



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MURILO SANTOS MURICI DA SILVA

**RESPOSTA DA COLEOPTEROFAUNA NAS ÁREAS ADJACENTES
AO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS
BACIAS DO NORDESTE SETENTRIONAL (PISF)**

PETROLINA - PE

2022

MURILO SANTOS MURICI DA SILVA

**RESPOSTA DA COLEOPTEROFAUNA NAS ÁREAS ADJACENTES
AO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS
BACIAS DO NORDESTE SETENTRIONAL (PISF)**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Bacharelado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Renato Garcia Rodrigues
Coorientador: Dr. Adeilson de Melo Silva

PETROLINA - PE

2022

S586r Silva, Murilo Santos Murici da
Resposta da coleopterofauna nas áreas adjacentes ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF) / Murilo Santos Murici da Silva. – Petrolina-PE, 2022.
xvii, 60 f.: il. ; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2022.

Orientador: Prof.º Dr.º Renato Garcia Rodrigues

Inclui referências.

1. Insetos - Brasil. 2. Besouros 3. Coleópteros. 4. Degradação ambiental. 5. Caatinga. I. Título. II. Rodrigues, Renato Garcia. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 595.70981

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.
Bibliotecária: Andressa Lais Machado de Matos CRB – 4/2240

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

CURSO DE GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

MURILO SANTOS MURICI DA SILVA

**COLEOPTERA COMO PARÂMETRO DE RECUPERAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS NA CAATINGA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas, pela
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 12 de abril de 2022.

Banca Examinadora



(Doutor Renato Garcia Rodrigues, Universidade Federal do Vale do São
Francisco -UNIVASF).



(Doutor Fábio Socolowski – Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental –
NEMA/UNIVASF).



Janderson Batista Rodrigues Alencar (Apr 12, 2022 18:05 EDT)

(Mestre Janderson Batista R. Alencar, - Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia).

Dedico este trabalho a toda minha família e amigos em especial a minha mãe Eliete Silva dos Santos e ao meu pai Edson Murici da Silva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus irmãos e toda minha família por acreditarem em minha capacidade nessa jornada e por toda força, solidariedade, empatia e alicerce me dado para que eu continuasse na Universidade.

A minha mãe e ao meu pai por serem guerreiros, corajosos e por me passarem os maiores ensinamentos da vida, sem vocês nada disso seria possível.

Aos colegas da turma e todos aqueles que conheci durante o curso em Petrolina-PE e em Juazeiro-BA, muitos destes tiveram participação em minha formação como profissional e como pessoa, expandindo minha visão de mundo e agregando valores na minha caminhada, sou grato a todos.

A “tia Téta e Tio Zô” pela recepção na cidade no início do curso e por todo suporte dado a um jovem de 17 anos fora de sua cidade natal e sem nenhum parente por perto, serei eternamente grato a vocês e a família.

A todos aqueles que em algum momento dividiram o lar com a minha pessoa e o qual tenho grande apreço por todos por dividir não só um espaço físico, mas todas as derrotas, vitórias, problemas, aflições, alegrias e diversões diárias durante esses anos.

A Naine e Natalia por serem parceiras nessa caminhada, por me estenderam a mão nos momentos que precisei, por todo apoio, por acreditarem em mim, por dividirem esse e diversos outros momentos durante esse tempo, pelas conversas, viagens e muito mais, serei eternamente grato.

Aos professores que dedicam seu tempo e vida para mudarem a vida de muitos, por apresentarem caminhos no fim do túnel, por agregar tanto na vida de um aluno e por me proporcionarem experiências incríveis.

Ao CEMAFAUNA e NEMA por me aceitarem como estagiário e contribuírem imensamente me proporcionando experiências e bagagem na minha vida profissional, sou grato por todo conhecimento adquirido e pelas amizades que fiz.

Ao Prof. Dr. Renato Garcia, pelas palavras de apoio, contribuição na minha formação como pessoa e profissional e pela orientação nesse desafio.

Ao Dr Adeilson Melo, coorientador que me ajudou desde o momento do estágio me apresentando a fauna do solo e sua importância para o ecossistema até

o momento final do trabalho, pelas discussões sobre diversos assuntos da vida e pela amizade.

Ao Fábio Socolowski por me apresentar pela primeira vez o trabalho e essa temática e ao Janderson Batista por aceitarem contribuir com este trabalho participando da banca examinadora e pela compreensão.

Aos servidores e terceirados que se esforçam, que também contribuíram imensamente para que esse momento acontecesse.

A UNIVASF por todo o auxílio e suporte durante o curso, por me proporcionar essa formação acadêmica, por todo o espaço, e pelo conhecimento adquirido de diversas formas no decorrer da formação.

A todos aqueles que não consegui citar aqui de forma direta e a todos aqueles que tiver qualquer contato, sintam-se importantes nessa jornada.

A todos vocês, muito obrigado!

" Estamos todos conectados; uns aos outros biologicamente, à Terra quimicamente e ao resto do universo atómicamente."– Nail deGrasse Tyson

RESUMO

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF) é o maior projeto de infraestrutura hídrica do Brasil o que se resume em 28.000 hectáres de desmatamento, áreas que devem ser recuperadas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD sobre a Coleopterofauna de áreas degradadas (referência negativa), áreas degradadas em recuperação (intervenção) e áreas de Caatinga não desmatadas para a obra (referência positiva) e analisar esses dados desse grupo nos diferentes habitats. A coleta da assembleia da fauna edáfica foi utilizando-se armadilhas do tipo "pitfall" (armadilhas de queda). As áreas de referência positiva apresentaram uma menor riqueza com o morfotipo 1 (94 ind.) mais abundante em comparação com as áreas de referência negativa com o morfotipo 1(62 ind.) e as áreas de intervenção. As áreas de referência positiva com exceção da área Uri não demonstraram uma dominância de algum morfotipo. A análise de similaridade não agrupou as áreas conforme seu grau de degradação, sugerindo que este fator não influenciou na formação das assembleias. Como a degradação foi causada numa estrutura linear numa faixa de apenas 200m, possivelmente aspectos da matriz florestal vizinhas as áreas avaliadas estejam influenciando mais que o grau de degradação.

