doente. Preparam jovens para dizer amém para o sistema e não para repensá-lo. (Augusto Cury – O Vendedor de Sonhos II: A missão.)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre comigo, e pela pessoa de Jesus, a quem renderei louvores por toda a minha vida pela sua fidelidade durante a minha vida acadêmica.

A toda minha família, meus pais Luciene e Roberto, por terem me dado condições e incentivo de estudar e estarem sempre acreditando em mim; à minha avó Eunice por sempre ter me apoiado e à minha irmã Luana.

Agradeço ao meu namorado Wilbert por estar sempre ao meu lado, seja me apoiando, ajudando ou me dando bronca. Obrigada por ser um ombro amigo e por sempre estar disposto a me ajudar!

Aos meus gatos, Bilbo Baggins; Washington; Batata; Conceição e a todos os demais por sempre me aguardarem chegar em casa e por me fazer companhia sempre! E também à Mônica (*In Memoriam*); Martin (*In Memoriam*); Jenny (*In Memoriam*) e a todos os demais que já passaram e se sentiram amados por mim, meu muito obrigado por nossos tempos juntos!

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Instituto de Florestas por estarem realizando o curso de Engenharia Florestal.

Agradeço à Prefeitura de Nilópolis e ao Parque Natural Municipal de Gericinó pela autorização e disponibilização da área de estudo.

Ao professor Marcos Gervasio Pereira, por sua orientação e paciência, que mesmo me chamando de ansiosa me garantiu lições tanto na vida acadêmica como na vida pessoal. Agradeço também pela oportunidade de estagiar no Laboratório de Gênese e Classificação dos Solos (LGCS), espaço no qual me fez me sentir realizada dentro da Universidade.

Ao professor Marco Aurélio, pela oportunidade de fazermos um trabalho em conjunto, obrigada pelos ensinamentos desde 2010!

A toda a equipe do LGCS. Agradeço em especial ao Gilsonley e Sandra, por terem me acompanhado desde o início e por terem me ensinado tantas coisas.

Agradeço aos amigos que fiz durante minha graduação, pelos momentos de descontração e pelo grande companheirismo nesses quatro anos. Agradeço principalmente ao Paulo Victor, Mariana Ribeiro, Mateus Cerqueira, Suely e Alfredo, por todos nossos momentos juntos!

Agradeço também à Lorena e Diego por me aturarem há tanto tempo já, vocês são demais! Aos meus amigos do Girassol, Savana; Ana Caroline, Bruna e Karen por me garantirem tantas risadas, vocês também são demais!

RESUMO

A fauna do solo está interligada com diversos processos que ocorrem no solo: sua estruturação física, processos de decomposição de material vegetal, ciclagem de nutrientes e ciclos biológicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a atuação da fauna invertebrada do solo e sua dinâmica em áreas de predomínio de *Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC. (caixeta) e associar os principais componentes da fauna invertebrada do solo e sua relação com a sazonalidade climática no Parque Municipal Natural de Gericinó – RJ. Os tratamentos selecionados foram três áreas de ambiente interno (AI), onde há o predomínio da espécie *Tabebuia cassinoides* e oscilação do lençol freático sob o solo, e três áreas de ambiente externo (AE) paralelo a AI, onde a influência do lençol freático não ocorre de forma tão marcante. A amostragem da comunidade da fauna invertebrada foi realizada no período chuvoso (entre 31 de janeiro e 07 de fevereiro de 2018) e no período seco (entre 04 e 11 de agosto de 2018). Foram instaladas cinco armadilhas (em cada uma das três repetições por ambiente) do tipo “*pitfall*” para a captura da fauna, totalizando 30 armadilhas em cada período climático. Os índices de Shannon e Pielou, 2,42 e 0,65 respectivamente, apresentaram maiores valores no ambiente interno, no período seco. Os grupos Entomobryomorpha e Poduromorpha foram os mais representativos em ambos os ambientes e períodos. A maior abundância foi observada na área externa, devido às condições microclimáticas e de alagamento do ambiente interno, nos dois períodos. Os grupos Micrófago/Saprófago e Saprófago/Predador apresentaram os maiores valores de abundância em ambos os ambientes e períodos do ano. As características microclimáticas dos ambientes e a sazonalidade climática influenciaram na abundância e distribuição dos grupos funcionais da fauna invertebrada e índices ecológicos. A abundância da fauna invertebrada do solo no ambiente interno foi maior no período chuvoso do que em relação ao período seco, mesmo com a presença de lâmina d’água. O grupo dos Collembolas (Entomobryomorpha, Poduromorpha e Symphypleona) foi o que apresentou maior abundância em ambos ambientes, independente da sazonalidade.

Palavras chave: *Tabebuia cassinoides*, *Indicadores biológicos*, *hidromorfismo*.

ABSTRACT

The fauna of the soil is interconnected with several processes that occur in the soil, as well as its physical structure, acts on the processes of decomposition of plant material, helps in the cycling of nutrients and biological cycles. The objective of this study was to evaluate the performance of the invertebrate fauna of the soil and its dynamics in areas of predominance of *Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC. (caixeta) and to associate the main components of the invertebrate fauna of the soil and its relation with the climatic seasonality in the Natural Municipal Park of Gericinó - RJ. The selected treatments were: internal environment (AI) where there is the predominance of the species and oscillation of the groundwater under the soil and external environment (AE) parallel to the internal environment where the influence of the water table does not occur in such a remarkable way. Sampling of the invertebrate fauna community was carried out in two different moments, the first being performed between January 31 to February 7, 2018 (rainy season) and the second, between August 4 and 11, 2018 (dry season). Five pitfall traps (in each of three replicates per environment) were installed to capture the fauna, totaling 30 traps in each climatic period. The Shannon and Pielou index, 2.42 and 0.65 respectively, were better in the indoor environment in the dry period. The groups Entomobryomorpha and Poduromorpha were the most representative in both environments and periods. Due to the environmental conditions and flooding of the internal environment, the greatest abundance was quantified in the external area in both periods. The microphagous/saprophagous and saprophagous/predator groups were the most abundant in both environments during the year. The characteristics of the environments and climatic seasonality influence the abundance and distribution of the functional groups of invertebrate fauna and ecological indexes. The abundance of the invertebrate fauna of the soil in the internal environment was higher in the rainy season than in relation to the dry period, even with the presence of water depth. The Collembolas group (Entomobryomorpha, Poduromorpha and Symphypleona) presented the highest abundance in both environments, regardless of seasonality.

Keywords: *Tabebuia cassinoides*, *Biological indicators*, *hydromorphism*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 <i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.....	2
2.2 Fauna invertebrada do solo.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1 Descrição da área de estudo.....	4
3.2 Amostragem da fauna invertebrada do solo	6
3.3 Análises dos dados	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5. CONCLUSÕES	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação da fauna invertebrada do solo de acordo com a funcionalidade.	9
Tabela 2. Abundância (ind. arm ⁻¹ . dia ⁻¹), riqueza e índices ecológicos da fauna invertebrada do solo em ambiente interno (AI) e ambiente externo (AE) do Parque Natural Municipal de Gericinó. Onde: H' = (índice de diversidade de Shannon) e J = (índice de equitabilidade de Pielou).	10
Tabela 3. Abundância da comunidade da fauna invertebrada do solo no ambiente interno (AI) e ambiente externo (AE) durante os períodos chuvoso e seco no Parque Natural Municipal de Gericinó, RJ.	12
Tabela 4. Abundância (ind. arm ⁻¹ . dia ⁻¹) dos grupos funcionais da fauna invertebrada do solo no ambiente interno (AI) e ambiente externo (AE) do Parque Natural Municipal de Gericinó, durante os períodos chuvoso e seco. Onde: S/P: Saprófago/predador; M/S: Micrófago/saprófago; P: Predador; S: Saprófago e H: Herbívoro.	13
Tabela 5. Coordenadas dos eixos 1 e 2 em relação à abundância da fauna invertebrada do solo obtidos pelo N-MDS dos ambientes interno (AI) e externo (AE) nos períodos seco (sec) e chuvoso (chuv).	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Probabilidade diária de precipitação ao longo de um ano no município de Nilópolis.	4
Figura 2. Presença e ausência de lâmina d'água no ambiente interno de um caixetal, nos períodos chuvoso e seco de 2018 (A e B, respectivamente).	5
Figura 3. Ambiente externo apresentando cobertura herbácea com predominância de capim-rabo-de-burro a 20 metros do caixetal.	6
Figura 4. Croqui de localização das armadilhas no ambiente externo (AE) em relação ao ambiente interno (AI).	7
Figura 5. Armadilha pitfall devidamente instalada com sua abertura nivelada ao nível do solo, e coberta com prancha plástica.	8
Figura 6. Diagrama de ordenação da abundância da fauna invertebrada do solo pelo escalonamento multidimensional não-métrico (N-MDS).	14
Figura 7. Análise de componentes principais da abundância dos grupos funcionais e índices ecológicos. Legenda: Ambiente Interno (AI) e Ambiente Externo (AE). S/P: Saprófago predador; M/S: Micrófago saprófago; P: Predador; S: Saprófago; H: Herbívoro; Shan: Índice de diversidade de Shannon e J: Índice de equitabilidade de Pielou; chu: chuvoso.	15

