



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Lívia Fernandes de Souza

**Macrofauna edáfica como bioindicador da restauração de áreas
degradadas no PARNA Furna Feia.**

MOSSORÓ

2025

Lívia Fernandes de Souza

**Macrofauna edáfica como bioindicador da restauração de áreas degradadas no
PARNA Fuma Feia.**

Monografia apresentada à universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Carlos José da Silva

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S729m Souza, Livia Fernandes. Macrofauna edáfica como bioindicador da restauração de áreas degradadas no PARNA Furna Feia. / Livia Fernandes Souza. - 2025.
38 f. : il.

Orientador: Carlos José Silva .

Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Florestal, 2025.

1. Macrofauna edáfica . 2. Restauração florestal. 3. Sazonalidade. 4. Bioindicadores . 5. Caatinga. I. Silva , Carlos José, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LIVIA FERNANDES DE SOUZA

**Macrofauna edáfica como bioindicador da restauração de áreas degradadas no
PARNA Furna Feia.**

Monografia apresentada à universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Florestal.

Defendida em: 04 / 07 / 2025.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

CARLOS JOSE DA SILVA

Data: 24/07/2025 18:38:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carlos José da Silva, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente



Documento assinado digitalmente

GABRIELA SALAMI

Data: 25/07/2025 15:06:13-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gabriela Salami, Profa. Dra. (UFERSA)

Membro Examinador



Documento assinado digitalmente

MARCO ANTONIO DIODATO

Data: 25/07/2025 06:56:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marco Antônio Diodato, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e coragem para permanecer firme ao longo de toda a minha caminhada acadêmica. Mesmo diante das dificuldades, nunca me desamparou e permitiu que eu chegasse até aqui.

À minha mãe, Maria Lúcia, meu exemplo de amor e dedicação, agradeço por todo o apoio incondicional ao longo da vida. Sempre incentivou os estudos dos filhos e nunca mediu esforços para nos ver avançar. Essa conquista é sua!

Ao meu pai, Luiz (*in memoriam*), que em vida foi um homem trabalhador e presente, deixo minha eterna gratidão pelo incentivo e apoio constante.

À minha madrinha e tia, Leonilda, agradeço por acreditar em mim, por todo o auxílio e por estar sempre ao meu lado nos momentos em que mais precisei.

Aos meus irmãos, Lívio, Lailza e Luiggy, agradeço por nossa história de vida compartilhada, pelo companheirismo e por me lembrarem diariamente que somos capazes de vencer. Aos meus sobrinhos Levy e Liz que são incentivos diários para minhas conquistas.

Ao meu orientador, professor Carlos José da Silva, agradeço a atenção, paciência e dedicação. Desde o primeiro momento em que busquei sua orientação, estive sempre presente e disposto a enfrentar esse desafio ao meu lado. Muito obrigada por tudo!

Ao professor Diodato, minha sincera gratidão pelos ensinamentos, conselhos, disponibilidade e carinho com os alunos. À professora Gabriela, agradeço a atenção constante e por sempre estar presente.

Aos amigos que fizeram parte da minha jornada na UFERSA Ítalo, Camila, Hiago, Kleber e Paulo agradeço por todos os momentos compartilhados. Em especial, à minha amiga Hadassa, que me acolheu, e sempre me puxou as orelhas, meu muito obrigada por todo apoio, carinho e amizade.

Aos meus amigos da minha cidade natal, agradeço o carinho de sempre e por manterem viva nossa amizade, mesmo com a distância. Ter o apoio de vocês foi essencial ao longo dessa trajetória.

Agradeço, ainda, aos integrantes do grupo de pesquisa GP3Cs e à professora Anne, pelo auxílio essencial durante as etapas de pesquisa e coleta de dados.

RESUMO

A macrofauna edáfica desempenha um papel essencial nos processos ecológicos do solo, sendo amplamente reconhecida como um indicador sensível das alterações ambientais. Este trabalho teve como objetivo avaliar como a sazonalidade e as diferentes técnicas de recuperação ambiental influenciam. As técnicas avaliadas foram: (1) plantio total, (2) plantio em faixas e (3) plantio total de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. a composição e a atividade da macrofauna do solo no Parque Nacional da Fuma Feia localizado entre os municípios de Mossoró/RN e Baraunas/RN, na região do Oeste Potiguar, com cobertura florestal característica da caatinga. A pesquisa foi realizada em áreas em processo de restauração ecológica, foi feita uma coleta durante os períodos seco e uma coleta chuvoso, utilizando armadilhas de solo para coleta dos organismos. As análises estatísticas incluíram cálculo de médias, desvio padrão e análise de variância (ANOVA). Os resultados revelaram que, no período seco, foi registrada maior abundância de indivíduos, enquanto o período chuvoso apresentou maior diversidade taxonômica. Esses dados indicam que a comunidade de invertebrados edáficos responde de forma diferenciada às condições sazonais, com alguns grupos apresentando maior atividade em ambientes secos, enquanto outros se beneficiam da umidade característica da estação chuvosa. Conclui-se que a macrofauna edáfica é um bioindicador eficaz para monitorar os efeitos das práticas de restauração na Caatinga, refletindo as variações ambientais e o progresso ecológico das áreas em recuperação.

Palavras-chave: Macrofauna edáfica; Caatinga; Sazonalidade; Bioindicadores; Restauração florestal.

ABSTRACT

Soil macrofauna plays an essential role in ecological processes and is widely recognized as a sensitive indicator of environmental changes. This study aimed to evaluate how seasonality and different environmental restoration techniques influence. The techniques evaluated were: (1) total planting, (2) strip planting, and (3) total planting of *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. The composition and activity of soil macrofauna in the Parna Fuma Feia, located in Mossoró and Baraúna, in the Caatinga region of Brazil. The research was conducted in areas under ecological restoration, one sampling was carried out during the dry season and another during the rainy season., using soil traps for invertebrate collection. Statistical analyses included mean calculations, standard deviation, and analysis of variance (ANOVA). The results showed a higher abundance of individuals during the dry season, while the rainy season presented greater taxonomic diversity. These findings indicate that the soil invertebrate community responds differently to seasonal conditions, with some groups being more active in dry environments and others benefiting from the moisture characteristic of the rainy season. It is concluded that soil macrofauna is an effective bioindicator for monitoring the outcomes of restoration practices in the Caatinga, reflecting environmental variations and the ecological progress of restored areas.

Keywords: Soil macrofauna; Caatinga; Seasonality; Bioindicators; Forest restoration.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8

2.1 Caatinga	8
2.2 Restauração em caatinga.....	10
2.3 Indicadores da restauração florestal	13
2.4 Macrofauna do solo	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental dos ecossistemas naturais tem se intensificado nas últimas décadas em função de práticas antrópicas insustentáveis, como o desmatamento, o uso inadequado do solo, as queimadas, o sobrepastoreio e a agricultura intensiva. No semiárido brasileiro, os efeitos dessas ações são especialmente preocupantes, pois a vegetação característica da Caatinga apresenta elevada vulnerabilidade às perturbações, devido às suas condições climáticas extremas, como longos períodos de estiagem e

chuvas irregulares. Essa combinação de fatores contribui para a perda de biodiversidade, redução da fertilidade do solo e intensificação dos processos de desertificação (Almeida et al., 2015; Ramos et al., 2017).

Nesse contexto, torna-se imprescindível o desenvolvimento de estratégias de restauração ecológica que favoreçam a recuperação dos processos naturais e a resiliência dos ecossistemas degradados. Dentre as práticas aplicadas na Caatinga destacam-se o plantio total com espécies nativas, o plantio em faixas e o plantio direcionado de leguminosas, como *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth., que são capazes de enriquecer o solo e acelerar a regeneração da vegetação. Tais intervenções têm como objetivo restabelecer a cobertura vegetal, aumentar a matéria orgânica do solo, proteger a fauna edáfica e reativar os ciclos ecológicos.

No entanto, a eficácia dessas ações de restauração depende do uso de ferramentas de monitoramento que possibilitem avaliar os efeitos das práticas adotadas ao longo do tempo. Entre os instrumentos de avaliação ambiental, destacam-se os bioindicadores, que são organismos ou comunidades capazes de refletir as condições ecológicas de determinado ambiente. Dentre esses, a macrofauna edáfica tem sido amplamente utilizada em estudos de recuperação ambiental devido à sua diversidade funcional e alta sensibilidade às alterações do uso e manejo do solo (Brussaard et al., 1997; Fragoso et al., 1999).

A macrofauna do solo é composta por organismos visíveis a olho nu, como minhocas (Oligochaeta), formigas (Hymenoptera), cupins (Isoptera), besouros (Coleoptera), diplópodes, quilópodes e aracnídeos. Esses invertebrados desempenham funções ecológicas fundamentais, como a fragmentação da serrapilheira, a decomposição da matéria orgânica, a aeração do solo, o controle de populações microbianas e a ciclagem de nutrientes, sendo considerados engenheiros do ecossistema (Swift et al., 2010; Aquino et al., 2008). Além disso, são fortemente influenciados por fatores como a umidade do solo, o teor de matéria orgânica, o tipo de vegetação e as práticas de uso da terra, o que os torna indicadores eficientes da qualidade ambiental.

Na avaliação da restauração, os principais indicadores biológicos utilizados incluem a abundância de indivíduos, a riqueza taxonômica, os índices de diversidade (Shannon, Simpson) e equitabilidade, além da estrutura funcional das comunidades, com destaque para a proporção de detritívoros, predadores e engenheiros do solo (Baretta et al., 2003; Wardle e Lavelle, 1997). Esses parâmetros permitem inferir sobre a complexidade, estabilidade e resiliência do sistema em recuperação.