Palavras-chave: Caatinga. Recuperação. Bioindicador. Coleoptera

ABSTRACT

The Integration Project of the São Francisco River with the Basins of the Northern Northeast (PISF) is the largest water infrastructure project in Brazil, which amounts to 28,000 hectares of deforestation, areas that must be recovered. The objective of this study was to evaluate the effect of the Recovery Plan of Degraded Areas - PRAD on the Coleopterofauna of degraded areas (negative reference), degraded areas under recovery (intervention) and Caatinga areas not cleared for the work (positive reference) and analyze these data of this group in different habitats. The collection of the edaphic fauna assembly was done using pitfall traps. The positive reference areas showed a lower richness with the most abundant morphotype 1 (94 ind.) in comparison with the negative reference areas with morphotype 1 (62 ind.) and the intervention areas. The positive reference areas with the exception of the Uri area did not show a dominance of any morphotype. The similarity analysis did not group the areas according to their degree of degradation, suggesting that this factor did not influence the formation of the assemblages. As the degradation was caused in a linear structure in a band of only 200m, possibly aspects of the forest matrix neighboring the evaluated areas are influencing more than the degree of degradation.

Key-words: Caatinga. Recovery. Bioindicator. Coleoptera

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição do rio São Francisco desde a sua nascente em Minas Gerais, a extensão dos eixos Norte e Leste e os Ramais: (1) Agreste, (2) Apodi e (3) Salgado.	17
Figura 2 - Canal da obra do PISF, maquinário e atuação do NEMA na recuperação de áreas degradadas.	18
Figura 3 - Áreas de referência positiva nas cidades de Cabrobó-PE, Salgueiro-PE e Sertânia-PE.	28
Figura 4 - Localização da área URI (referência positiva).	28
Figura 5 - Áreas de referência negativa ao longo do canal.	29
Figura 6 - Área D2 ao lado do canal (área de alto impacto de degradação).	30
Figura 7 - Áreas de recuperação ao longo do eixo leste.	31
Figura 8 - Área 3049 (uma das áreas que obteve intervenção do NEMA).	31
Figura 9 - Esquema representativo de métodos de semeadura direta de baixa densidade (a) e alta densidade (b).....	33
Figura 10 - Esquema conceitual do núcleo de aceleração da regeneração natural com pioneiras (NARN-P).....	34
Figura 11 - Esquema conceitual de um núcleo de aceleração da regeneração natural com espécies secundárias (NARN-S). São pequenos núcleos com um diâmetro máximo de 5 m, geralmente distribuídos ao longo de áreas em regeneração natural intermediária.....	35
Figura 12 - Esquema de distribuição das armadilhas de pitfall no grid.	36
Figura 13 - Armadilhas de pitfall enterradas na mesma distribuição do esquema “Grid pitfall”.....	36
Figura 14 - Armadilha de pitfall rente ao solo contendo 200 ml de solução de detergente neutro a 5%, para a quebra da tensão superficial e 12 gotas de formaldeído (Formol P.A.) para conservação dos indivíduos.	37
Figura 15 - Pote com os indivíduos coletados das armadilhas de pitfall dos grid’s. (a) Pote com numeração do polígono e sua unidade amostral; (b) vista do conteúdo de coleta.....	38

Figura 16 - Momento de triagem dos indivíduos coletados, separando à nível de Ordem.	38
Figura 17 - Potes com identificação do ponto de coleta e do grupo de indivíduos: (a) vista superior; (b) Vista lateral.	39
Figura 18 - Separação de besouros por morfologia.	39
Figura 19 - Besouros sendo montados e expostos a uma temperatura de 39°C por um período de 48 horas: (a) estufa com lâmpada amarela e besouros montados em isopor com alfinetes; (b) termômetro medindo a temperatura dentro da estufa improvisada ligada.	40
Figura 20 - Estúdio de fotografia improvisado com luzes de lupa, flash, extensor de lente e câmera fotográfica Canon: (a) câmera apoiada em tripé com iluminação de lupas no laboratório de Multiuso do NEMA; (b) momento do registro fotográfico.....	41
Figura 21 - Gráficos das estruturas das assembleias de acordo com a abundância relativa de Coleoptera nas áreas de referência positiva (Captação, Junco, Uri e Salão).....	45
Figura 22 - Gráficos das estruturas das assembleias de acordo com a abundância relativa de Coleoptera nas áreas de referência negativa (ÁREA D1, ÁREA D2 e ÁREA D4).....	46
Figura 23 - Gráficos das estruturas das assembleias de acordo com a abundância relativa de Coleoptera nas áreas de intervenção (3017, 3019, 3049 e 4179).	47
Figura 24 - Dendrograma com relação cofenética Análise do índice de similaridade de Bray Curtis = 0,9008.....	50

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de riqueza (S), Abundância (S), Diversidade Alpha de Fisher, Equitabilidade de Pielou, estimador de riqueza Chao-1 e Dominância nas áreas de coleta.....	44
Tabela 2 – Dados de diversidade Alpha de Fisher e de Equitabilidade de Pielou para as áreas de coleta: Referência positiva, referência negativa e áreas de intervenção.	48
Tabela 3 - Dados de riqueza (S) e estimador de riqueza CHAO 1 para as áreas de coleta.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco com o Nordeste Setentrional
NEMA	Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
PBA 23	Programa de Conservação da Fauna e Flora
PBA-09	Plano Básico Ambiental-09
PRAD	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
SBD	Semeadura de baixa intensidade
SAD	Semeadura de alta densidade
NARN-P	Núcleo de regeneração Natural de aceleração com pioneer
NARN-S	Núcleo de regeneração natural de aceleração com secundários
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
VPR	Vilas Produtivas Rurais
PAST	Paleontological Statistics
MW	Megawatt
S	Número de espécies
N	Número de indivíduos
J	Equitabilidade
pi	Abundância relativa