1. INTRODUÇÃO

O número de espécies nativas ameaçadas de extinção é uma ameaça crescente ao longo dos anos no Brasil, e a situação parece se agravar no caso do bioma Mata Atlântica, que apresenta alta diversidade de espécies endêmicas, cujos remanescentes florestais equivalem a menos de 10% da sua extensão original (MYERS et al., 2000). A redução do tamanho das populações dessas espécies nativas ocorre principalmente devido a exploração ilegal de madeira, abertura de áreas para a agricultura e atividades florestais, além da expansão dos centros urbanos (ROCHA, 2011). Um exemplo dessas espécies é a *Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC. (caixeta), que apresenta um grande apelo econômico devido às características anatômicas e boa trabalhabilidade de sua madeira, cujos indivíduos se estabelecem em áreas de solo encharcado, devido a sua fisiologia adaptativa a este tipo de ambiente, e originam grandes formações florestais denominadas caixetais (RACHWAL e CURCIO, 2001).

O Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014) inclui a *Tabebuia cassinoides* no nível “em perigo (EN)” entre as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, proibindo, por este motivo, o seu manejo, corte, comercialização, beneficiamento e transporte. Nesse contexto, as unidades de conservação (UCs) de proteção integral podem contribuir para a proteção dessa espécie, seja em âmbito nacional ou regional. Os parques municipais estão inseridos nessa categoria de UC, cuja finalidade, além da proteção das espécies presentes dentro dos mesmos, inclui a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, bem como podem proporcionar atividades de educação, recreação e contato com a natureza (BRASIL, 2009).

Os bioindicadores são organismos cujas funções vitais estão relacionadas com as condições edafoclimáticas (KAPUSTA, 2008) e que são sensíveis a mudanças ambientais. Isto se deve ao fato de que tais organismos, que estão adaptados a condições específicas para sua sobrevivência, desempenham interações ecológicas por meio das quais respondem às alterações nas características físicas, químicas e estruturais do ecossistema em que estão inseridos (VASCONCELLOS et al., 2013). Esses bioindicadores são capazes de refletir o grau de degradação e/ou de recuperação de um ecossistema, sucessão ecológica, contaminação de um habitat e mudanças climáticas (GONÇALVES et al., 2014), por meio de alterações na abundância e riqueza das espécies presentes em um ecossistema, frente a impactos gerados por atividades antrópicas ou mudanças nas condições ecológicas (SILVEIRA et al., 2016).

Nesse contexto, os invertebrados possuem elevado potencial para atuar como bioindicadores (GRODSKY et al., 2015), e podem constituir um importante parâmetro para a avaliação da qualidade do solo (SPILLER et al., 2018). Ashford et al. (2013), afirmam que parte destes organismos, que constituem a comunidade da fauna do solo, está interligada com diversos processos edáficos, que incluem a estruturação física do solo, a decomposição de material vegetal, ciclagem de nutrientes e ciclos biológicos. Essa comunidade pode ainda ser influenciada por fatores abióticos, tais como temperatura, umidade e radiação solar, os quais variam conforme a sazonalidade, de modo a apresentar alterações na sua distribuição e composição, nos mais diferentes tipos de ambientes onde ocorrem (MANHÃES, 2011).

Apesar da fauna invertebrada do solo ser considerada como um potencial bioindicador ambiental, poucos estudos abordam esse contexto em ambientes alagados, como é o caso dos caixetais. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a atuação da fauna invertebrada do solo e sua dinâmica em áreas de predomínio de *Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC. (caixeta) e associar os principais componentes da fauna invertebrada do solo e sua relação com a sazonalidade climática no Parque Municipal Natural de Gericinó – RJ.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.

A espécie *Tabebuia cassinoides* (Bignoniaceae), que é popularmente conhecida como caixeta, é uma espécie arbórea nativa da Mata Atlântica, pioneira, semidecídua, heliófita e higrófila, cujo porte mediano geralmente atinge até 13 metros de altura, que pode ser encontrada desde a faixa litorânea de Santa Catarina até Pernambuco, e é característica de áreas alagadas ou úmidas (LORENZI, 2008; CARVALHO, 2003).

A caixeta apresenta melhor desenvolvimento em áreas que apresentam variação do lençol freático, e, por este motivo, ocupa áreas de solos orgânicos e solos hidromórficos, sendo que no estado do Rio de Janeiro esse tipo de ambiente encontra-se restrito a apenas de 2% de sua área original (CÂMARA, 1991; ZILLER, 1992; RACHWAL e CURCIO, 2001). Devido a isso, essa espécie tende a compor formações florestais chamadas de Florestas Paludosas ou “caixetais”, no qual nessas áreas a caixeta apresenta densidade superior a 89%, sendo baixa a diversidade de espécies lenhosas e alta a diversidade de epífitas (NOLASCO, 2000; CASTRO e SHIROTA, 2003). Os caixetais aparecem de forma descontínua e sua ocorrência restringe-se a áreas próximas ao litoral. Portanto, essa formação florestal representa um ambiente único e de extrema importância ambiental, onde estão disponíveis recursos hídricos, abrigo para a fauna e biodiversidade característica deste tipo de ambiente, além de apresentarem importância econômica, embora a exploração destas florestas naturais tenha ocorrido sob um cunho predatório (CASTRO, 2002).

A caixeta apresenta rápido crescimento, e sua madeira é leve e de fácil trabalhabilidade, cujas características fazem com que tal espécie seja ótima para a confecção de lápis, instrumentos musicais, brinquedos, artesanatos, pequenas caixas, dentre outros (BERNHARDT, 2003). Sua exploração começou no início do século XX, para a produção de artefatos musicais e tamancos, e em um segundo momento essa espécie passou a ser destinada à produção de lápis (DIEGUES e VIANA, 2000). Segundo Viana et al. (1996), a caixeta apresenta características favoráveis para seu manejo sustentável como sua dominância no espaço sob outras espécies; possui porte médio, o que favorece a colheita; sua madeira tem alto valor agregado e um dos principais fatores que é a sua alta capacidade de regeneração por brotação nas cepas.

Entre as décadas de 50 e 60, a madeira da caixeta era a única utilizada na fabricação de lápis no país (CASTRO, 2002). No início dos anos 70, o uso da madeira da caixeta começou a declinar devido ao aumento da demanda interna e externa de lápis, fazendo com que a madeira de *Pinus*, devido a sua facilidade de aquisição, começasse a ser mais utilizada (NOLASCO, 2000). Devido à exploração desenfreada da caixeta, muitas de suas populações já desapareceram ou apresentam-se abandonadas devido à baixa produtividade (SEBBENN et al., 2001). Atualmente, a caixeta se encontra na lista das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e somente o estado de São Paulo apresenta legislação regulamentando o seu manejo (MARTINELLI e MORAES, 2013).