Complementarmente, indicadores físico-químicos como pH, umidade, porosidade e teor de matéria orgânica do solo também são utilizados para compreender as interações entre solo, vegetação e fauna (Huhta et al., 1991; Beare et al., 1994).

Pesquisas realizadas em áreas de restauração na Caatinga, como as conduzidas por Hoffmann et al. (2009) e Baretta et al. (2006, 2007), demonstram que a macrofauna edáfica responde de forma sensível às técnicas adotadas e às condições sazonais, sendo capaz de refletir com precisão os estágios de recuperação ecológica. No semiárido, o padrão de chuvas intensas e concentradas no tempo, alternadas com longos períodos de estiagem, influencia diretamente a distribuição e atividade desses organismos ao longo do ano, o que deve ser considerado nas análises ecológicas (Ramos et al., 2017; Almeida et al., 2015).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar como a composição e a atividade da macrofauna edáfica respondem às diferentes técnicas de restauração florestal aplicadas na Caatinga, considerando também os efeitos da sazonalidade climática sobre essa comunidade. A proposta é utilizar a macrofauna como bioindicador ecológico da recuperação ambiental no PARNA Fuma Feia, contribuindo para o entendimento dos processos em áreas restauradas e para o aprimoramento das estratégias de manejo e conservação no semiárido brasileiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CAATINGA

A Caatinga é um bioma caracterizado pela grande diversidade de fauna e flora adaptadas às condições do semiárido, sendo majoritariamente encontrada na região Nordeste do Brasil. Embora grande parte da Caatinga esteja localizada no território brasileiro, a sua extensão pode ser considerada parte de um ecossistema mais amplo que se estende por áreas semiáridas da América do Sul (Santos et al., 2018). O nome “Caatinga” tem origem na língua tupi-guarani e significa “floresta branca”, uma referência à aparência do ambiente durante o período seco, quando a maior parte das folhas das plantas cai, conferindo ao ecossistema uma coloração clara (Oliveira & Silva, 2010). No Brasil, a Caatinga ocupa aproximadamente 70% da região Nordeste, cobrindo uma área de cerca de 734.478 km² e abrangendo nove estados: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Bahia e parte do Norte de Minas Gerais (IBGE, 2012).

A Caatinga, ao apresentar particularidades climáticas, principalmente o clima quente e seco, impõe desafios que levam plantas e animais a desenvolverem adaptações para sobreviver ao longo dos períodos de estiagem e secas extremas, quando a disponibilidade hídrica é limitada. Esse cenário cria um déficit hídrico que alimenta a percepção equivocada de que “não há nada” nessa região. Contudo, como destaca a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA, 2017), o semiárido brasileiro não é caracterizado pela falta de água, sendo, inclusive, o semiárido mais chuvoso do planeta.

A Caatinga compreende um tipo de vegetação estacional decidual que cobre a maior parte do semiárido da região nordeste do Brasil, o qual se distribui por uma área de cerca de 800 mil km², (Prado, 2003). De acordo com Rodal et al. (2008), a vegetação de caatinga apresenta diversas fisionomias e conjuntos florísticos, cuja distribuição é determinada, em grande parte, pelo clima, relevo e embasamento geológico que, em suas múltiplas interrelações, resultam em ambientes ecológicos bastante distintos.

A vegetação da Caatinga apresenta três estratos: arbóreo, com espécies que variam entre 8 e 12 metros de altura; arbustivo, com espécies que variam entre 2 e 5 metros de altura; e herbáceo, com espécies com altura abaixo de 2 metros. Características típicas incluem árvores baixas, troncos tortuosos, espinhos e folhas que caem no período da seca, mecanismo que visa evitar a perda excessiva de água e reduzir processos fotossintéticos,

permitindo que as plantas entrem em estágio de economia de energia. Além disso, as raízes das plantas cobrem o solo para armazenar água durante o período de chuva.

O bioma Caatinga vem sofrendo modificações que estão relacionadas a processos antrópicos, desde a época da colonização do Brasil, principalmente no que se referem às práticas da pecuária bovina, agrícolas, bem como ao aumento da extração de lenha e da caça (Andrade et al., 2005). Segundo Velloso et al. (2002), dentre as ecorregiões da Caatinga, a Depressão Sertaneja Setentrional é a mais ameaçada em termos de conservação das espécies, principalmente por causa da antropização e do número reduzido de unidades de conservação.

Quanto às alterações provocadas pelo desmatamento, a Caatinga é o terceiro Bioma mais degradado do Brasil, perdendo apenas para a Floresta Atlântica e o Cerrado (Myers et al, 2000). Estima-se que 80% da vegetação encontre-se completamente modificada, devido ao extrativismo e a agropecuária, apresentando-se a maioria dessas áreas em estádios iniciais ou intermediários de sucessão ecológica (Araújo Filho, 1996).

Conforme define a Agenda 21, na conferência Rio-92 (Brasil, 2004), a desertificação é o processo de degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diferentes fatores, dentre eles as variações climáticas e as atividades humanas, sendo que por “degradação da terra” se entende a degradação dos solos, da fauna e flora e dos recursos hídricos, com a consequente redução da qualidade de vida da população. No Brasil, o Plano Nacional de Combate à Desertificação (PNCD), por meio da Resolução nº 238, instituída em 1997, considerou que grande parte das terras com níveis de susceptibilidade à desertificação de moderada a muito alta se encontra nas áreas semiáridas e subúmidas do Nordeste, o que corresponde a cerca de 181.000 km², abrangendo, aproximadamente, 20% do semiárido nordestino (Brasil, 1997).

Os solos que recobrem o semiárido nordestino variam muito, especialmente em função do material de origem. De maneira geral, são rasos e apresentam, quase sempre, restrições físicas e químicas. Eles são classificados em halomórficos, devido a algumas características, como: as altas taxas de evapotranspiração; a baixa pluviosidade; os altos teores de sais solúveis, normalmente reconhecidos pelo aparecimento de crostas brancas na superfície, e apresentam grande susceptibilidade à erosão (Gonçalves, 1982).

A declividade e a profundidade do solo são características determinantes do porte das árvores da Caatinga, já que estão relacionadas diretamente com maior ou menor disponibilidade de água para as plantas. No relevo de maior declividade predominam solos rasos, enquanto no relevo intermediário prevalecem solos medianamente rasos, que

dispõem, com frequência, de grande quantidade de pedras e cascalhos na superfície (Prado, 1995).

A fauna também bastante diversificada, mas não muito conhecida, há diversas espécies de animais endêmicos e outros buscam correntes de migrações durante o período de estiagem. "Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a Caatinga apresenta: 178 espécies de mamíferos; 591 espécies de aves; 117 espécies de répteis; 79 espécies de anfíbios; 241 espécies de peixes; 221 espécies de abelhas."

A sazonalidade climática na precipitação, influencia a sazonalidade da vegetação. O que significa que, o ciclo de crescimento anual da vegetação (identificado pelo segundo parâmetros de fenologia da vegetação), tem relação direta com a sazonalidade climática anual, especialmente da precipitação, como pode ser observado em regiões adjacentes a caatinga (Bustamante et al., 2012). Assim dessa mesma forma de variabilidade interanual dos ciclos de crescimento de vegetação, mostrando determinados período anual, de maior ou de menor produtividade, o que significa que vai mostrar os períodos de maior e menor absorção e fixação de carbono atmosférico o qual influencia o clima da região.

Na região caatinga os índices de variabilidade de sazonalidade da vegetação está e sua relação de precipitação em escala regional podem ser obtidas através dos dados temporais de sensores remotos e satélites. Os índices de vegetação, em geral, conseguem captar os períodos de maior e menor atividade fotossintética. Da mesma forma os dados de precipitação podem ser monitorados por um ciclo de períodos anual ou interanuais.

Então a dinâmica de compreensão de fenologia da vegetação de grande importância, pois é necessárias estimativas para quantificar o intercâmbio de carbono e água entre os ecossistemas e a atmosfera e a interação desses quanto as alterações e resultados climáticos (Ahl et al., 2006).

2.2 RESTAURAÇÃO EM CAATINGA

De acordo com Reis et al. (2003), a forma mais adequada para restauração de áreas degradadas (RAD) é favorecer o processo de sucessão. Segundo a lei regulamentada 9.985/2000, no Art. 225 da Constituição Federal, define-se recuperação como "a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição inicial".

A necessidade de restauração de áreas degradadas está em ascensão, não apenas pela importância da recuperação dos processos ecológicos, mas também pelas leis que

exigem a presença de áreas de reserva legal e de reposição de vegetação, quando a 27 degradação é autorizada (Lei 12.651/2012 da Constituição Federal, Brasil 2012).

Esse processo ocorre quando um ambiente começa a ser colonizado ou quando há uma perturbação em um ecossistema anteriormente estável. Tais perturbações podem ser de origem natural, como a queda de uma árvore por fenômenos climáticos, ou antrópicas, como queimadas provocadas por atividades humanas. Nesse contexto, é importante distinguir dois tipos de áreas afetadas: área degradada, caracterizada por não possuir mais capacidade de regeneração natural e necessitar de intervenção humana; e área perturbada, que apesar do distúrbio, ainda mantém capacidade de regeneração por meio de interações bióticas (Sánchez, 2008; Tavares, 2008).

A restauração de áreas degradadas exige estratégias que promovam a aceleração da regeneração natural, favorecendo a reestruturação da vegetação e a recuperação da funcionalidade ecológica do ambiente (Zahawi et al., 2013; Reis et al., 2014; Bechara et al., 2016; Rojas-Botero et al., 2020).