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
=	Igual
+	Adição
/	Divisão
<	Menor que
>	Maior que

SUMÁRIO

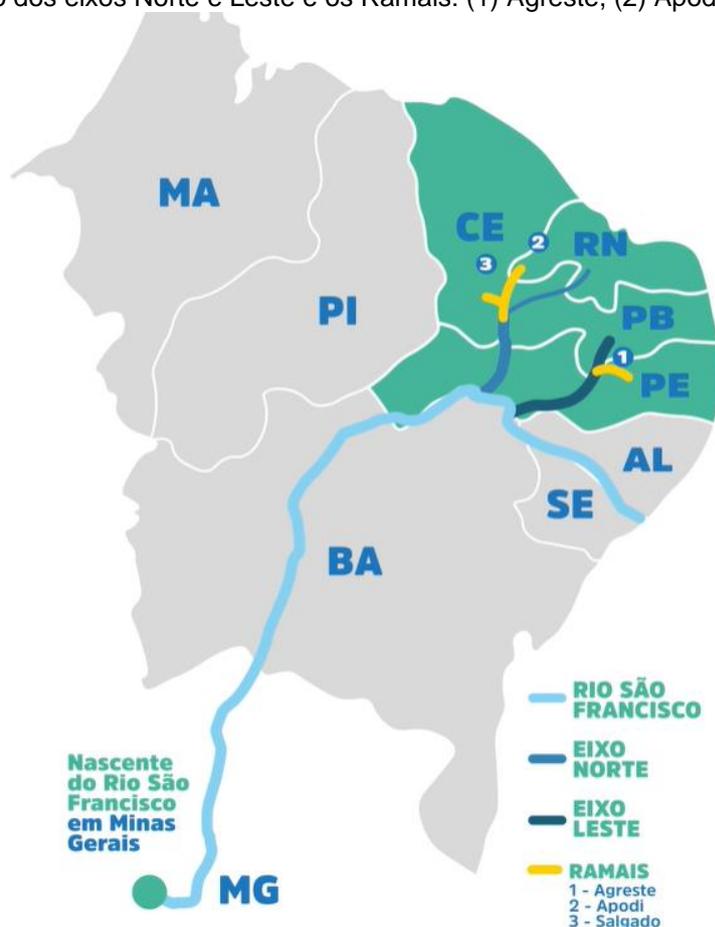
1 INTRODUÇÃO	17
2 JUSTIFICATIVA	20
3 REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1 RIO SÃO FRANCISCO E PISF	21
3.2 AVALIAÇÃO, MONITORAMENTO E FAUNA DO SOLO COMO BIOINDICADORA AMBIENTAL	23
4 OBJETIVOS	26
4.1 OBJETIVO GERAL	26
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
5.1 ÁREA DE ESTUDO.....	27
5.1.1 Áreas de referência positiva.....	27
5.1.2 Áreas de referência negativa	29
5.1.3 Áreas de recuperação	30
5.1.3.2 Semeadura de Alta Densidade (SAD)	32
5.1.3.3 Núcleo de Aceleração de Regeneração Natural com Pioneiras (NARN-P) ...	33
5.1.3.4 Núcleo de Aceleração de Regeneração Natural com Secundárias (NARN-S)	34
5.2 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS E DOS GRID'S	35
5.3 ARMADILHAS, COLETA E TRANSPORTE	37
5.4 TRIAGEM DA MACROFAUNA DO SOLO	38
5.5 SELEÇÃO DA ORDEM COLEOPTERA, MORFOTIPAGEM, REGISTROS FOTOGRAFÍCOS E TABELA DE DADOS	39
5.6 ANÁLISE DOS DADOS/CÁLCULOS	41
6 RESULTADOS.....	43
6.1 RIQUEZA OBSERVADA	43

6.2 RANK-ABUNDÂNCIA.....	44
6.3 DIVERSIDADE ALPHA DE FISHER E EQUITABILIDADE DE PIELOU (J)	47
6.4 ESTIMADOR DE RIQUEZA <i>CHAO 1</i>	48
6.5 ANÁLISE DE SIMILARIDADE INDICE DE BRAY CURTIS	49
7 DISCUSSÃO	51
8 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
ANEXOS	59

1 INTRODUÇÃO

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF) é o maior projeto de infraestrutura hídrica do Brasil, que consiste, basicamente, na transferência de água através de canais entre bacias hidrográficas na região semiárida brasileira para atender a demanda de água de pessoas que vivem nos estados mais setentrionais da região seca do nordeste do Brasil (MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2022).

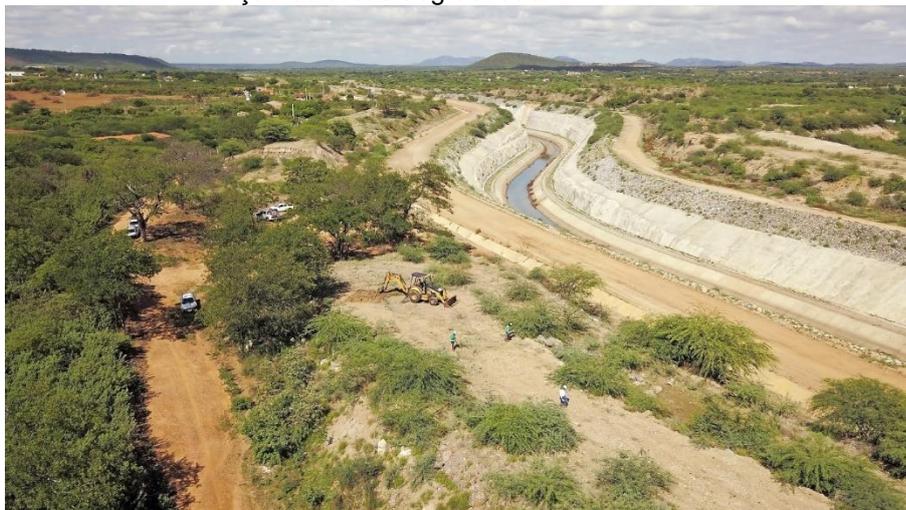
Figura 1 - Distribuição do rio São Francisco desde a sua nascente em Minas Gerais, a extensão dos eixos Norte e Leste e os Ramais: (1) Agreste, (2) Apodi e (3) Salgado.