Dentro do regime de Unidades de Conservação (UCs) no estado do Rio de Janeiro, há ocorrência da caixeta no Parque Estadual da Costa do Sol, Parque Estadual da Pedra Selada, Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Macacu, Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba, Área de Proteção Ambiental de Maricá, Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Área de Proteção Ambiental de Tamoios, Área de Proteção Ambiental do Alto Iguçu, Parque Estadual de Ilha Grande e Reserva Ecológica Estadual de Juatinga (REEJ) (MAURENZA et al., 2018). Vale ressaltar que na REEJ, que fica situada em Paraty, no sul do

estado, ainda é possível encontrar manejo da caixeta pela população local (DIAS e SEIXAS, 2017).

2.2 Fauna invertebrada do solo

O solo, além de ser o substrato para o crescimento das plantas e produção de alimentos, é considerado um dos mais complexos habitats do planeta no qual diversos organismos vivem e desempenham papéis vitais para a manutenção e qualidade do solo, abrangendo a relação com as teias tróficas, cuja base estão as raízes, a serapilheira e a matéria orgânica do solo (STORK e EGGLETON, 1992; PARRON et al., 2015). A serapilheira constitui um ambiente adequado para a presença desses organismos, pois o microambiente encontrado aqui pela fauna edáfica apresenta menores oscilações de temperatura, maior teor de umidade, abrigo contra alguns predadores e alimento, o que garante a sua sobrevivência (BASSET, 1996).

A estruturação da fauna edáfica no solo se dá principalmente a partir da sazonalidade, que regula principalmente a temperatura e a umidade do solo (ROSSI e BLANCHART, 2005), disponibilidade e qualidade de recursos alimentares. Por meio das transformações biogeoquímicas, é possível notar a importância da diversidade biológica para o solo, no qual tais organismos, através da fragmentação do material vegetal garantem a ciclagem de nutrientes, além de estimularem a comunidade microbiana ali presente (CORREIA e ANDRADE, 2008). Essa interação entre a fauna do solo, microrganismos e plantas é responsável por modificar funcionalmente e estruturalmente o sistema de solo, exercendo uma regulação sobre os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (LAVELLE, 1996).

Os invertebrados do solo podem ser classificados de inúmeras formas, a partir do hábito alimentar, forma de locomoção, local onde se encontram no solo, entre outras. A mais utilizada é a classificação pelo diâmetro corporal dos organismos e como eles interagem no habitat, sendo constituída de três divisões: Microfauna, que engloba os organismos com 4 – 100 μm , e que inclui os nematóides; Mesofauna, entre 100 μm - 2 mm, grupo este que já consegue superar a tensão superficial da água nas partículas do solo, mas não é grande o suficiente para obstruir a estrutura do solo em seus movimentos através dos poros do solo; e Macrofauna, entre 2 – 20 mm, que consiste em espécies relativamente grandes e que conseguem modificar pequenas estruturas do solo, por sua escavação e alimentação (SWIFT et al., 1979; STORK e EGGLETON, 1992).

A microfauna atua na disponibilidade de nutrientes alimentando-se da microflora e partículas orgânicas. São essencialmente aquáticos estando presentes nos poros do solo, onde há acúmulo de água. Sua abundância no solo está interligada com a disponibilidade de alimentos e umidade do solo e da serapilheira (TOLEDO, 2003). A mesofauna inclui os grupos Acari, Collembola, pequenos indivíduos de Diplopoda, Diplura, algumas larvas e insetos adultos (STORK e EGGLETON, 1992; ALMEIDA et al., 2013), sendo que a maior parte deles pode utilizar a serapilheira como recurso alimentar, mas sua contribuição na fragmentação dos resíduos de plantas é pequena, desempenhando um papel maior na regulação da população microbiana (TOLEDO, 2003). Segundo Lavelle et al. (2016), alguns organismos pertencentes à macrofauna, tais como minhocas, cupins e formigas, atuam como engenheiros do ecossistema, pois afetam a disponibilidade de recursos provenientes do solo e sua distribuição espacial, atuando em processos biogeoquímicos, como também criando condições para a sobrevivência de outros organismos, devido à construção de galerias e estruturas biogênicas. A macrofauna é o principal agente de fragmentação e redistribuição dos

resíduos de plantas no solo. Suas atividades incluem decomposição de serapilheira e aumento de substratos para atividade microbiana nas camadas superficiais do solo (TOLEDO, 2003).

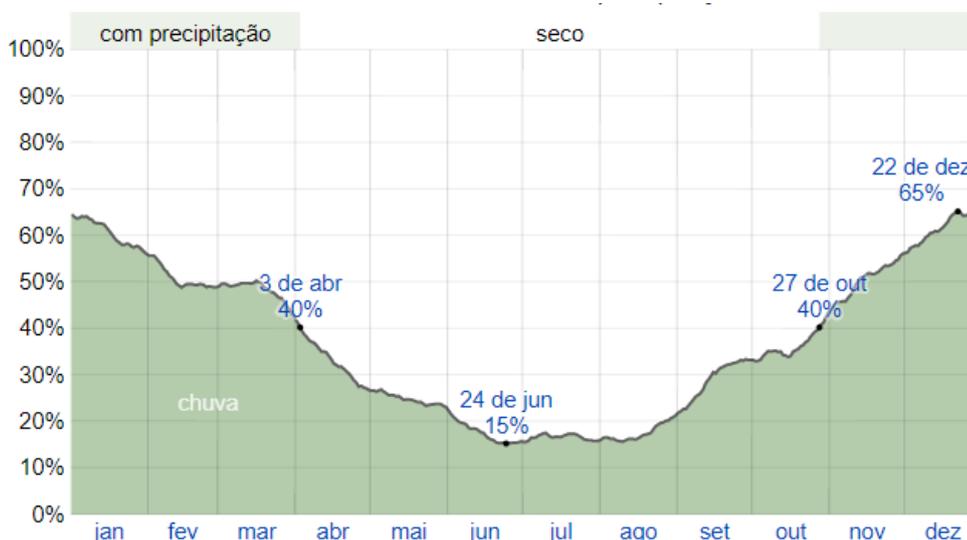
Diante de alterações no solo ou processos de degradação, a fauna edáfica responde de forma sensível a essas modificações podendo desaparecer, ou passar por diminuição de sua população e diversidade da comunidade (LAVELLE, 1996). Diante disso, é importante investigar as funções que a fauna edáfica desempenha nesse ecossistema, devido à sua participação na decomposição de serapilheira e, conseqüentemente, na ciclagem de nutrientes e no ciclo carbono no solo (GIEBELMAN et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Natural Municipal de Gericinó (PNMG), que está localizado entre as coordenadas geográficas 22° 49' 6.532" de latitude Sul e 43° 25' 55.448" de longitude Oeste, distante cerca de 1 km da Área de Proteção Ambiental (APA) do maciço Gericinó-Mendanha, no município de Nilópolis, Rio de Janeiro, Brasil.. Sua área total é de aproximadamente 77 hectares (INEA, 2018).

A região possui um clima tropical subúmido, com temperatura média anual de 23,4°C e precipitação média de 1,290 mm (Figura 1), segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), sendo classificado como Aw segundo Köppen.



Fonte: <https://weatherspark.com>

Figura 1. Probabilidade diária de precipitação ao longo de um ano no município de Nilópolis.

O parque se encontra em sua grade parte em áreas de baixadas (cotas de 13 a 47 metros) com predominância de PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS (SOMADS, 2011). O parque apresenta um dreno de característica intermitente, no qual ao longo do seu leito desenvolvem-se núcleos de caixetas (caixetais). Devido a essa característica, as regiões

internas aos caixetais apresentam lâmina d'água no período chuvoso (Figura 2A) e ausência do mesmo no período seco (Figura 2B).



Figura 2. Presença e ausência de lâmina d'água no ambiente interno de um caixetal, nos períodos chuvoso e seco de 2018 (A e B, respectivamente).