A restauração da Caatinga acontece após a definição da ação que será executada na área. O primeiro passo consiste na elaboração de um diagnóstico ambiental, tanto da área a ser restaurada quanto de seu entorno, a fim de fornecer diretrizes para o que será feito, viabilizando o planejamento das ações e a tomada de decisões fundamentadas. Esse diagnóstico orienta a escolha do modelo de restauração a ser implantado, das espécies vegetais mais adequadas para o plantio, dos espaçamentos ideais, da necessidade (ou não) de adubação, bem como da aplicação de técnicas físicas ou biológicas para a recuperação do solo (Reis et al., 2014; Bechara et al., 2016; Rojas-Botero et al., 2020; Zahawi et al., 2013).

Na fase de diagnóstico ambiental, realiza-se a caracterização detalhada da área ou da paisagem, incluindo a identificação do solo, da vegetação presente, da fauna, dos níveis de perturbação, do clima, do relevo, dos corpos d'água e da presença de fragmentos nativos ou não. Essa abordagem é essencial para compreender as condições atuais do ambiente e orientar as ações de restauração (Bedê et al., 1997).

A restauração pode ser realizada através da adição de “gatilhos ecológicos”, que são as diferentes técnicas de restauração ecológica (Reis et al. 2014). Na revisão de Guerra et al. (2020), as técnicas mais aplicadas nos biomas brasileiros nas últimas décadas são, em ordem decrescente, plantio de mudas, regeneração natural, semeadura direta, nucleação, transplantio de mudas, biorremediação e translocação da chuva de sementes.

A interferência na área degradada a ser restaurada pode ser realizada de forma passiva ou ativa. A restauração passiva possui intervenção antrópica nula ou reduzida no sentido de favorecer a expressão da sucessão natural, com retorno da sua composição e funções ecológicas (Brancalion et al. 2015). A grande vantagem dessa estratégia é redução dos custos operacionais (Botelho e Davide 2002). As ações realizadas normalmente estão relacionadas ao isolamento do local, podendo haver incremento em fertilização e manejo simples, como retirada de plantas invasoras.

O sucesso da técnica depende do potencial de regeneração da área, que varia de acordo com os fatores de degradação, a qualidade física, química e biológica do solo, o banco de sementes viável na área abandonada e a capacidade de colonização das espécies pela chuva de sementes do entorno (Botelho e Davide 2002). Por isso, o sucesso também envolve a necessidade de fragmentos conservados com maior proximidade, que servirão como fonte de dispersores e propágulos. Nos casos que a recuperação da vegetação é lenta e há processos erosivos em ascensão, a técnica será dificilmente bem-sucedida (Kosmas et al. 2000).

Nesse contexto, para tentar acelerar o processo de restauração e garantir sua efetividade, várias técnicas de restauração ativa vêm sendo propostas nas últimas décadas (Brancalion et al. 2015). O método mais antigo e que ainda é utilizado de forma eficiente em diversos ambientes é o plantio de mudas de espécies arbóreas, principalmente nativas, que são alocadas diretamente na área a ser restaurada (Botelho e Davide 2002; Guerra et al. 2020). A introdução de espécies também pode ser realizada através da semeadura direta das espécies no solo (Brancalion et al. 2015).

Ainda, técnicas que consideram o conceito de nucleação também estão sendo desenvolvidas, como a adição de poleiros artificiais e galharias para atração de animais dispersores e a transposição de camadas superficiais de solo para reposição de banco de sementes, matéria orgânica e fauna edáfica (Boanares e Azevedo 2014; Reis et al. 2014).

Os núcleos são formados pontualmente formando manchas de vegetação que irão se expandir para o entorno, gerando conectividade de paisagens fragmentadas e favorecendo a sucessão natural (Boanares e Azevedo 2014).

Algumas técnicas de plantios são favoráveis quando se refere a caatinga. As mudas devem ser plantadas após o período chuvoso, as mudas devem ser colocadas em buracos amplos de profundidade e de largura para que haja o desenvolvimento das raízes. Em solos pobres ou mal compactados colocar 1 litro de estecos para melhor

desenvolvimento da muda nas covas e maior sobrevivência em campo. Ao redor é feito um coroamento para que ocorra o acúmulo de água sobre a planta. (Silva et al., 2023).

O hidrogel é amplamente utilizado na Caatinga como condicionador de solo, visando garantir o suprimento extra de água às mudas após o período chuvoso. Essa prática tem se mostrado eficaz em projetos de restauração ecológica, como o Projeto Vale Sustentável, que utiliza o hidrogel para reduzir as perdas de mudas devido ao déficit hídrico, promovendo um crescimento mais rápido das espécies nativas do bioma Caatinga (Projeto Vale Sustentável). (ANEA, [s.d.])

A restauração tem por meio uma finalidade de recomposição de um ecossistema que seja funcional e que sirva de habitat para diversos organismos. Para isso, é necessário a utilização de estratégias que possa apresentar uma alternativa eficiente, além de econômica, para acelerar a restauração de áreas degradadas, pois facilita e promove o desenvolvimento da vegetação em torno do núcleo ao longo do tempo (Zahawi et al., 2013; Reis et al., 2014; Bechara et al., 2016; Rojas-Botero et al., 2020).

2.3 INDICADORES DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

No processo de restauração, para avaliação adequada do estado do ecossistema, é muito importante a comparação com um ecossistema de referência. Um ecossistema de referência será aquele que, durante o projeto, terá a utilidade de ser um modelo de ecossistema ideal a qual a área a ser restaurada precisa alcançar (SER, 2004).

No ecossistema de referência devem ser realizadas algumas ações e pesquisas a fim de promover a avaliação e monitoramento na área em restauração. É importante caracterizar histórica e fito geograficamente quanto ao seu estado atual de conservação, concluindo as características ideais desse ecossistema para fins de restauração. Uma análise florística deve ser realizada, construindo inventários da flora local, verificando dessa forma as espécies presentes e apontando aquelas consideradas mais representativas no ecossistema ou espécies-chave. Através desse inventário, ações de restauração ativa visam o plantio de mudas que favoreçam os processos de sucessão da área em restauração (Peres et al., 2013).

Outro ponto importante nos processos de monitoramento e avaliação de áreas em restauração são as definições de alguns métodos ou componentes que possam descrever o estado de variáveis específicas pré-definidas para estabelecer quais metas a área restaurada deve concluir (Heink; Kowarik, 2010). Os indicadores ecológicos são esses componentes e são de grande importância durante todo o projeto. Esses indicadores

podem levar em consideração valores estruturais, como a altura e diâmetro da vegetação, a riqueza de espécies, o banco de sementes presente na área e as espécies dominantes da região (Ruiz-Jaen; Aide, 2005).

A regeneração natural como indicador ecológico é utilizada em projetos de restauração passiva de ecossistemas degradados, pois utiliza do próprio banco de sementes e do fluxo genético de áreas próximas para o desenvolvimento de novos espécimes (Andrade Netto et al., 2015). Na avaliação e monitoramento, ao comparar os estudos florísticos da regeneração natural com os estudos do ecossistema de referência, também é possível inferir se, futuramente, a área em restauração apresentará essa semelhança estrutural, funcional e comportamental (Gama; Botelho; Bentes-Gama, 2002).

Dados relacionados à estrutura, composição e diversidade são medidos para aferir como a vegetação está reagindo aos processos ecológicos e aferir a trajetória ecológica dos novos indivíduos. A comparação da trajetória de regeneração com os dados dos dois ecossistemas 18 permite também entender os problemas que a área em restauração pode estar sofrendo em seu desenvolvimento (Suganuma; Durigan, 2015).

Diante disso, os indicadores ecológicos têm como objetivo recuperar o visual da paisagem, além de garantir a reconstituição dos processos ecológicos que mantêm a dinâmica de sucessão vegetal, confirmando sua perpetuação para a conservação da biodiversidade local (Fonseca, 2013).

2.4 MACROFAUNA DO SOLO

A fauna do solo é representada por organismos que vivem parte ou todo o ciclo de vida no solo (Assad, 1997; Garcia e Catanozi, 2011). Diversas pesquisas por (Baretta et al., 2008; Hoffmann et al., 2009; Oliveira e Souto, 2011) têm utilizado a macro e mesofauna edáficas como bioindicadores da qualidade do solo visto que esses organismos são eficientes no monitoramento ambiental. A sensibilidade apresentada por esses organismos aos variados sistemas de manipulação do solo, revela o quanto uma prática pode ser considerada ou não conservacionista (Correia, 2002; Lourente et al., 2007; Nunes et al., 2009).

A macrofauna difere dos outros grupos por ser facilmente visível, sem recurso ótico, o que faz dela um bioindicador bastante promissor (Aquino, 2004). É constituída por uma complexidade de organismos que diferem no tamanho, metabolismo, atividades e mobilidade (Pasini e Benito, 2004), com comprimento (> 2 mm) (Swift et al., 1979),

caracterizando-se por construir ninhos, cavidades, galerias e transportar materiais de solo (Giracca et al., 2003). É representada, entre outros, pelas minhocas, formigas, cupins e besouros (Silva et al., 2004).