Fonte: Extraído de MINISTERIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, (2022)

Os canais (eixo Norte e eixo Leste) possuem mais de 220 km cada (**Figura 2**). Os mesmos tiveram a vegetação removida em toda sua extensão e em uma faixa de 200 m lateralmente, que terá que ser recuperada, o que se resume em cerca de 28.000 hectares de desmatamento legalmente autorizados para a instalação do projeto (SOCOLOWSKI et. al., 2021).

Figura 2 - Canal da obra do PISF, maquinário e atuação do NEMA na recuperação de áreas degradadas.



Fonte: Adla Montefusco e Geraldo Sobrinho, 2021.

O Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA), da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), foi criado em 2014 com o objetivo de mitigar e compensar os danos ambientais causados pela implantação das estruturas do PISF com a execução do Subprograma de Monitoramento das Modificações da Cobertura, Composição e Diversidade Vegetal, do Programa de Conservação da Fauna e Flora (PBA 23).

O desenvolvimento e a criação de métodos de restauração adaptados às condições locais do ecossistema da Catinga como a nucleação, semeadura de baixa intensidade (SBD), semeadura de alta densidade (SAD), núcleo de regeneração Natural de aceleração com pioneer (NARN-P) e núcleo de regeneração natural de aceleração com secundários (NARN-S) ajudam a preencher lacunas de informação na literatura de recuperação para a Caatinga. Essa evolução dos modelos e técnicas de implantação desenvolvidos no NEMA, desde a primeira intervenção em 2016, propiciou um maior potencial de sucesso de sobrevivência das mudas plantadas e uma maior cobertura do solo (SOCOLOWSKI et. al., 2021; LIMA, 2021).

O solo pode ser considerado um corpo vivo e dinâmico (SILVA, 2016), em que os componentes bióticos transformam a estrutura abiótica e contribuem para o desenvolvimento de plantas e do ecossistema como um todo. A fauna do solo tem sido bastante utilizada como bioindicadores ambientais, (SILVA et al., 2006), pois ela

é constituída de invertebrados que têm parte de seu desenvolvimento ou toda a vida no solo, vivendo no interior ou na superfície (AGUIAR et al., 2021).

Alguns grupos de insetos são bioindicadores de degradação e de qualidade ambiental, sendo um dos parâmetros de avaliação da recuperação das áreas degradadas. Dentre os grupos de insetos, os coleópteros são bastante utilizados para se analisar a qualidade ambiental, corroborando com o entendimento da estrutura da assembleia em prol de avaliar em que nível está a recuperação das áreas.

As mudanças nos padrões de comportamento, diversidade, abundância e riqueza de espécies da Ordem Coleoptera, popularmente conhecidos como besouros, têm sido utilizadas em vários trabalhos como ferramenta para explicar os distúrbios ambientais, em várias partes do mundo. Dessa forma conhecer a diversidade de espécies, os serviços prestados e seu grau de interação com os ambientes que ocupam permite analisar os efeitos das modificações antrópicas sob os ecossistemas (OLIVEIRA et al., 2014; AGUIAR et al., 2021).

2 JUSTIFICATIVA

As áreas de atuação do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) são locais que sofreram supressão e degradação extrema, assim é necessário a compensação dos danos ambientais, realizando replantio de mudas e sementes nos locais de impacto objetivando recuperar essas áreas. Além disso, o NEMA faz o acompanhamento e estudos dessas áreas para saber o nível de degradação e analisar a qualidade ambiental desses mesmos ambientes.

Os coleópteros possuem uma alta capacidade de reprodução em um curto período, atuam na ciclagem de nutrientes e estão altamente relacionados com o solo em que habitam, assim eles respondem de forma diferente as ações antrópicas. Então é possível dizer que estes indivíduos podem atuar como bioindicadores da qualidade do solo, evidenciando um diagnóstico tanto do próprio solo como também da recuperação em si.

Apesar da importância da fauna do solo ser bastante reconhecida nos estudos de áreas degradadas e em áreas em recuperação, são poucos os estudos desenvolvidos sobre esses atributos em áreas do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF). Os estudos sobre as assembleias de Coleoptera, nas áreas degradadas e em processo de recuperação escolhidas são muito importantes, pois, fornece informações para prevenção do processo degradativo, e avalia a eficiência das medidas conservacionistas empregadas, auxiliando na escolha de técnicas que irão facilitar a recuperação das áreas degradadas e os fatores que irão influenciar esses processos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O Nordeste Brasileiro é historicamente afetado por diversos eventos de seca, em consequência disso a região já detinha de um alto índice de mortalidade, um dos eventos mais extremos é marcado pelo extermínio de 85% das criações de animais; morte de até 500 mil pessoas ao longo do século XIX e migração de cerca de 10 mil nordestinos afetados pela seca (MARENGO et al., 2017). Sem acesso a equipamentos ou irrigação, e devido à seca, o cultivo de diversas culturas no Nordeste depende do volume e regularidade das chuvas (NOBRE et al., 2011).