Nesse contexto, foram selecionadas três áreas de caixetais para se conduzir o estudo em diferentes períodos do ano. Essas áreas perfizeram três repetições e foram caracterizadas como tratamento “Ambiente interno” (AI). Os dados obtidos nessas áreas foram comparados a três regiões paralelas a 20 m de distância dos mesmos, que constituíram o tratamento “Ambiente Externo” (AE). Essas regiões paralelas aos caixetais apresentam cobertura herbácea com predominância de capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) (Figura 3).

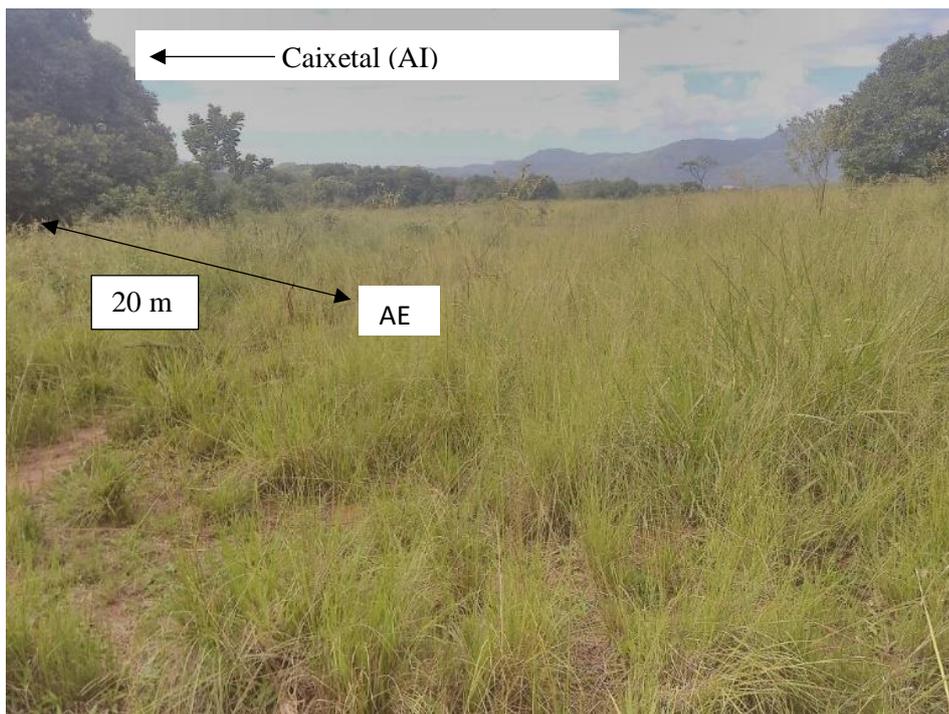


Figura 3. Ambiente externo apresentando cobertura herbácea com predominância de capim-rabo-de-burro a 20 metros do caixetal.

3.2 Amostragem da fauna invertebrada do solo

A amostragem da comunidade da fauna invertebrada foi realizada em dois períodos diferentes: chuvoso (entre os dias 31 de janeiro e 07 de fevereiro de 2018) e seco (entre os dias 04 e 11 de agosto de 2018).

Para a captura da fauna, foram utilizadas armadilhas do tipo *pitfall*, as quais foram constituídas de recipientes plásticos e cilíndricos com aproximadamente 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura, com capacidade volumétrica de 750 mL, e preenchidos com solução conservante de formaldeído 4% (MOLDENKE et al., 1994). Uma prancha plástica sustentada por estacas de madeira foi alocada sobre cada armadilha, a fim de evitar a diluição e/ou o transbordamento da solução conservante após a chuva (AQUINO et al., 2006). Em cada período foram instaladas 15 armadilhas *pitfalls* por ambiente (AI e AE), totalizando 30 armadilhas por período e 60 armadilhas somando o período chuvoso com o seco.

Devido à sazonalidade do lençol freático no ambiente interno (AI), as armadilhas foram instaladas de forma aleatória nos pequenos montículos que as raízes das caixetas formam, buscando sempre o centro do ambiente com o intuito de evitar-se o efeito de borda (Figura 4).

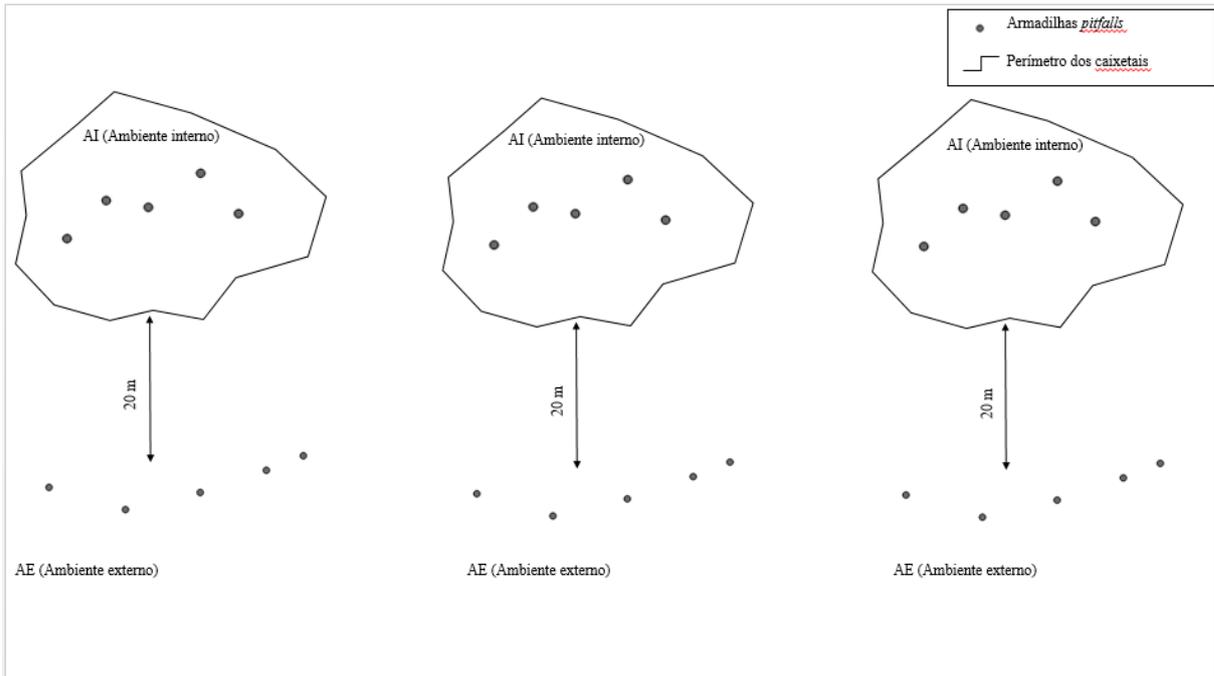


Figura 4. Croqui de localização das armadilhas no ambiente externo (AE) em relação ao ambiente interno (AI).

A instalação das armadilhas foi feita em pequenos orifícios no solo, que foram abertos com o auxílio de uma cavadeira. As armadilhas foram enterradas até que suas aberturas estivessem niveladas com a superfície do solo (Figura 5), e permaneceram nas áreas por sete dias consecutivos e, após esse período, foram retiradas do solo e encaminhadas ao laboratório.



Figura 5. Armadilha *pitfall* devidamente instalada com sua abertura nivelada ao nível do solo, e coberta com prancha plástica.

A identificação dos organismos da fauna foi realizada com o auxílio de lupa binocular, e os indivíduos foram classificados em grandes grupos taxonômicos (classe, ordem, família). Esses grupos foram classificados em grupos funcionais ou guildas tróficas: predadores, saprófagos, herbívoros, micrófago/saprófago e saprófago/predador (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação da fauna invertebrada do solo de acordo com a funcionalidade.