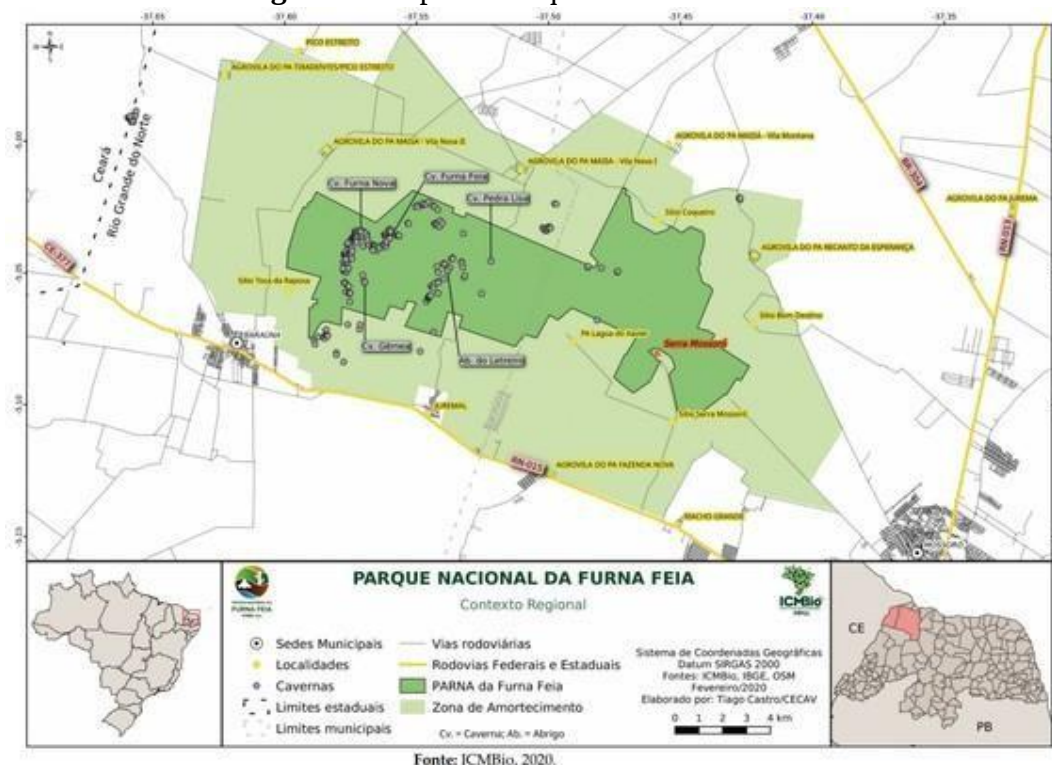
A macrofauna do solo, por participar ativamente nas interações que se estabelecem entre os processos químicos, físicos e biológicos, tem sido apontada como um bom indicador da qualidade do solo (Doran; Zeiss, 2000, Lavelle et al. 2006, Silva et al. 2006), devido à sensibilidade a modificações no meio, respondendo com relativa rapidez, comparativamente a outros indicadores de qualidade do solo, tais como propriedades físicas e carbono orgânico (Reichert et al. 2003). Os organismos da fauna edáfica são capazes, ainda, de modificar as características físicas, químicas e biológicas do solo, constituindo-se em componentes importantes para a avaliação da organização e funcionamento do mesmo (Steffen et al. 2007).

Grupos funcionais da fauna edáfica podem desaparecer, ou serem reduzidos, em sua abundância e diversidade, como resultado de processos de degradação do solo (Lavelle 1996, Loranger et al. 1999). Santos et al. (2008) observaram diferença significativa nas médias populacionais de artrópodes, com a utilização de plantas de cobertura de inverno, em comparação ao pousio. Neste sentido, é possível que as culturas de cobertura de inverno, utilizadas para proteção do solo, afetem significativamente a comunidade da fauna do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Parque Nacional da Fuma Feia (PARNA Fuma Feia), localizado entre os municípios de Baraúnas (55,65%) e Mossoró (44,35%), no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, com coordenadas geográficas de 05° 3' 30" S e 37° 30' 39" O. A unidade de conservação possui aproximadamente 8.517,63 hectares (Figura 1).

Figura 1: Mapa do Parque Nacional da Fuma Feia.



As áreas de estudo englobam diferentes técnicas de restauração florestal implementadas no âmbito do Projeto Furna Feia, além de um ecossistema de referência. As técnicas avaliadas foram: (1) plantio total, (2) plantio em faixas e (3) plantio total de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth.

A área de plantio total abrange cerca de 6,0 hectares, com mudas plantadas durante o período seco em espaçamento de 2,5 m x 2,5 m. O plantio em faixas foi realizado nas mesmas condições climáticas, com espaçamento de 2,5 m entre mudas e 5,0 m entre faixas. Já a área dedicada ao plantio de *Mimosa ophthalmocentra* possui 500 m², onde as mudas foram plantadas em alta densidade, com espaçamento de 1,0 m x 1,0 m. O ecossistema de referência caracteriza-se por uma vegetação em estágio avançado de sucessão, com pelo menos 40 anos de regeneração natural, apresentando estrutura e diversidade mais complexo.

Para a coleta da macrofauna do solo, foram instaladas armadilhas de queda (*pitfall traps*) em cada área, distribuídas aleatoriamente e distantes no mínimo 10 m entre si (Figura 2). Cada armadilha foi feita em recipientes plásticos cilíndricos de 300 ml, onde a borda ficou ao nível do solo, preenchidos com 100 ml de solução salina com detergente a 5% de concentração conservante.

Figura 2: Armadilhas em campo.



Fonte: Ane Cristine Fortes da Silva, 2024.

O estudo foi realizado em uma mesma área do PARNA Furna Feia, mas com coletas em pontos diferentes em áreas de preservação ambiental e áreas em processo de recuperação ambiental. As coletas foram realizadas através de armadilhas durante dois períodos, uma coleta no período seco e a outra no período chuvoso, em cada período foi realizado uma coleta, cada armadilha permaneceu ativa em campo por 96 horas.

No período chuvoso as amostras foram distribuídas nos pontos S1.1, S1.2, S1.3, S2.2 e REF dentro das áreas onde foram aplicadas as técnicas, letras e números foram usados nas amostras para identificação, cada área com três repetições P1R1(ponto um repetição um), P1R2(ponto um repetição dois), P1R3(ponto um repetição três); P2R1 (ponto dois repetição um), P2R2 (ponto dois repetição dois), P2R3 (ponto dois repetição três); P3R1 (ponto três repetição um), P3R2 (ponto três repetição dois), P3R3(ponto três repetição três); REF (ponto referência). Totalizando 45 amostras no período chuvoso.

No período seco as amostras foram distribuídas nos pontos S1.1, S1.2, S1.3, S2.2 e REF dentro das áreas onde foram aplicadas as técnicas, letras e números foram usados nas

amostras para identificação, dentro das área com três repetições P1R1(ponto um repetição um), P1R2(ponto um repetição um), P1R3(ponto um repetição três); P2R1(ponto dois repetição um), P2R2(ponto dois repetição dois), P2R3(ponto dois repetição três), P3R1(ponto três repetição um), P3R2(ponto três repetição dois), P3R3(ponto três repetição três), e REF (ponto de referência). Totalizando 45 amostras no período seco.

Após o período de coleta, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Conservação do Solo da Engenharia Florestal/UFERSA para processamento (Figura 3).

Figura 3: Transporte das coletas de campo para laboratório.



Fonte: Livia Fernandes de Souza, 2024.

O conteúdo das armadilhas foi lavado com água corrente usando peneira de malha de 270 *mesh*, e os organismos capturados foram transferidos para recipientes plásticos cilíndricos identificados, preservados em álcool 70%, conforme a metodologia de Swift, Heal e Anderson (1979).

A triagem dos organismos foi realizada manualmente com o auxílio de pinças e lupas (Figura 4). Os espécimes de macrofauna foram separados, contados e classificados de acordo com suas Ordens taxonômicas, seguindo as chaves de identificação de Triplehorn e Johnson (2011). Já a diversidade da macrofauna edáfica foi avaliada por meio do Índice de Shannon (H), permitindo comparar a complexidade biológica entre as áreas amostradas nos diferentes períodos sazonais. Valores mais elevados de H indicam maior equilíbrio na distribuição dos grupos taxonômicos, sendo observados principalmente nas áreas com técnicas de restauração aplicadas.

Figura 4: Triagem dos Organismos.



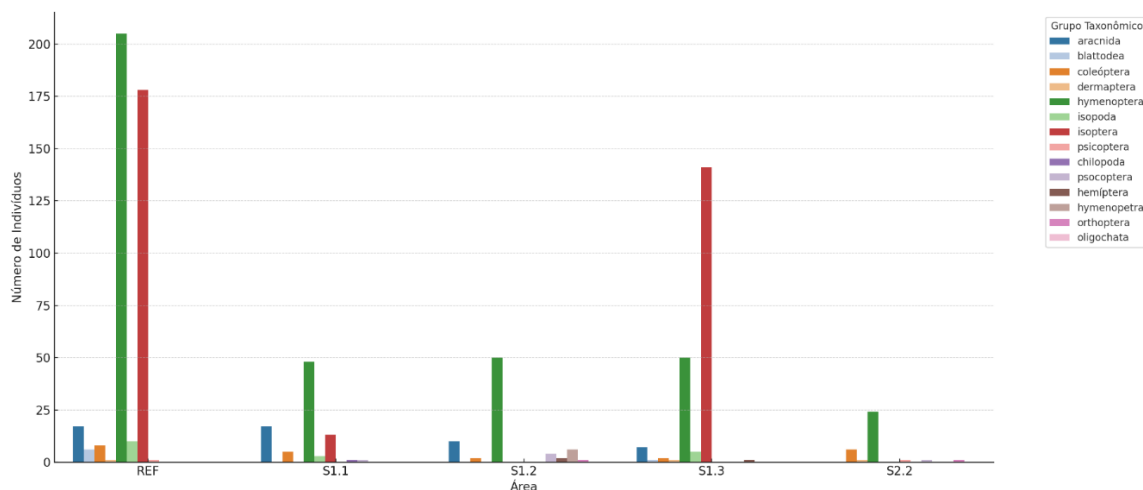
Fonte: Livia Fernandes.