3.1 RIO SÃO FRANCISCO E PISF

O rio São Francisco é considerado um dos maiores e mais importantes rios da América do Sul. Em 4 de outubro de 1501, dia de São Francisco de Assis, a expedição exploradora de Américo Vespúcio chegou à foz do imenso rio, entre Alagoas e Sergipe. O nome do rio então foi alterado de Opará, o “rio-mar”, como os indígenas o denominava, para São Francisco (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 2016).

O rio tem suas nascentes na Serra da Canastra, no estado de Minas Gerais, e escorre sentido sul-norte. Com 639.219 km² de área de drenagem, sua bacia ocupa 7,5% do território do país, o equivalente à área da França (ANA, 2015). A calha principal do rio percorre 2700 km e atravessa os estados da Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%) e o Distrito Federal (0,2%). Segundo o Comitê de Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (CBHSF), 507 municípios estão na área de abrangência da bacia. Estima-se que 18 milhões de brasileiros vivam em torno da bacia, que tem 168 afluentes (CBHSF, 2016).

O PISF, em fase final de execução, foi divulgado pelo Ministério da Integração em 2004. Segundo o projeto, a obra foi pensada pela primeira vez em 1875, quando uma grande seca foi registrada no Nordeste (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2004). Nesse contexto, a transposição do rio São Francisco é vista há mais de um século como solução para a escassez de água no semiárido brasileiro.

O Eixo Norte é composto por, aproximadamente, 402 km de canais artificiais, fluxo médio de 45,2 m³/s, 4 estações de bombeamento, 22 aquedutos, 6 túneis e 26 reservatórios de pequeno porte. Nesse eixo, ainda estão previstas duas centrais hidrelétricas junto aos reservatórios de Jati e Atalho, no Ceará, com, respectivamente, 40 MW e 12 MW de capacidade (SOARES, 2013).

O Eixo Leste tem cerca de 220 km, foi previsto fluxo médio de 18,3 m³/s, indo até a Paraíba, levando água para o açude Poço da Cruz (PE) e para o rio Paraíba, responsável pela manutenção dos níveis do açude Epitácio Pessoa (PE), também chamado de Boqueirão. Esse eixo, além dos canais, compõe-se de 5 estações de bombeamento, 5 aquedutos, 2 túneis e 9 reservatórios (SOARES, 2013). Suas águas serão destinadas às bacias nos estados de Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2004).

O projeto é grandioso e segundo o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) (2022) tanto o eixo Leste como o eixo Norte já estão com 100% de operação, neste período foram gastos cerca de 14,6 bilhões de reais, 390 municípios foram atendidos e 12 milhões de pessoas serão beneficiadas com a obra (MDR, 2022).

Segundo Azevedo (2012), não existem projetos de transferência de água que não deixem impactos, o grau de sustentabilidade das regiões envolvidas deve ser muito bem avaliado e a real magnitude da degradação ambiental causada pela movimentação de solo e maquinário nas áreas afetadas deve ser conhecida e mitigada.

Na construção do PISF, foi necessária a supressão de áreas vegetais, aberturas de estradas paralelas para o acesso do maquinário e dos trabalhadores envolvidos na obra, além da construção do canal propriamente dito. As áreas desmatadas em decorrência das obras do PISF tem possibilitado o estabelecimento de espécies exóticas onde algumas já se encontram em situação de invasão, podendo trazer impactos negativos à biodiversidade da Caatinga (FERREIRA, 2016).

3.2 AVALIAÇÃO, MONITORAMENTO E FAUNA DO SOLO COMO BIOINDICADOR AMBIENTAL

A recuperação da área tem como definição a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”, conforme art. 2º, inciso XIII, da Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000).

A recuperação ambiental consiste na aplicação de conhecimentos ecológicos para favorecer a restauração de ecossistemas naturais degradados e mitigar impactos ambientais com efeitos negativos advindos de atividades antrópicas (BRANCALION et al., 2015). A execução de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e a evolução dos métodos de recuperação tem uma estreita relação com o monitoramento desses PRAD, seja ele temporal como a longo prazo avaliando o restabelecimento do processo ecológico em determinada área (UEHARA; GANDARA, 2011).

O monitoramento de um PRAD é um processo contínuo em que se avalia por meio de diversas ações se os objetivos de recuperação estão sendo alcançados mediante a seleção e mensuração de descritores que indiquem alteração sobre os processos ou variáveis que se relacionam com o PRAD em execução ou com o restabelecimento de processos ecológicos sobre a área em recuperação ambiental (BRANCALION et al., 2019).

Uma das formas de avaliação dos impactos ambientais oriundos da intervenção humana no ecossistema pode ser efetuada através da análise dos organismos presentes neles. Esses organismos são utilizados como bioindicadores, os quais são sensíveis às alterações na estrutura de um ecossistema. Os bioindicadores podem ser usados para a indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão vegetal, mudanças climáticas e degradação dos ecossistemas (DA SILVA et al., 2011).

Estes indivíduos possuem uma alta diversidade, rápida capacidade de reprodução, ciclo de vida curto e uma relação íntima com a ciclagem de nutrientes, em consequência disso, exercem influência sobre o ciclo da matéria orgânica e a dispo-

nibilidade dos nutrientes assimiláveis pelas plantas (SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2019; AGUIAR et al., 2021).

Os bioindicadores auxiliam os pesquisadores na avaliação da qualidade do solo e os insetos são os mais importantes tanto por ser os mais diversos em número de espécie, como pela facilidade de amostragem, porém, existe a dificuldade de identificação das espécies de alguns grupos (WINK et al., 2005). Esses indicadores ambientais são atributos passíveis de mensuração e devem ser vistos como uma importante ferramenta para avaliar variáveis e componentes de um ecossistema e assinalar mudanças ocorridas no ambiente em questão (BARETTA et al., 2011).

De acordo com Baretta et al. (2010), bioindicadores ou indicadores biológicos são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença ou ausência, abundância e condições nas quais os indivíduos se encontram revelam determinada condição ambiental.