Grupos Funcionais	Grupos taxonômicos
Predador	Aranea, Chilopoda, Hymenoptera, Opilionidae
Saprófago	Blattaria, Enchytraeidae, Isopoda, Psocoptera, Diplopoda, Thysanura
Herbívoro	Auchenorrhyncha, Diptera, Heteroptera, Orthoptera, Sternorrhyncha
Micrófago/saprófago	Entomobryomorpha, Poduromorpha, Symphypleona
Saprófago/predador	Acari, Coleoptera, Formicidae, Isoptera, Larva de Coleoptera, Larva de Diptera, Larva de Lepidoptera, Thysanoptera

Fonte: Adaptado de CSIRO (1991).

3.3 Análises dos dados

Foram calculados os valores de abundância ($\text{ind. arm}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$), riqueza (número de grupos taxonômicos) e os índices de diversidade de Shannon (SHANNON e WEAVER, 1963) e de equitabilidade de Pielou (PIELOU, 1966) para cada ambiente, em cada período climático. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5%, para comparação entre ambientes, no mesmo período, e entre épocas de coleta, no mesmo ambiente.

O índice de diversidade de Shannon (H') foi quantificado conforme a equação 1. Já o índice de equitabilidade de Pielou (J) foi quantificado conforme a equação 2.

$$H = -\sum pi \times \log pi \quad (1)$$

$$J = H' / \log S \quad (2)$$

em que $pi = ni/N$; ni = valor de importância de cada espécie ou grupo taxonômico; N = total dos valores de importância; S = Número de espécies ou grupos taxonômicos.

Foi realizada a análise fatorial para grupos funcionais, sendo aplicado o teste de Bonferroni para comparar as médias entre os tratamentos.

O grau de similaridade entre os ambientes, dentro de cada período climático, foi testado por meio do escalonamento multidimensional não-métrico (N-MDS). Como medida de distância foi utilizada a Bray-Curtis. Para tanto, considerou-se os valores de abundância da fauna invertebrada do solo foi ordenada no espaço multidimensional da matriz, utilizando o programa estatístico PAST 3.0 (HAMMER et al., 2001).

Para verificar as relações entre a abundância dos grupos funcionais, os valores dos índices ecológicos e os ambientes nos diferentes períodos, foi realizada a análise de

componentes principais (ACP) (PEARSON, 1901), utilizando o programa estatístico PAST 3.0 (HAMMER et al., 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ambiente interno (AI) foram verificados valores significativamente menores de abundância, em ambos os períodos chuvoso e seco, e de riqueza no período chuvoso, quando comparado ao ambiente externo (AE) (Tabela 2). Já os índices ecológicos de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou apresentaram valores significativamente maiores no AI, no período seco. Os maiores valores destes índices no AI foram o reflexo da menor dominância de poucos grupos sobre outros (MENEZES et al., 2009). Estes resultados demonstraram que houve o efeito da sazonalidade climática e das condições microclimáticas sobre a estrutura da comunidade da fauna do solo.

Não foi verificada diferenças significativas entre os ambientes com relação à riqueza, no período seco, e com relação aos índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou, no período chuvoso (Tabela 2).

Tabela 2. Abundância (ind. arm⁻¹. dia⁻¹), riqueza e índices ecológicos da comunidade da fauna invertebrada do solo em ambiente interno (AI) e ambiente externo (AE), do Parque Natural Municipal de Gericinó. Onde: H' = (índice de diversidade de Shannon) e J = (índice de equitabilidade de Pielou).

Tratamento	Abundância	Riqueza	H'	J
Período chuvoso				
AI	6,55 b	7,27 b	2,54 a	0,67 a
AE	26,94 a	9,45 a	2,46 a	0,61 a
Período seco				
AI	4,48 b	7,10 a	2,42 a	0,65 a
AE	8,68 a	7,08 a	2,07 b	0,57 b

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre si ($p < 0,05$), pela ANOVA.

O menor valor de abundância em AI (Tabela 2) pode ter indicado que poucos grupos taxonômicos da fauna do solo estão adaptados às condições de alta umidade dentro da área de caixetal, onde verifica-se uma lâmina d'água no período chuvoso.

Verificou-se a tendência à diminuição da abundância da fauna invertebrada na comparação entre o período chuvoso e o seco. Silva et al. (2013), estudando a fauna edáfica em uma área periodicamente inundável na restinga de Marambaia – RJ com a metodologia do funil de Berlese, também encontraram menor abundância de indivíduos no período seco. O aumento da complexidade de um ambiente propicia menor luminosidade e maior umidade no interior do mesmo, sendo assim, a umidade está relacionada diretamente com a presença da fauna, sendo que a redução do teor de umidade pode afetar a fisiologia, longevidade, desenvolvimento e comprometer seu número e sua distribuição (GULLAN e CRANSTON, 2007).

O ambiente interno apesar de apresentar lâmina d'água e ter proporcionado a menor abundância no período chuvoso, quando comparado ao período seco, apresenta maior valor de abundância (Tabela 2), isso possivelmente demonstra que alguns grupos da fauna são mais adaptados a condições de alta umidade dentro da área de caixetal. Alguns grupos da fauna são

mais sensíveis do que outros em resposta a modificações e práticas de manejo do solo e condições climáticas, que fornecem ambientes favoráveis ou não à sobrevivência destes organismos (BARTZ et al., 2014).

Os organismos da fauna invertebrada do solo foram distribuídos em 27 grupos taxonômicos (Tabela 3). Alguns grupos taxonômicos foram capturados apenas no período chuvoso, como Blattaria, Isoptera, Oligochaeta e Thysanura, enquanto outros foram amostrados apenas no período seco, como Chilopoda, Opilionidae, Larva de Diptera e Psocoptera. Silva et al. (2012) verificaram que muitos grupos da fauna invertebrada do solo são influenciados pelas alterações ambientais.

No período chuvoso, Poduromorpha, Entomobryomorpha, Symphypleona, Diptera e Formicidae foram os grupos taxonômicos predominantes no AI, cujo somatório representou 88,21% da comunidade da fauna do solo amostrada (Tabela 3). No AE, os grupos Entomobryomorpha, Poduromorpha, Symphypleona, Acari e Formicidae representaram 94,68% da fauna amostrada. Esses mesmos grupos com exceção de Acari, foram os predominantes em um estudo conduzido em áreas de floresta de restinga periodicamente inundáveis (SILVA et al., 2013).

Tabela 3. Abundância dos grupos taxonômicos da comunidade da fauna invertebrada do solo no ambiente interno (AI) e ambiente externo (AE), durante os períodos chuvoso e seco, no Parque Natural Municipal de Gericinó, RJ.

Grupos	AI	AE	AI	AE
	Período chuvoso		Período Seco	
Acari	0,23± 0,08	4,24± 1,02	0,35± 0,14	2,78± 0,57
Araneae	0,19± 0,07	0,20± 0,06	0,24± 0,08	0,15± 0,04
Auchenorrhyncha	-	0,21± 0,08	0,01± 0,01	0,03± 0,01
Blattaria	0,01± 0,01	-	-	-
Chilopoda	-	-	-	0,01± 0,01
Coleoptera	0,10± 0,05	0,19± 0,04	0,16± 0,06	0,08± 0,03
Diplopoda	-	0,22± 0,08	-	0,02± 0,01
Diptera	0,36± 0,14	0,42± 0,12	0,06± 0,03	0,15± 0,06
Enchytraeidae	0,03± 0,02	-	0,01± 0,01	-
Entomobryomorpha	1,63± 0,40	8,73± 1,74	2,37± 0,47	4,37± 0,08
Formicidae	0,64± 0,20	1,92± 0,40	0,14± 0,06	1,31± 0,30
Heteroptera	-	0,03± 0,02	-	0,02± 0,01
Hymenoptera	0,04± 0,03	0,07± 0,02	0,07± 0,04	0,23± 0,03
Isopoda	0,05± 0,03	0,01± 0,01	-	0,10± 0,03
Isoptera	-	0,01± 0,01	-	-
Larva de Coleoptera	0,03± 0,02	0,01± 0,01	0,06± 0,03	-
Larva de Diptera	-	-	0,13± 0,10	0,01± 0,01
Larva de Lepidoptera	0,01± 0,01	0,01± 0,01	-	0,02± 0,01
Oligochaeta	0,01± 0,01	0,01± 0,01	-	-
Opilionidae	-	-	0,03± 0,02	0,01± 0,01
Orthoptera	0,03± 0,02	0,10± 0,03	0,04± 0,04	0,04± 0,02
Poduromorpha	2,32± 0,67	6,87± 2,23	0,42± 0,16	3,10± 1,19
Psocoptera	-	-	-	0,01± 0,01
Sternorrhyncha	0,04± 0,03	0,19± 0,03	0,04± 0,03	0,01± 0,01
Symphyleona	0,82± 0,41	10,74± 1,99	0,26± 0,18	0,13± 0,06
Thysanoptera	0,01± 0,01	0,14± 0,03	0,01± 0,01	0,01± 0,01
Thysanura	-	0,10± 0,01	-	-