Para a análise dos dados, foi utilizado a média de três repetições realizadas para cada grupo, o que nos permitiu obter uma melhor representação dos resultados observados. Também foi calculado o desvio padrão, que auxilia no entendimento da variação dos dados em torno da média, ou seja, o quanto os valores diferem entre si. Além disso, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) com o objetivo de identificar se as diferenças encontradas entre os grupos são estatisticamente significativas. Esses procedimentos foram fundamentais para garantir a confiabilidade e a robustez das interpretações realizadas ao longo do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas áreas em processo de regeneração, os dados sobre a macrofauna do solo mostraram que a Ordem Hymenoptera que inclui, principalmente, as formigas foi a mais representativa se tornando o grupo mais abundante do período seco durante o período estudado, com 343 indivíduos (Figura 5). Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que as formigas tendem a ser mais abundantes em ambientes mais degradados e são facilmente atraídas pelas armadilhas utilizadas na pesquisa. A segunda Ordem do período seco e com abundância foi a Isoptera com 332 indivíduos. Juntos, esses dois grupos somaram mais de 80% dos registros, essa alta concentração pode estar associada as características como baixa umidade do solo, altas temperaturas durante o período seco, que favorece a atividade e presença desses organismos (Figura 5).

Figura 5: Gráfico de indivíduos por grupo taxonômico em cada área no período seco.

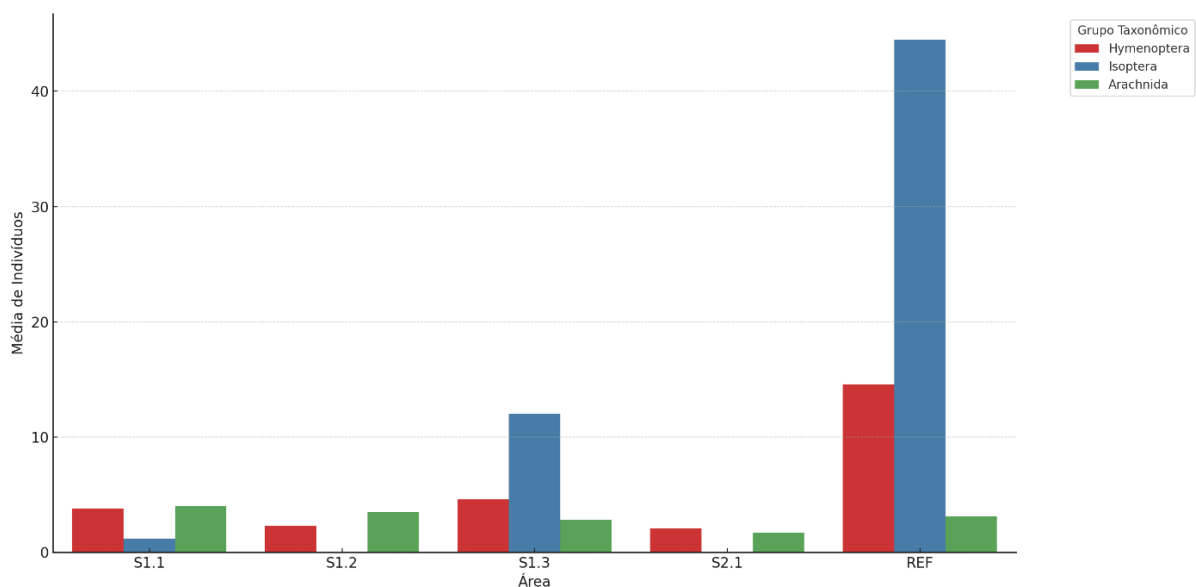


Durante o período seco, a área em regeneração apresentou uma quantidade ainda maior de indivíduos em comparação com as demais áreas. Esse aumento está diretamente ligado à predominância de Hymenoptera, que são comuns nesse tipo de ambiente, como também têm maior resistência às altas temperaturas. Segundo Bruchman et al. (2015), é comum que esses insetos intensifiquem sua movimentação em busca de alimento durante a seca, o que pode explicar sua maior presença nesse período.

Com base nos dados obtidos durante o período seco, foi realizada uma análise estatística da abundância média de grupos taxonômicos em cinco pontos distintos das áreas (S1.1, S1.2, S1.3, S2.1 e REF), considerando três repetições para cada área. Os

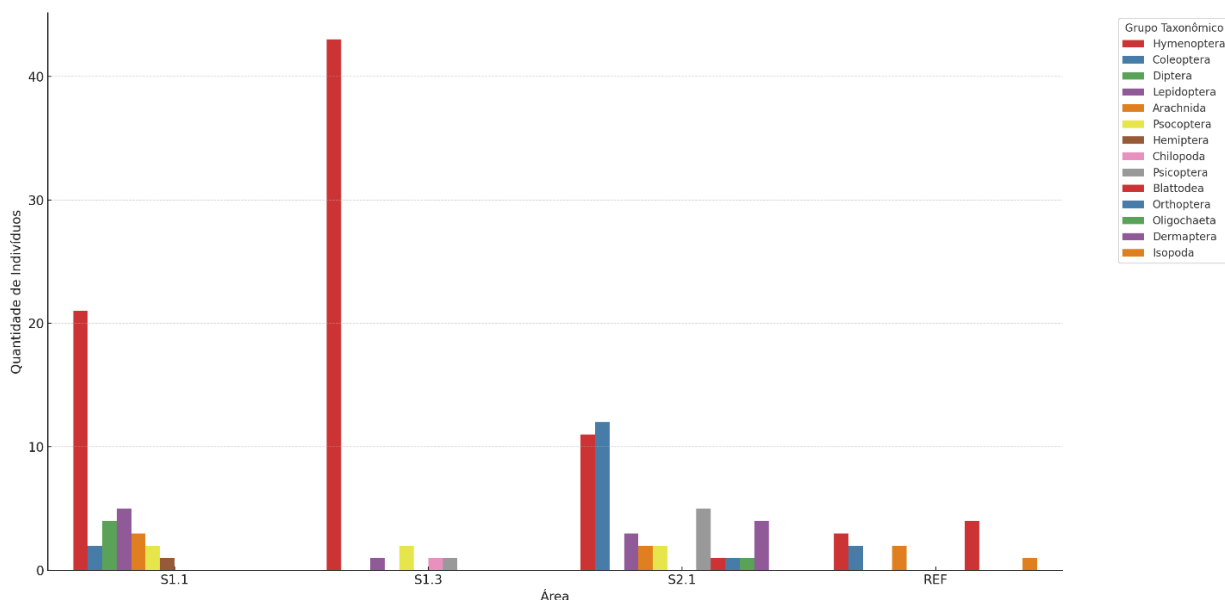
grupos com maior frequência foram Hymenoptera, Isoptera e Aracnídea, com destaque para a área de referência (REF), onde se observou a maior média de abundância de Hymenoptera ($14,58 \pm 18,77$) e Isoptera ($44,5 \pm 61,52$), sugerindo uma possível superioridade na estabilidade ecológica ou complexidade estrutural dessa área. Embora houve variações nas médias e desvios padrão entre áreas e grupos, a análise de variância (ANOVA) indicou que não há diferenças estatísticas significativas entre as áreas para os principais grupos analisados ($p > 0,05$). O gráfico reforça visualmente essa conclusão (Figura 6), evidenciando a sobreposição nos padrões de abundância e a alta variabilidade intra-área, especialmente em grupos mais numerosos. Os resultados apontam para uma distribuição relativamente homogênea da fauna edáfica entre as áreas no período seco, com exceção da REF, que apresenta picos de abundância pontuais (Figura 6).

Figura 6: Média de indivíduo dos grupos nas áreas avaliadas durante o período seco e chuvoso.



Já no período chuvoso, observou-se uma queda expressiva no total de número de indivíduos. No período chuvoso embora a classe Hymenoptera continue representado com 76 indivíduos, é possível observar que houve uma redução acentuada dos indivíduos da classe Isoptera, que chegam a zero (Figura 7).

Figura 7: Gráfico quantidade de indivíduos por grupo taxonômico em cada área no período chuvoso.