É pertinente dizer que o solo, sendo um corpo vivo e dinâmico, está sujeito a perturbações naturais ou antrópicas (SILVA, 2016). A macrofauna do solo tem importante papel nos processos do ecossistema no que concerne à ciclagem de nutrientes e estrutura do solo, por ser responsável pela fragmentação dos resíduos orgânicos, mistura das partículas minerais e orgânicas, redistribuição da matéria orgânica, além de produzir "pellets" fecais (BARETTA et al., 2007).

A ordem Coleoptera mais conhecida popularmente pelos besouros contém a maior diversidade de insetos no mundo, totalizando cerca de 30% de todos os animais conhecidos e 40% do total de insetos (BOUCHARD, 2017). Esse grupo sobressai, também, pela abundância nos mais diferentes ecossistemas e atua em vários níveis tróficos, o que pode classificá-los como pragas agrícolas, polinizadores, dispersores de sementes, predadores e decompositores (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011).

Os coleópteros apresentam grande diversidade de comportamentos com espécies desempenhando vários serviços ecossistêmicos (detritívoros, necrófagos, coprófagos, carnívoros) essenciais para a ciclagem de nutrientes no solo. São sensíveis às mudanças ambientais, que afetam diretamente a riqueza, a distribuição, a

abundância e até a estrutura de suas guildas. As mudanças nos padrões de comportamento e na abundância sazonal dos insetos têm sido utilizadas como ferramenta para explicar os distúrbios ambientais, em várias partes do mundo (OLIVEIRA et al., 2014).

Os coleópteros possuem características que os qualificam como um grupo apropriado para estudos ecológicos (FREITAS et al., 2006) Dentre essas características se destacam a alta reprodução e ligação direta com o solo, o que o coloca como um bom indicador ecológico. Vários trabalhos têm sido realizados com intuito de obter dados a respeito da diversidade, abundância e riqueza de espécies de besouros em diferentes habitats (AUAD e CARVALHO, 2011).

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do PRAD sobre a assembleia de Coleópteros.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar a riqueza de besouros nas áreas de coleta.

- Comparar a abundância e composição de morfotipos fauna de Coleópteros em área de Caatinga, caatinga degradada pelas obras de transposição do rio São Francisco e Caatinga em recuperação.

- Identificar e quantificar a nível de morfotipos os indivíduos da Ordem Coleoptera.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado nas áreas do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) no eixo leste e no eixo norte onde foi comparado três diferentes tipos de condições ambientais: áreas de referência positiva (Salão, Captação, Junco e Uri), áreas de referência negativa ao longo do canal (Pousio 01, Pousio 02 e Pousio 04) e as áreas de recuperação que obtiveram a intervenção do NEMA (3017, 3019, 3049 e 4179) que também estão localizadas ao longo do canal.

Para avaliação comparativa dos parâmetros indicadores do sucesso da recuperação, foram apontadas áreas de referência dentro da faixa de domínio dos canais (áreas degradadas indicadas na seleção) e dentro das Reservas Legais das Vilas Produtivas Rurais: Captação, Junco e Uri, no eixo norte, e Salón no eixo leste.

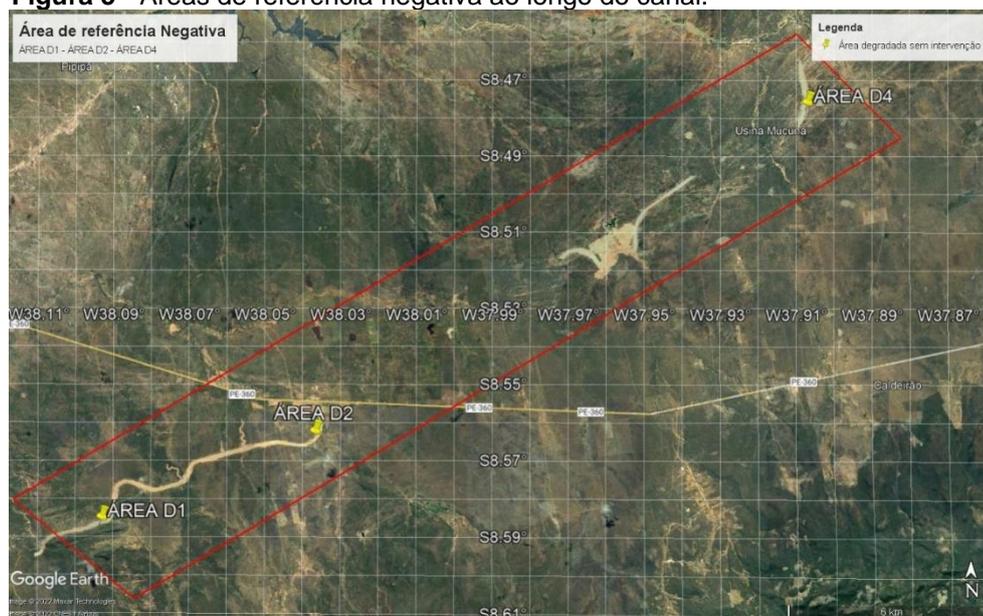
5.1.1 Áreas de referência positiva

As áreas de referência positiva (**Figura 3**) são nomeados Salón, Captação, Junco e Uri (**Figura 4**) e estão localizadas nas cidades de Cabrobó-PE, Salgueiro-PE e Sertânia-PE, estas áreas possuem solo natural com vegetação de Caa-tinga não desmatada pela obra e funcionam nessas localidades Vilas Produtivas Rurais (VPR) tanto no eixo Norte como no eixo Leste.