No período seco, 81,63% da fauna no AI foi representada pelos grupos Poduromorpha, Entomobryomorpha, Symphyleona, Acari e Araneae, enquanto que 91,90% da comunidade amostrada no AE pertenceu aos grupos Poduromorpha, Entomobryomorpha, Formicidae e Acari (Tabela 3). Acredita-se que a elevada abundância de Araneae no AI nesse período climático tenha sido decorrente do fato de que, de acordo com Varjão et al. (2010), as aranhas se abrigam na camada de serapilheira para se proteger contra altas temperaturas, padrão este que não é observado no período chuvoso.

Os indivíduos da subclasse Oligochaeta, os quais são popularmente conhecidos como minhocas, e os representantes de Enchytraeidae foram encontrados apenas no período chuvoso (em ambos os ambientes e em AI, respectivamente), embora o método de pitfalls não seja o adequado para a coleta desses grupos. (Tabela 3). Este padrão possivelmente se deveu ao fato do lençol freático estar mais superficial neste período, fazendo com que os indivíduos

permanecessem mais próximos à superfície do solo. Os Enchytraeidae desempenham papel tão importante quanto as minhocas na atividade do solo, porém em escalas diferentes, devido ao seu tamanho menor na comparação com estas (VAN VLIET et al., 1993). Segundo Schmelz et al. (2013), os Enchytraeidae vivem entre os 10 primeiros centímetros do solo e são fortemente interligados com a decomposição de material vegetal, além de ocorrerem em áreas de solos úmidos e com altos teores de matéria orgânica.

Notou-se a maior abundância de determinados grupos como Acari, Araneae e Coleoptera no período seco, em comparação com o período chuvoso, no AI (Tabela 3). Esse aumento de abundância pode ser explicado a partir das características do ambiente interno como oscilação do lençol freático em relação à sazonalidade que podem influenciar na ausência quanto presença e abundância desses grupos.

De uma maneira geral, o grupo funcional de Micrófago/Saprófago (M/S) apresentou valores de abundância significativamente maiores, independentemente do ambiente e do período climático, na comparação com os demais grupos funcionais (Tabela 4). Este grupo funcional foi representado por indivíduos pertencentes aos grupos taxonômicos Entomobryomorpha, Poduromorpha e Symphypleona, que pertencem à superordem Collembola. Segundo Oliveira Filho e Baretta (2016), a variação na abundância desses grupos em geral está relacionada com fatores ecológicos, pois sua abundância é maior durante o período chuvoso e diminui no período seco.

Tabela 4. Abundância (ind. arm⁻¹. dia⁻¹) dos grupos funcionais da fauna invertebrada do solo no ambiente interno (AI) e ambiente externo (AE) do Parque Natural Municipal de Gericinó, durante o período chuvoso e seco. Onde: S/P: Saprófago/predador; M/S: Micrófago/saprófago; P: Predador; S: Saprófago e H: Herbívoro.

Grupo funcional	AI		AE	
	Período chuvoso		Período seco	
S/P	1,02 ± 0,36 Bb	6,53 ± 2,02 Ba	0,72 ± 0,30 Bb	4,21 ± 1,22 Aa
M/S	4,77 ± 1,48 Ab	26,35 ± 7,95 Aa	3,05 ± 0,81 Aa	7,59 ± 2,74 Aa
P	0,23 ± 0,09 Ba	0,27 ± 0,11 Ba	0,34 ± 0,14 Ba	0,40 ± 0,11 Ba
S	0,1 ± 0,07 Ba	0,24 ± 0,12 Ba	0,10 ± 0,20 Ba	0,13 ± 0,07 Ba
H	0,43 ± 0,19 Ba	0,95 ± 0,38 Ba	0,15 ± 0,10 Ba	0,24 ± 0,15 Ba

Valores seguidos de letras minúsculas iguais na linha (na comparação entre os ambientes, dentro do mesmo período), não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$), pela ANOVA. Valores seguidos de letras maiúsculas iguais na coluna (na comparação entre os grupos funcionais, dentro do mesmo ambiente e período), não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste Bonferroni.

O escalonamento multidimensional não-métrico (N-MDS), demonstrou que os dois eixos explicaram 81% da variabilidade total dos dados do diagrama de ordenação em função da abundância da fauna invertebrada do solo, sendo 63% e 18% para o eixo 1 e 2 respectivamente (Figura 6).

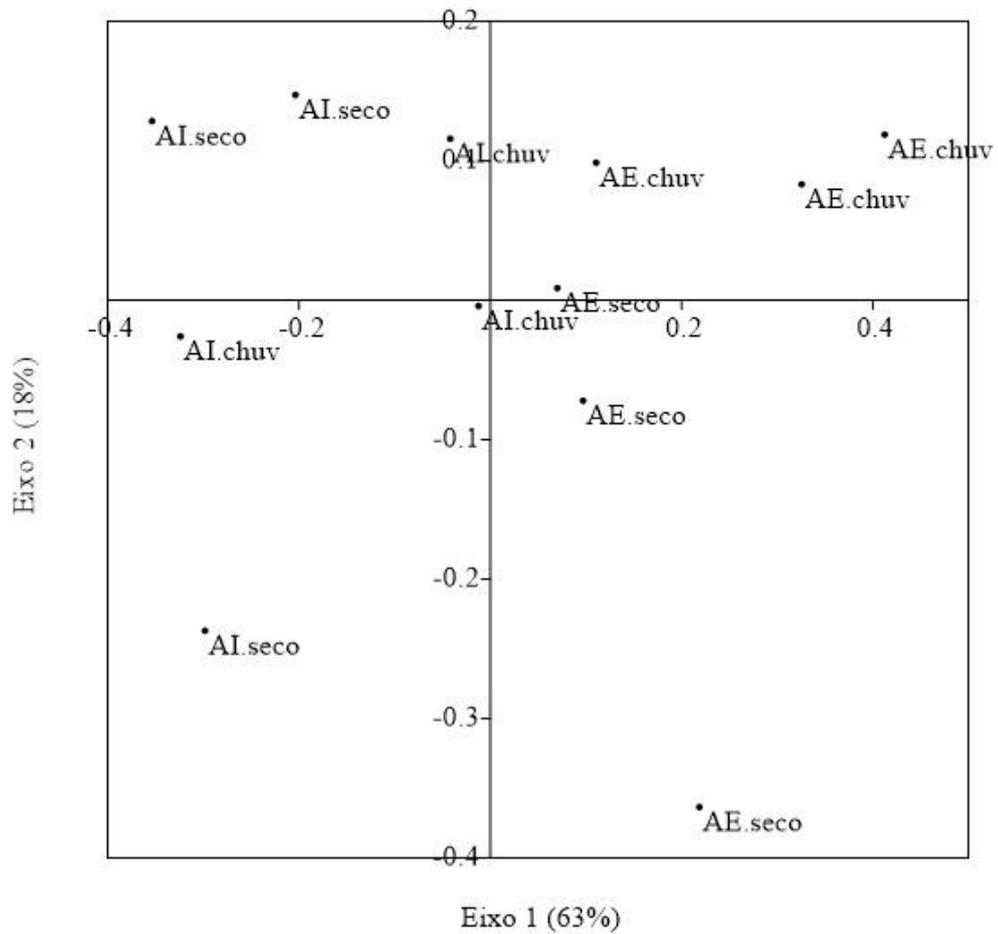


Figura 6. Diagrama de ordenação da abundância da fauna invertebrada do solo pelo escalonamento multidimensional não-métrico (N-MDS).