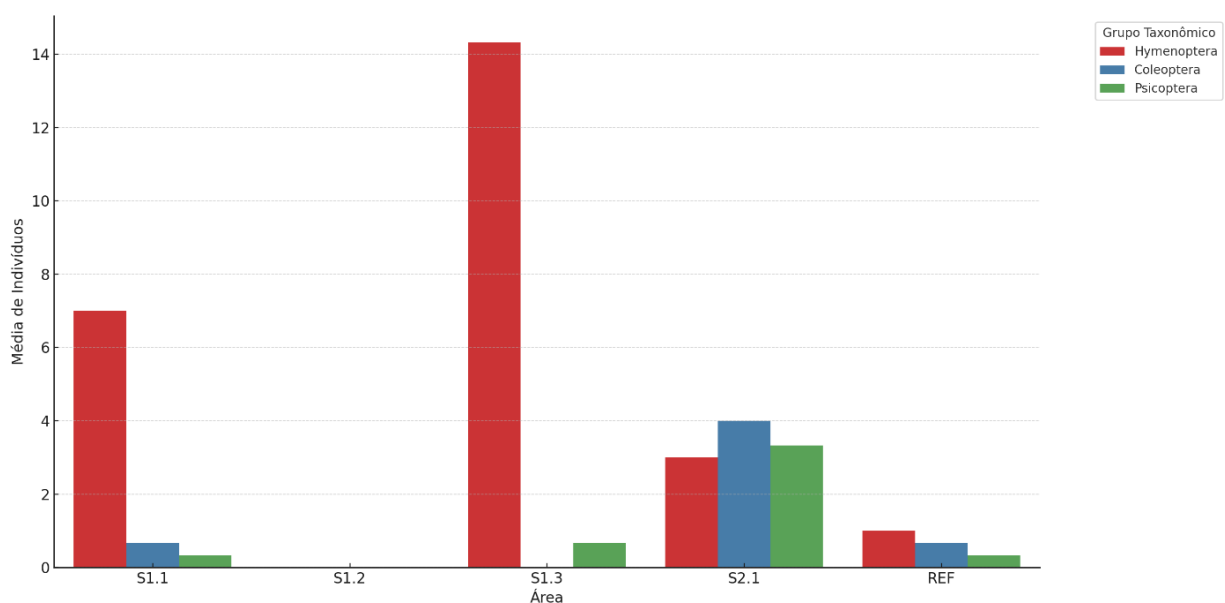
Outros grupos com presença relevante foram os da Ordem Coleoptera, que manteve estabilidade com 18 indivíduos nos dois períodos seco e chuvoso, mostrando que sua ocorrência não foi afetada pela sazonalidade, indicando uma possível resistência as variações sazonais; o grupo Aracnídea que apresentou 41 indivíduos no período seco, caiu para 5 indivíduos no período chuvoso. No período seco a Ordem Aracnídea esteve presente em todas as áreas de coleta. A classe Psocoptera aumentou de seis indivíduos no período seco para oito no período chuvoso, sendo possível uma maior preferência ou maior atividade nesse período.

Os grupos taxonômicos com maior aumento no período chuvoso foram: Lepidoptera que apareceram somente no período chuvoso com nove indivíduos, ausentes no período seco. Outros grupos que mostram um ligeiro aumento ou surgem no período chuvoso são os Dermaptera, Chilopoda e Oligochaeta.

No período chuvoso, a análise estatística revelou diferenças marcantes na abundância média dos grupos taxonômicos entre as áreas amostradas. O grupo Hymenoptera foi novamente o mais expressivo, com destaque para a área S1.3, onde atingiu uma média elevada de 14,33 indivíduos, indicando um possível favorecimento pelas condições ecológicas locais. Essa diferença foi estatisticamente significativa, conforme demonstrado pela ANOVA ($p = 0,0047$), evidenciando variação real entre os

ambientes. Outros grupos como Coleóptera e Psocoptera apresentaram distribuição mais concentrada na área S2.1, mas sem significância estatística. A área S1.2 não registrou ocorrência de indivíduo de nenhum grupo, o que pode indicar limitações ambientais locais ou interferência antrópica. O gráfico evidencia claramente essas diferenças, com os maiores picos de abundância concentrados em Hymenoptera nas áreas S1.3 e S1.1. Os resultados sugerem que a sazonalidade e a heterogeneidade ambiental influenciam fortemente a estrutura da comunidade edáfica durante o período chuvoso. (Figura 8).

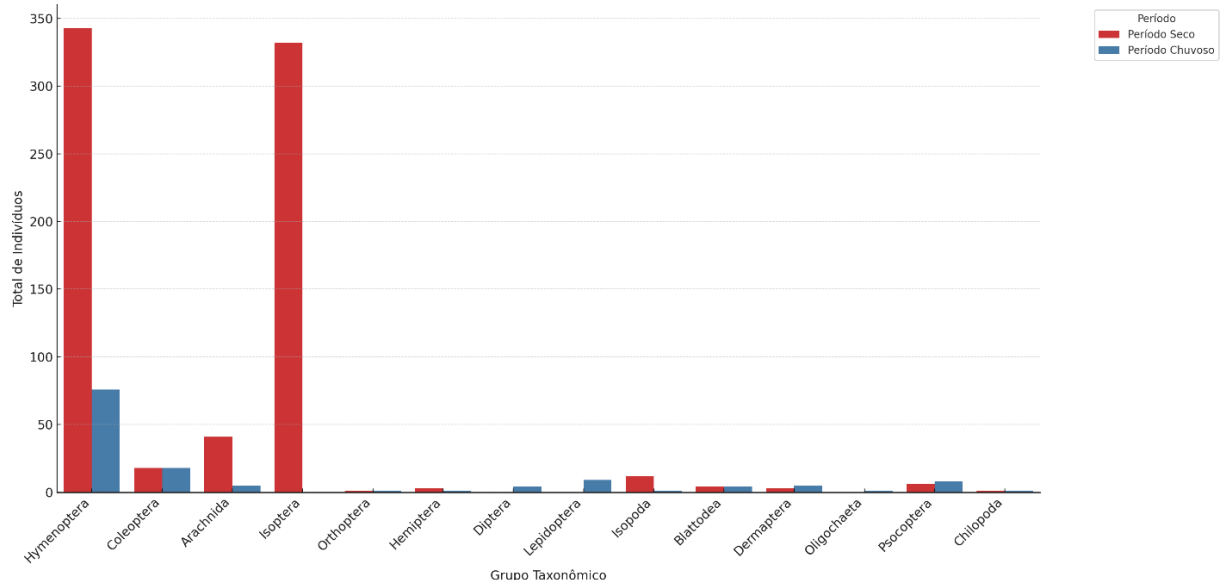
Figura 8: Gráfico média dos grupos em abundância nas áreas no período chuvoso.



No período seco foram totalizados 764 indivíduos registrados e no período chuvoso foram registrados 134 indivíduos, uma redução bastante significativa na atividade ou presença dos organismos em geral. O período seco apresentou uma maior biodiversidade concentrada principalmente em alguns grupos taxonômicos dominantes como Hymenoptera e Isoptera. No período chuvoso houve uma redução no número geral de indivíduos, mas com um leve aumento na diversidade relativa, já que alguns grupos taxonômicos que não estavam presentes no período seco surgem no período chuvoso como Lepidoptera e Oligochaeta.

Sendo assim o levantamento relevou que a comunidade de invertebrados responde de maneira distinta às condições sazonais. Enquanto alguns grupos são claramente mais ativos no período seco, outros parecem se beneficiar das condições de maior umidade trazidas pela estação chuvosa (Figura 9).

Figura 9: Abundância total dos grupos taxonômico nos períodos seco e chuvoso.



De acordo com Oliveira et al. (2018), em um estudo realizado na EMPARN, município de Cruzeta, RN, foi caracterizada a macrofauna edáfica em cultivo de *Nopalea cocholenifera* (palma forrageira) durante os períodos seco e chuvoso. Os resultados indicaram maior abundância na época da estiagem e maior diversidade na época chuvosa, sugerindo que existe uma adaptação desses organismos à escassez hídrica e ao acúmulo de matéria orgânica durante a seca.

Já de acordo com Almeida et al. (2015), em um estudo realizado na Fazenda Caiana, Barra de Santa Rosa, Paraíba, foi analisada a composição e variação sazonal da fauna do solo. O estudo identificou 18 grupos de macrofauna, destacando-se as ordens Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Araneae, Hemiptera e Orthoptera, com padrões sazonais distintos na abundância e diversidade desses grupos.

5. De acordo com Santos et al. (2015), em uma revisão bibliográfica sobre a dinâmica da macrofauna do solo na Caatinga alagoana, observou-se que a família Formicidae da ordem Hymenoptera foi a mais abundante durante ambas as estações climáticas. No entanto, na estação chuvosa, as ordens Isoptera, Gastropoda e Oligochaeta apresentaram aumento em número, diminuindo a diferença numérica entre elas e a Formicidae em comparação à estação seca.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados revelou diferenças marcantes entre os dois períodos sazonais, tanto em termos de número de indivíduos quanto na composição taxonômica observada.

No período seco, a macrofauna apresentou uma alta abundância total, sendo os grupos Hymenoptera e Isoptera os mais representativos.

No período chuvoso, a abundância caiu drasticamente. Esse declínio pode estar relacionado à maior umidade do solo, que pode limitar o deslocamento dos organismos ou afetar negativamente micro-habitats subterrâneos. A composição faunística também mudou: grupos como Diptera, Lepidoptera, Oligochaeta e Dermaptera, ausentes no período seco, passaram a ser registrados, ainda que em menores quantidades, indicando uma possível adaptação sazonal de determinados grupos a ambientes mais úmidos.

A área de referência (REF) destacou-se no período seco por apresentar maior diversidade e riqueza, reforçando a importância da preservação da vegetação nativa e do solo em seu estado mais natural. Áreas como S1.3 também se mostraram relevantes, especialmente por manterem altos índices de abundância. Em contrapartida, a área S1.2 não apresentou nenhum indivíduo durante o período chuvoso, sugerindo condições ambientais desfavoráveis à macrofauna, possivelmente relacionadas ao uso do solo ou à compactação.

Diante desses resultados, reforça-se a relevância da macrofauna edáfica como indicadora da qualidade do solo e da influência das condições sazonais e do uso da terra sobre a biodiversidade. A conservação da fauna do solo é essencial para manter processos ecológicos fundamentais e promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Assim, estudos contínuos e o monitoramento sazonal são recomendados, contribuindo para o entendimento da dinâmica ecológica dos solos e para o desenvolvimento de estratégias de manejo ambientalmente responsáveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHL, D. E. et al. Determination of LAI and light use efficiency for a deciduous forest using MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, v. 102, n. 3–4, p. 305–315, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.02.017> .