5.1.2 Áreas de referência negativa

As áreas de referência negativa (**Figura 5**) são nomeadas Área D1, Área D2 (**Figura 6**) e Área D4 e estão localizadas na cidade de Floresta-PE, estas áreas estão ao longo do canal em uma faixa 200m que foi removida lateralmente ao canal, passaram por um alto impacto de degradação como supressão da vegetação, movimentação de maquinário da obra, solo revirado em diversas partes e acúmulo de material proveniente da obra. Dessa forma o solo destes locais varia entre solo natural, jazida e bota fora (local onde são descartados os materiais provenientes de obras).

Figura 5 - Áreas de referência negativa ao longo do canal.



Fonte: Extraído do Google Earth, 2022.

Figura 6 - Área D2 ao lado do canal (área de alto impacto de degradação).



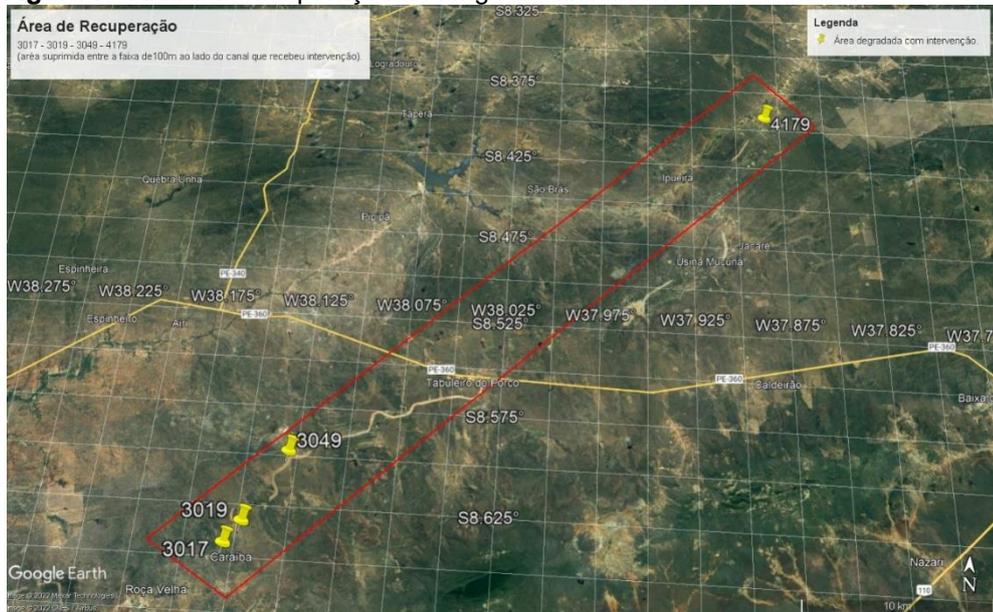
Fonte: Extraído do Google Earth, 2022.

5.1.3 Áreas de recuperação

As áreas de recuperação (**Figura 7**) são nomeadas de 3017, 3019, 3049 (**Figura 8**), e 4179 e estão localizadas nas cidades de Custódia-PE e Floresta-PE, semelhante às áreas de referência negativa também sofreram com o alto impacto de degradação e estão localizadas ao longo do canal no eixo Leste e seu solo varia entre solo natural e bota-fora. A grande diferença é que estas áreas tiveram interferência com um conjunto de ações em larga escala do NEMA com o objetivo da recuperação das áreas degradadas e a fim de mitigar os impactos ambientais. As coletas foram feitas quando se havia apenas um ano de intervenção.

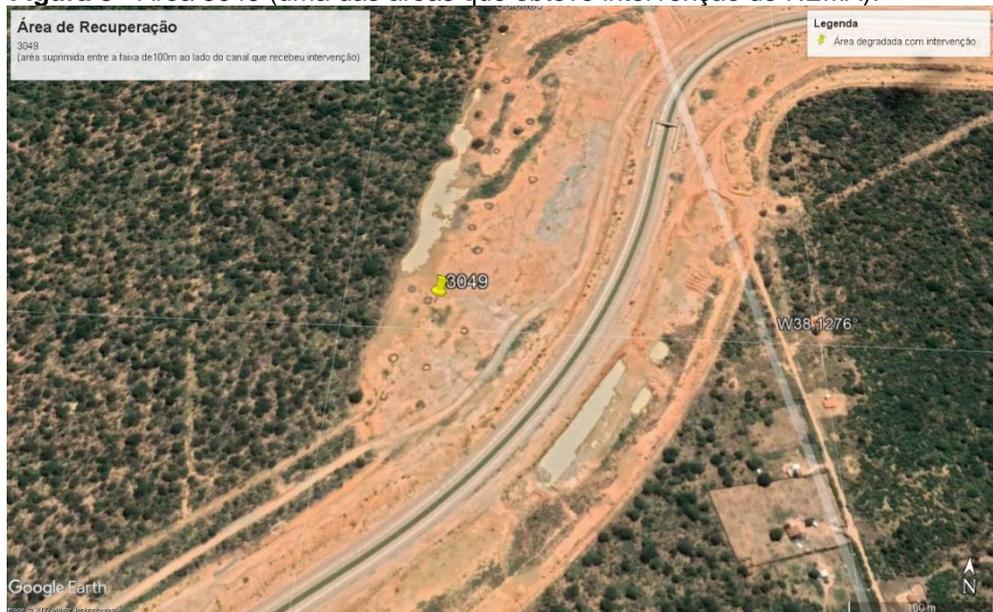
Seu princípio é que a regeneração natural pode ser acelerada e conduzida através de ilhas de regeneração espalhados pela paisagem degradada e que servirão inicialmente como atratores de fauna dispersante e retentores de propágulos (Corbin & Holl, 2012). Posteriormente, esses núcleos servirão como fonte de propágulos para toda a paisagem degradada. (SOCOLOWSKI et al., 2021).

Figura 7 - Áreas de recuperação ao longo do eixo leste.



Fonte: Extraído do Google Earth, 2022.

Figura 8 - Área 3049 (uma das áreas que obteve intervenção do NEMA).