Observa-se que houve pouca variação dos dados tanto entre as repetições como em função da sazonalidade climática no ambiente interno (Figura 6). Essa maior similaridade foi mais expressiva no eixo 1 (Tabela 5), onde pode-se notar que não houve diferença significativa entre os ambientes internos nos diferentes períodos de estudo.

Tabela 5. Coordenadas dos eixos 1 e 2 obtidos pelo N-MDS em relação à abundância da fauna invertebrada do solo dos ambientes interno (AI) e externo (AE), nos períodos seco (sec) e chuvoso (chuv).

Tratamento	Eixo 1	Eixo 2
AI chuv	-0,13± 0,09 c	0,03± 0,04 a
AE chuv	0,28± 0,08 a	0,10± 0,01 a
AI sec	-0,28± 0,04 c	0,01± 0,12 a
AE sec	0,13± 0,04 b	-0,14± 0,11 a

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si ($p < 0,05$), pela Bonferroni.

Já no eixo 2, não houve diferença significativas entre os ambientes, (Tabela 5) que pode ser explicado pela menor variação do eixo.

Esses resultados evidenciaram um maior equilíbrio no ambiente interno, demonstrando seu bom estado de preservação, corroborando os resultados obtidos pela análise de componentes principais (Figura 7), onde os índices de Shannon e Pielou apresentaram uma maior correlação com o ambiente interno, indicando que este se encontra em maior equilíbrio microclimático ao longo do ano.

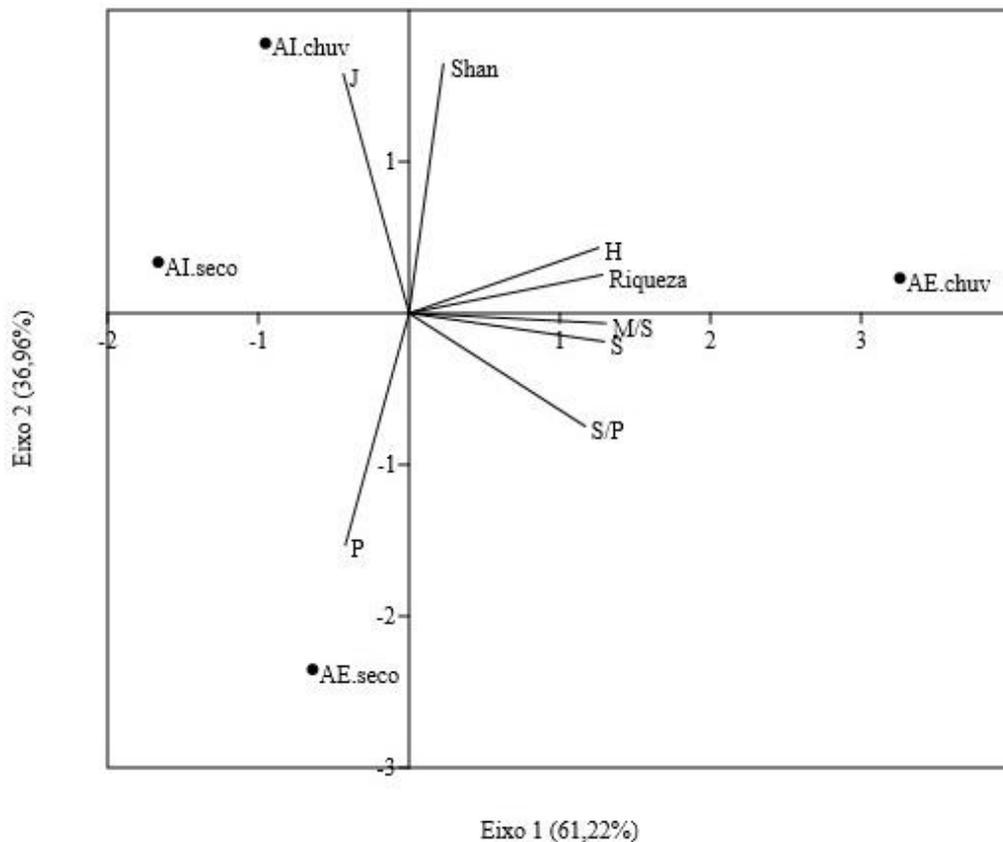


Figura 7. Análise de componentes principais da abundância dos grupos funcionais e índices ecológicos. Legenda: Ambiente Interno (AI) e Ambiente Externo (AE). S/P: Saprófago predador; M/S: Micrófago saprófago; P: Predador; S: Saprófago; H: Herbívoro; Shan: Índice de diversidade de Shannon e J: Índice de equitabilidade de Pielou; chu: chuvoso.

Na análise de componentes principais, a abundância dos grupos funcionais e índices ecológicos (variáveis) foram divididas em dois eixos (61,22% para o eixo 1 e 36,96% para o eixo 2), o que explicou 98,18% da variabilidade total entre o ambiente interno e ambiente externo, em relação a sazonalidade (Figura 7).

Ao longo do eixo 2 (eixo principal), verificou-se a separação do ambiente interno (chuvoso e seco) e ambiente externo (chuvoso) do ambiente externo (seco), que ficou isolado (Figura 6). Este padrão evidenciou que as características dos ambientes e a sazonalidade climática influenciaram na distribuição dos grupos funcionais da fauna invertebrada e nos índices de Shannon e Pielou.

Os índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou tiveram uma maior correlação com o ambiente interno no período chuvoso e nenhuma variável estudada teve correlação com o ambiente interno no período seco (Figura 7).

Para abundância dos grupos funcionais M/S, S/P, S e H e riqueza verificou-se uma maior correlação com o ambiente externo no período chuvoso, enquanto que no mesmo ambiente no período seco a associação foi maior com o grupo funcional P (Figura 7).

O grupo predador (P) apresentou correlação negativa em relação às demais variáveis, o que implica em dizer que são inversamente proporcionais, pois à medida que os predadores se sobressaem em um ambiente, a abundância dos demais grupos tende a diminuir, mostrando a interação ecológica interespecífica entre as populações de presas e predadores (CABREIRA, 2016).

Segundo Silva et al. (2013), as variações ambientais existentes entre os períodos climáticos, além das condições da umidade do solo nas áreas alagadas, influenciam nos grupos da fauna invertebrada do solo e são responsáveis pela menor ou maior correlação dos mesmos em relação a uma área, em determinado período do ano.

5. CONCLUSÕES

A abundância da fauna invertebrada do solo no ambiente interno foi maior no período chuvoso do que em relação ao período seco, mesmo com a presença da lâmina d'água no interior do caixetal.

O grupo dos Collembolas (Entomobryomorpha, Poduromorpha e Symphypleona) foi o que apresentou maior abundância em ambos ambientes, independente da sazonalidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. A. X.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. Composição e sazonalidade da mesofauna edáfica do solo do semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.4, p.214-222, 2013.

AQUINO, A. M. de; MENEZES-AGUIAR, E. de L.; QUEIROZ, J. M. de. **Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (Pitfall Traps)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 8 p. (Embrapa Agrobiologia, Circular técnica, 18).

ASHFORD O. S.; FOSTER, W. A.; TURNER, B. L.; SAYER, E. J.; SUTCLIFFE, L.; TANNER, E. V. J. Litter manipulation and the soil arthropod community in a lowland tropical Rainforest. **Soil Biology & Biochemistry**, v.62, p.5-12, 2013.

BARTZ, M. L.C.; BROWN, G. G.; ORSO, R.; MAFRA, A. L.; BARETTA, D. The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. *Revista Ciência Agronômica* 45, 880-887, 2014.

BASSET, Y. The seasonality of arboreal arthropods foraging within an australian rainforest tree. *Ecological Entomology*, v.16, p.265-278, 1996.