ALMEIDA, J. R.; SILVA, M. A.; SANTOS, L. P.; PEREIRA, A. R. Influência do clima na estrutura e abundância da comunidade edáfica no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 75, n. 3, p. 345–352, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/9LN8dDWJF4vxJ8MzpLm7NTn/> .

ALMEIDA, A. C. de; MEDEIROS, M. B.; FARIAS, R. M. de. A desertificação no semiárido brasileiro: causas, efeitos e estratégias de convivência. *Revista Eletrônica do Prodepa*, v. 9, n. 1, p. 22–38, 2015.

ALMEIDA, M. X; SOUTO, J.S; ANDRADE, A. P de. Sazonalidade da macrofauna edáfica do Curimataú da Paraíba, Brasil. *Ambiência*, v. 11, n. 2, p. 393–407, 2015. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2613> . Acesso em: 5 jun. 2025.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. *Cerne*, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253–262, jul./set. 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/569/56943187005.pdf> . Acesso em: 31 maio 2025.

ANDRADE NETTO, J. A.; SILVA, J. F.; LIMA, M. A.; MOURA, M. S. Regeneração natural de espécies arbóreas em áreas de restinga no litoral norte da Bahia. *Revista Árvore*, v. 39, n. 6, p. 1015–1024, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/7t9Yw7L5p5Z9v7v5d3Y8g7m/> . Acesso em: 1 jun. 2025.

ASSAD, Edson D. J. Aspectos ecológicos da fauna edáfica. In: LIMA, J. S.; SANTOS, G. A. (Org.). *Ecologia do solo*. São Paulo: Editora Universitária, 1997. p. 123–145.

ASSOCIAÇÃO NORTE-RIO-GRANDENSE DE ENGENHEIROS AGRÔNOMOS (ANEA). *Projeto Vale Sustentável: recuperação de áreas degradadas visando a conservação da biodiversidade no bioma da Caatinga na região do Vale do Açu e litoral Norte do estado do Rio Grande do Norte*. Disponível em: <https://projetovaluesustentavel.com.br/o-projeto/> . Acesso em: 1 jun. 2025.

AQUINO, A. M. et al. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. *European Journal of Soil Biology*, v. 44, p. 91–97, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.05.001> .

AQUINO, A. M. D. Biodiversidade da fauna edáfica no Brasil. In: LIMA, J. S.; FERREIRA, A. G. (Org.). *Ecologia do solo*. São Paulo: Editora Universitária, 2008. p. 123–145. Disponível em: https://www.academia.edu/4870027/aquino_et_al_2008_biodiversidade_da_fauna_edafica_no_brasil .

AQUINO, A. M. de; SILVA, R. F. da; MERCANTE, F. M. Macrofauna edáfica e qualidade do solo: conceitos, métodos e aplicações. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

ARAÚJO FILHO, J. A. *Desenvolvimento sustentável da caatinga*. Sobral: EMBRAPA-CNPQ, 1996. 45 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/514827> .

ASA BRASIL. Semiárido. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/semiarido> . Acesso em: 1 jun. 2025.

BARETTA, D. *et al.* Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 2, n. 1, p. 97–106, 2003. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

BARETTA, D. *et al.* Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 11, p. 1675–1679, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006001100014> . Acesso em: 1 jun. 2025.

BARETTA, D. *et al.* Efeito do uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos na macrofauna do solo no oeste do estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 2, p. 589–598, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000200014> . Acesso em: 1 jun. 2025.

BARETTA, D. *et al.* Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Org.). *Tópicos em ciência do solo*. 7. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. p. 119–170. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267333227>. Acesso em: 1 jun. 2025.

BARETTA, D.; BROWN, G.; SEEGER, J. *et al.* Fauna edáfica e qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 1, p. 119–170, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/61245379/Fauna_Ed%C3%A1fica_e_Qualidade_Do_Solo. Acesso em: 1 jun. 2025.

BARETTA, D. *et al.* Influência do sistema de uso do solo sobre a comunidade da macrofauna edáfica em Cambissolo Húmico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1047–1054, 2003.

BARETTA, D. *et al.* Macrofauna edáfica e atributos químicos em sistemas agrofloreais em uma área de Floresta Atlântica em Santa Catarina. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n. 1, p. 643–646, 2007.

BARETTA, D. *et al.* Fauna edáfica e atributos químicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de uso no estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 5, p. 955–964, 2006.

BEARE, M. H. *et al.* Influence of soil fauna on soil organic matter and nutrient cycling. *Soil Science Society of America Journal*, [S.l.], v. 58, n. 1, p. 15–22, 1994.

- BEARE, M. H. et al. Soil biodiversity in agroecosystems: impacts of land use and management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 51, p. 51–72, 1994.
- BEDÊ, D.; ALMEIDA, A. F.; LIMA, J. M. Mapeamento de biótopos: uma metodologia para caracterização ambiental. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 49, n. 2, p. 1–10, 1997.
- BECHARA, F. C.; MARTINS, S. V.; ENGEL, V. L. Técnicas de restauração de áreas degradadas em unidades de conservação. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. S1, p. 312–314, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- BOTELHO, J. R. A.; DAVIDE, A. M. R. R. A. Restauração ecológica: conceitos, métodos e aplicações. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n. 1, p. 1–10, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000100001> . Acesso em: 1 jun. 2025.
- BOANARES, D.; AZEVEDO, C. S. O uso de técnicas de nucleação para a restauração ambiental: uma análise bibliométrica. *Natureza e Conservação*, Ouro Preto, v. 12, n. 2, p. 93–98, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/natcon.2014.012>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- BLANCHART, E. et al. Role of soil macrofauna in organic matter dynamics and nutrient cycling. *Biology and Fertility of Soils*, v. 14, n. 2, p. 113–120, 1992.
- BRUSSAARD, L. et al. Biodiversity and ecosystem functioning in soil. *Ambio*, v. 26, p. 563–570, 1997. <https://doi.org/10.1007/BF02909839>
- BUSTAMANTE, J. A.; ALVALÁ, R. C. S.; VON RANDOW, C. Influence of the rainfall seasonal variability in the Caatinga vegetation of NE Brazil by the use of time-series. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v. 4, n. 1, p. 31–44, 2012. <https://doi.org/10.29150/jhrs.v4.1.p31-44>
- BRANCALION, P. H. S. et al. Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. *Biotropica*, v. 48, n. 6, p. 856–867, 2016. <https://doi.org/10.1111/btp.12383>.
- BRASIL ESCOLA. Caatinga: resumo, características, fauna, vegetação e clima. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/caatinga.htm> . Acesso em: 1 jun. 2025.
- BRASIL. *Agenda 21 Brasileira: ações prioritárias*. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 123 p. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas>. Acesso em: 31 maio 2025.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 238, de 22 de dezembro de 1997. Aprova a Política Nacional de Controle da Desertificação e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 dez. 1997. Disponível em: <https://www.in.gov.br> . Acesso em: 31 maio 2025.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9985-18-julho-2000-359708-normaatualizada-pl.html>. Acesso em: 1 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm . Acesso em: 1 jun. 2025.

CORREIA, M. E. F.; PINHEIRO, J. B. Influência da adição de resíduos orgânicos na fauna edáfica em sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, n. 3, p. 567–573, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/4BvZ5X9J6D5tQ5K9t9b3D8/?lang=pt>. Acesso em: 5 jun. 2025.

COSTA, D. S. M.; PEREIRA, A. M. Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA): alternativas desenvolvimentistas para o semiárido do Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 1–12, 2011. Disponível em: <https://www.academia.edu/79481693> . Acesso em: 31 maio 2025.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. Macrofauna do solo e qualidade. *Soil Science Society of America Journal*, v. 64, n. 5, p. 1342–1351, 2000. Disponível em: <https://www.soils.org/publications/sssai/pdfs/64/5/1342> . Acesso em: 1 jun. 2025.

EMBRAPA. Bioma Caatinga. Disponível em: <https://www.embrapa.gov.br/en/web/portal/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga> . Acesso em: 1 jun. 2025.

FONSECA, P. A. F. Eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária (fase de implantação) no bioma Cerrado, Gama – DF. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/jspui/handle/10482/16819> . Acesso em: 1 jun. 2025.

FLORESTANDO O SEMIÁRIDO. A região. Disponível em: <https://www.florestandoosemiarido.org/a-regi%C3%A3o>. Acesso em: 31 maio 2025.

FRAGOSO, C. *et al.* Soil invertebrates as regulators of ecosystem properties. In: LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. (Eds.). *Soil ecology*. Dordrecht: Springer, 1999. p. 49–68. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-28185-1_1.

FRAGOSO, C. et al. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of decomposer biota. *Applied Soil Ecology*, v. 6, p. 17–35, 1997.