BERNHARDT, R. **Análise qualitativa e quantitativa do crescimento da caxeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. – em florestas manejadas, no Município de Iguape/SP** [Dissertação], Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003, 61p.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção”.

CABREIRA, W. V. Fauna epígea associada à decomposição da serapilheira de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica [Monografia], Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016, 32p.

CÂMARA, I. G. **Plano de ação para a Mata Atlântica**. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, 1991, 152p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 2003. 640p.

CASTRO, R. C. F. **Análise econômica do manejo da caxeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. na região do Vale do Ribeira-SP: um estudo de caso** [Dissertação]. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002, 117p.

CASTRO, R. C. F.; SHIROTA, R. Análise econômica do manejo da caxeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: um estudo de caso. *Florestar Estatístico*, v.6, n.15, p.23–3, 2003.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. **Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes**. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2nd ed. Atual. Porto Alegre: Metrópole, p.137-158. 2008.

CSIRO - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. **The insects of Australia: a textbook for students and research workers**. 2 ed. Vol. 1, 2. New York: Cornell University Press; 1991. 1137 p.

DIAS, A. C. E.; SEIXAS, C. S. *Conservação Ambiental em Paraty, RJ: Desafios para se Colocar a Ciência em Prática*. *Biodiversidade Brasileira*, v.7, n.1, p.88-104, 2017.

DIEGUES, A. C.; VIANA, V. M. **Alternativas de manejo sustentável de recursos naturais do Vale do Ribeira/SP – Mata Atlântica**. São Paulo: USP, NUPAUB, 2000, 273 p.

GIEBELMAN, U. C.; MARTINS, K. G.; BRÄNDLE, M.; SCHÄDLER, M., MARQUES, R.; BRANDL, R. Diversity and ecosystem functioning: litter decomposition dynamics in the Atlantic Rainforest. **Applied Soil Ecology**, v.46, p.283-290, 2010.

GONÇALVES, I. S.; CARNEIRO, T. R.; VIANA, P. A. Levantamento de coleópteros em mata nativa e na cultura do milho. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**. v.9, n.2, p.73-79, 2014.

GRODSKY, S. M.; IGLAY, R. B.; SORENSON, C. E.; MOORMAN, C. E. Should invertebrates receive greater inclusion in wildlife research journals?. **The Journal of Wildlife Management**. v.9, n.4, p.529-536, 2015.

GULLAN, P. J.; CRASTON, P. S. Os Insetos: Um Resumo de Entomologia. [Traduzido por Sonia Maria Marques Hoenen]. São Paulo: Roca, 2007.

HAMMER; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analyses. *Paleontological electronica* 4, 2001.

INEA – Instituto Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 23/09/2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 15/10/2018.

KAPUSTA, S. C. Bioindicação ambiental. Porto Alegre: Escola Técnica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 88 p.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, v.33, p.3-16, 1996.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.; BLOUIN, M.; BROWN, G.; DECAËNS, T.; GRIMALDI, M.; JIMÉNEZ, J. J.; MCKEY, D.; MATHIEU, J.; VELASQUEZ, E.; ZANGERLÉ, A. Ecosystem Engineers in a Self-organized Soil: A Review of Concepts and Future Research Questions. **Soil Science**, v.181, n.3/4, p.91-109, 2016.

LORENZI, H. 2008. **Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Editora Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 1992, 352 p.

MANHÃES, C. M. C. **Caracterização da fauna edáfica de diferentes Coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. (orgs.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013, 1100p.

- MAURENZA, D.; BOCAUYUVA, M.; POUGY, N.; MARTINS, E.; MARTINELLI, G. **Lista da Flora das Unidades de Conservação Estaduais do estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Rio de Janeiro. 2018, 420p.
- MENEZES, C. E. G.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.; COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, I. P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ): Rio de Janeiro State. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.6, p.1647-1656, 2009.
- MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.4, p.555-564. 2005.
- MOLDENKE, A. R. Arthropods. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: SSSA, Part 2. 1994. p.517-542.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
- NOLASCO, A. M. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas** [Tese]. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2000. 171 p.
- OLIVEIRA FILHO, I. L. C.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos? **Scientia Agraria**, v.17, n.2, p.21-40, 2016.
- PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Colombo: Embrapa Florestas; Brasília: Embrapa, 2015, 370p.
- PEARSON, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. **Philosophical Magazine**, v.2, p.559-572, 1901.
- PIELOU, E. C. Shannon's formula as a measure of species diversity: Its use and misuse. *Amer. Naturalist* v.100, p.463-465, 1966.
- RACHWAL, M. F. G.; CURCIO, G. R. Atributos pedológicos e ocorrência de caixeta no litoral paranaense, Brasil. **Scientia florestalis**, v.59, p.153-163, 2001.
- ROCHA, Y. Distribuição geográfica e época de florescimento do Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* LAM. – LEGUMINOSAE). *Revista Do Departamento De Geografia*, v.20, p.23-36, 2011.
- ROSSI, J. P.; BLANCHART, E. Seasonal and land-use induced variations of soil macrofauna composition in the Western Ghats, southern India. **Soil Biology and Biochemistry**, v.37, p.1093-1104, 2005.

SCHMELZ, R. M.; NIVA, C. C.; RÖMBKE, J.; COLLADO, R. Diversity of terrestrial Enchytraeidae (Oligochaeta) in Latin America: Current knowledge and future research potential. **Appl. Soil Ecol.** v.69, p.13–20, 2013.

SEBBENN, A. M.; SEOANA, C. E. E.; KAGEYAMA, P. Y.; LACERDA, C. M. B. Estrutura genética em populações de *Tabebuia cassinoides*: Implicações para o manejo florestal e a conservação genética. **Revista do Instituto Florestal**, v.13, p.99-113, 2001.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Univ. of Illinois Press, Urbana, 1963.

SILVA, C. F.; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; SILVA, A. N. Fauna edáfica em área periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.3, p.587-595, 2013.

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; MAIA, C. I.; FERES, A.; TAVARES, R. C. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.2, p.59-71, 2012.

SILVEIRA, E. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A. DE; JAMHOUR, J. Diversidade e papel funcional da macrofauna do solo na integração lavoura-pecuária. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, v.4, p.1-16, 2016.

SOMADS – Secretaria de obras, urbanismo, meio ambiente e desenvolvimento sustentável. Plano de Manejo Participativo do Parque Natural Municipal de Gericinó. Nilópolis, 2011.

SPILLER, M. S.; SPILLER, C.; GARLET, J. Arthropod bioindicators of environmental quality. **Agro Ambiente On-line**, v.12, n.1, p.41-57, 2018.

STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, Cambridge: Cambridge Journals, v.7, p.38-47, 1992.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Berkeley. University of California, 1979, p.372.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ** [Dissertação]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Seropédica, RJ. 2003.

VAN VLIET, P. C. J.; WEST, L. T.; HENDRIX, P. F.; COLEMAN, D. C. The influence of Enchytraeidae (Oligochaeta) on the soil porosity of small microcosms. **Geoderma**, v.56, p.287–299, 1993.

VARJÃO, S. L. S.; BENATI, K. R.; PERES, M. C. L. Efeitos da variação temporal na estrutura da serrapilheira sobre a abundância de aranhas (Arachnida: Araneae) num fragmento

de Mata Atlântica (Salvador, Bahia). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 16, n. 1, p. 34-45, 2010.

VASCONCELLOS, R. L. F.; BONFIM, J. A.; ANDREOTE, F. D.; MENDES, L. W.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Microbiological indicators of soil quality in a riparian forest recovery gradient. **Ecological Engineering**, v.53, p.313–320, 2013.

VIANA, V. M.; AZEVEDO, T. R.; MARQUESINI, M. Perspectivas para a certificação sócio-ambiental (Selo verde) e manejo da caixeta (*Tabebuia cassinoides*). **Florestar Estatístico**, v.3, n.9, p. 19-20, 1996.

ZILLER, S. **Análise fitossociológica de caixetais** [Dissertação]. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1992, 90p.