GAMA, J. R. V.; BOTELO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 559–566, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/7t9Yw7L5p5Z9v7v5d3Y8g7m/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

- GARCIA, R. A.; CATANOZI, M. C. A. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: SILVA, A. R.; FERREIRA, A. G. (Org.). *Manejo do solo e qualidade ambiental*. Fortaleza: Editora Universitária, 2011. p. 89–112.
- GIRACCA, G.; SILVA, A. R.; BARETTA, D. *et al.* Macrofauna edáfica e estrutura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 4, p. 123–135, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/6JYw6J9V5Jx5p6Y7T6Qk7g6/> .
- GONÇALVES, A. N. Fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento de árvores em regiões áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v. 3, n. 10, p. 99–105, jun. 1982. Disponível em: <https://livrozilla.com/doc/1592179/fatores-limitantes-para-o-crescimento-e-desenvolvimento-de> . Acesso em: 31 maio 2025.
- GUERRA, A. *et al.* Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. *Forest Ecology and Management*, v. 458, p. 117802, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117802> . Acesso em: 1 jun. 2025.
- HEINK, U.; KOWARIK, I. What criteria should be used to select biodiversity indicators? *Biodiversity and Conservation*, Dordrecht, v. 19, n. 13, p. 3769–3797, dez. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9926-6> . Acesso em: 1 jun. 2025.
- HOFFMANN, A. A. *et al.* Uso da fauna edáfica como indicador da sustentabilidade em áreas impactadas por atividades antrópicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 123–132, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/> .
- HOFFMANN, R.; LIMA, J. S.; SOUZA, J. P. *et al.* Macrofauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 34, n. 2, p. 45–58, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbe/a/9LN8dDWJF4vxJ8MzpLm7NTn/> . Acesso em: 1 jun. 2025.
- HOFFMANN, W. A. *et al.* Ecological thresholds at the savanna–forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. *Ecology Letters*, v. 12, n. 7, p. 765–773, 2009.
- HUHTA, V. *et al.* Regulation of microbial activity and litter decomposition by soil macrofauna. *Soil Biology and Biochemistry*, [S.l.], v. 23, n. 5, p. 507–514, 1991. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(91\)90004-4](https://doi.org/10.1016/0038-0717(91)90004-4) .
- HUHTA, V. *et al.* Soil fauna and soil processes: a review. *Biology and Fertility of Soils*, v. 12, p. 57–67, 1991.
- ISPEN – INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA. Caatinga. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/caatinga/> . Acesso em: 1 jun. 2025.
- KOSMAS, C.; KIRKBY, M.; GEESON, N. The Medalus project Mediterranean desertification and land use: manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Brussels: European Commission, 1999. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/73f845d2-9043-48bb-837e-61df0f34a642> .

LOURENTE, R. S.; SILVA, A. R.; NUNES, J. L. *et al.* Fauna edáfica como indicador de degradação do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 2, p. 345–356, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcsoci/a/6JYw6J9V5Jx5p6Y7T6Qk7g6/> .

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. *Soil ecology*. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/book/9789401752817> .

MALVEZZI, J. E. O semiárido brasileiro: realidade e perspectivas. *Revista Brasileira de Política Internacional*, [S.l.], v. 50, n. 1, p. 9–22, 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/79481693/ARTICULA%C3%87%C3%83O_DO_SEMI%C3%81RIDO_BRASILEIRO_ASA_ALTERNATIVAS_DESENVOLVIMENTISTAS_PARA_O_SEMI%C3%81RIDO_DO_BRASIL . Acesso em: 31 maio 2025.

MELO, J. M.; LIMA, A. L.; SOUZA, R. F.; PEREIRA, J. R. Tamanho corporal e função ecológica na classificação da fauna edáfica. *Revista Brasileira de Zoologia*, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 123–130, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/4BvZ5X9J6D5tQ5K9t9b3D8/?lang=pt> .

MERLIM, A. O. *Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP*. 2005. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-21062005-144943/pt-br.php> .

MINISTÉRIO DO TURISMO. Caatinga: o bioma 100% brasileiro. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/assuntos/noticias/caatinga-o-bioma-100-brasileiro> .

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, Londres, v. 403, p. 853–858, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501> .

NUNES, J. L.; SILVA, A. R.; LOURENTE, R. S. *et al.* Macrofauna edáfica e qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 29, n. 1, p. 45–58, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbe/a/9LN8dDWJF4vxJ8MzpLm7NTn/> .

OLIVEIRA, J. R.; SOUTO, M. E. Fauna edáfica e práticas conservacionistas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 3, p. 123–135, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/JYCKw9jKTPbQLM3VdnnvDRw/> . Acesso em: 1 jun. 2025.

OLIVEIRA, F. F. de; SOUZA, J. T. A.; SOUZA, M. dos S. de; CAVALCANTE, L. F.; LIMA, G. F. da C.; BATISTA, J. de L. Macrofauna edáfica em cultivo de palma forrageira no período seco e chuvoso no Seridó Potiguar. *Agropecuária Técnica*, v. 39, n. 2, p. 143–150, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v39i2.39148> . Acesso em: 5 jun. 2025.

((O))ECO. O que é o bioma Caatinga. Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28603-o-que-e-o-bioma-caatinga/> . Acesso em: 1 jun. 2025.

PASINI, A.; BENITO, C. Fauna edáfica e estrutura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, n. 2, p. 89–101, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcsoci/a/9LN8dDWJF4vxJ8MzpLm7NTn/> .

PERES, C. A. *et al.* Ecologia da restauração florestal: conceitos, estratégias e desafios. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 73, n. 4, p. 1.013–1.028, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-71082013000400002> . Acesso em: 1 jun. 2025.

PRADO, D. E. *As caatingas da América do Sul*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. 200 p. Disponível em: https://www.academia.edu/2601388/As_caatingas_da_Am%C3%A9rica_do_Sul . Acesso em: 31 maio 2025.

PRADO, J. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). *Ecologia e conservação da caatinga*. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 3–73. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/252321916_As_caatingas_da_America_do_Sul .

RAMOS, M. A.; SILVA, A. R.; ALMEIDA, A. S.; LIMA, J. S. Índices pluviométricos e sua relação com a dinâmica da macrofauna edáfica no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 567–576, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/4BvZ5X9J6D5tQ5K9t9b3D8/?lang=pt> .

RAMOS, M. A. *et al.* Ações antrópicas e impactos ambientais na Caatinga: uma revisão bibliográfica. *Revista Ouricuri*, v. 7, n. 1, p. 95–114, 2017.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. de. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação*, v. 1, n. 1, p. 28–36, 2003. Disponível em: <https://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/reis2003.pdf>

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 509–518, abr./jun. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509814591> . Acesso em: 1 jun. 2025.

REIS, A.; SOUZA, A. F.; LIMA, R. R. Técnicas e estratégias para a restauração de áreas degradadas: uma revisão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 4, p. 1237–1248, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000400010> .

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C.; LINS-E-SILVA, A. C. B. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. *Hoehnea*, São Paulo, v. 35, p. 209–217, 2008a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062008000200004> .

ROJAS-BOTERO, M.; LÓPEZ, G.; MARTÍNEZ, H. Advances in restoration ecology: integrating ecological functions in degraded tropical ecosystems. *Ecological Restoration*, v. 38, n. 2, p. 145–157, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3368/er.38.2.145> .

ROVEDDER, A. P.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 4, p. 60–71, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Q6mnLfkvdt3B7YBC7TSFQsH/> .

RUIZ-JAÉN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success: how is it being measured? *Restoration Ecology*, Oxford, v. 13, n. 3, p. 569–577, set. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00072.x>. Acesso em: 1 jun. 2025.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. In: FILIPPINI-ALBA, José Maria (org.). *Recuperação de Áreas Mineradas: a Visão dos Especialistas Brasileiros*. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. p. 103–121. ISBN 978-85-7383-496-3. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/884697/1/RECUPERACAO-AREAS-MINERADAS-ed02-2010.pdf>.

SANTOS, Geovânia Ricardo dos *et al.* Influência da precipitação sob a dinâmica dos organismos da macrofauna do solo, na Caatinga alagoana. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE AGROECOLOGIA E SISTEMAS DE BASE ECOLÓGICA, 2., 2015, Campina Grande, PB. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17333> . Acesso em: 5 jun. 2025.

SILVA, A. R.; BARETTA, D.; LIMA, J. S. *et al.* Macrofauna do solo: diversidade e função. *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 22, n. 2, p. 67–78, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbe/a/9LN8dDWJF4vxJ8MzpLm7NTn/> .

SILVA, A. R.; BARETTA, D.; LIMA, J. S. *et al.* Macrofauna edáfica e qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 3, p. 567–578. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/6JYw6J9V5Jx5p6Y7T6Qk7g6/> .

SILVA, C. X. da *et al.* Banco de sementes e a otimização na recuperação de áreas degradadas da Caatinga. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 33, n. 2, e71507, jul. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198050987150> . Acesso em: 1 jun. 2025.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. 2. ed. Tucson: Society for Ecological Restoration, 2004. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ser_primer.pdf . Acesso em: 1 jun. 2025.

SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restoration Ecology*, Malden, v. 23, n. 3, p. 238–251, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/7t9Yw7L5p5Z9v7v5d3Y8g7m/> . Acesso em: 1 jun. 2025.

SWIFT, M. J.; BROWN, A. G.; BOLTON, H. E. Macrofauna do solo: tamanho e função. *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 12, n. 3, p. 45–58, 1979.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). *Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade*. Lavras: Editora da UFLA, 2010. p. 23–41.

SWIFT, M. J.; ANDERSON, J. M.; COLEMAN, D. C. Soil biodiversity and ecosystem function. In: WOLTERS, V. et al. (Org.). *Functional roles of biodiversity: a global perspective*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. p. 247–258.

TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena. *Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p. (Série Documentos, 103). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/340067/1/cursorad2008.pdf>.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. (Eds.). *Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental; The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76 p. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/ecorregioes_site_203.pdf. Acesso em: 31 maio 2025.

WARDLE, D. A.; LAVELLE, P. Influence of soil fauna on ecosystem processes. *Soil Biology and Biochemistry*, [S.l.], v. 29, n. 4, p. 577–580, 1997.

WARDLE, D. A.; LAVELLE, P. Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. *Science of the Total Environment*, v. 184, p. 103–109, 1997.

ZAHAWI, R. A.; HOLL, K. D.; COLE, R. J.; REID, J. L. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. *Journal of Applied Ecology*, v. 50, p. 88–96, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12014>.