Fonte: Extraído do Google Earth, 2022

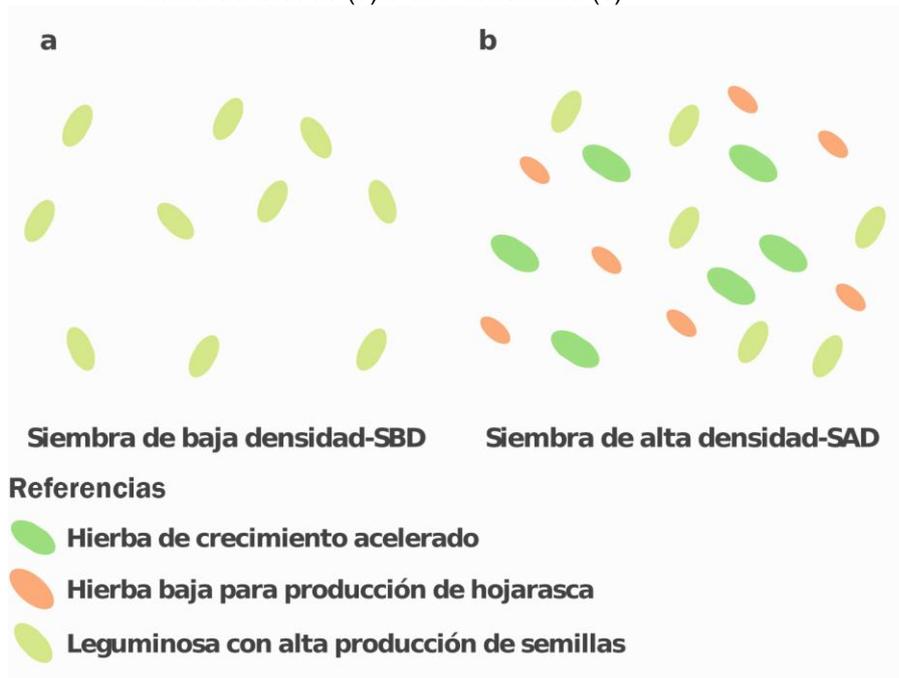
5.1.3.1 Semeadura de baixa densidade (SBD)

Este é um método adequado para áreas degradadas que tiveram remoção total da vegetação, tem o objetivo de restaurar uma cobertura vegetal inicialmente de herbáceas de crescimento rápido não focando na diversidade vegetal, mas sim na cobertura inicial do solo. Para este fim, uma espécie nativa local comum de Fabaceae, *Senna uniflora* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby (Lorenzi, 2008; Alves et al., 2009), foi escolhida para colonizar áreas degradadas de Caatinga, com o potencial de recuperar estas áreas, (SOCOLOWSKI, et al., 2021).

5.1.3.2 Semeadura de Alta Densidade (SAD)

Semelhante a semeadura de baixa densidade SBD, este método apresenta uma maior riqueza e densidade acrescentando além de uma leguminosa com alta produção de sementes (*S. uniflora*), outras espécies com diferentes atributos ecológicos e funcionais. Foram selecionadas espécies vegetais nativas do Brasil: *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer (Lamiaceae), *Sida galheirensis* Ulbr. (Malvaceae), *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze (Lamiaceae) e/ou *Herissantia crispa* (L.) Brizicky (Malvaceae), (SOCOLOWSKI, et al., 2021).

Figura 9 - Esquema representativo de métodos de semeadura direta de baixa densidade (a) e alta densidade (b)



Fonte: Extraído de SOCOLOWSKI et al., 2021

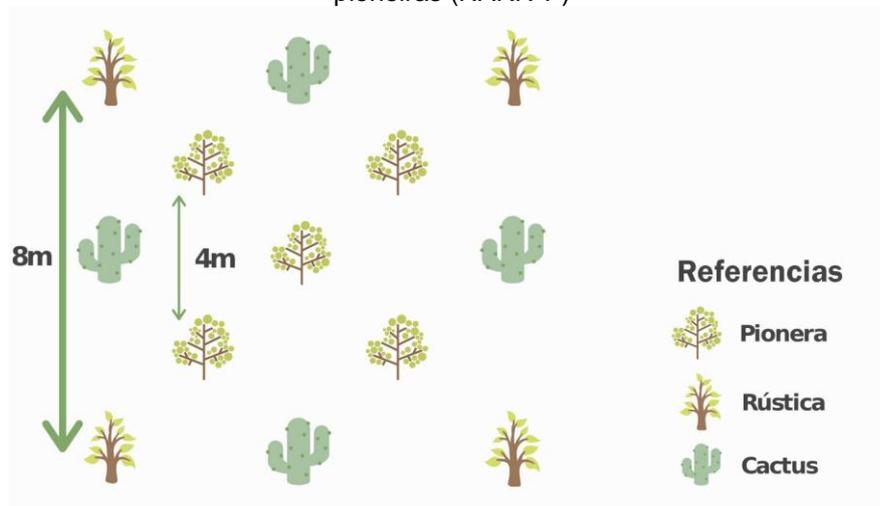
5.1.3.3 Núcleo de Aceleração de Regeneração Natural com Pioneiras (NARN-P)

Situações onde se objetiva uma recuperação mais acelerada de áreas que sofreram altamente com impactos, mas que ainda tenha capacidades mesmo que pouca de regeneração natural são as indicadas para este método que consiste em espécies pioneiras com características mais rústicas (por exemplo, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.) e um cacto (por exemplo, *Xiquexique gounellei* (F.A.C.Weber) Labor & Calvente) na parte externa e a parte central do núcleo consiste em espécies pioneiras (por exemplo, *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc., *Cenostigma pyramidale* (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis, *Cnidoscolus quercifolius*, *Croton blanchetianus* Baill., *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir). (SOCOLOWSKI et al., 2021)

5.1.3.4 Núcleo de Aceleração de Regeneração Natural com Secundárias (NARN-S)

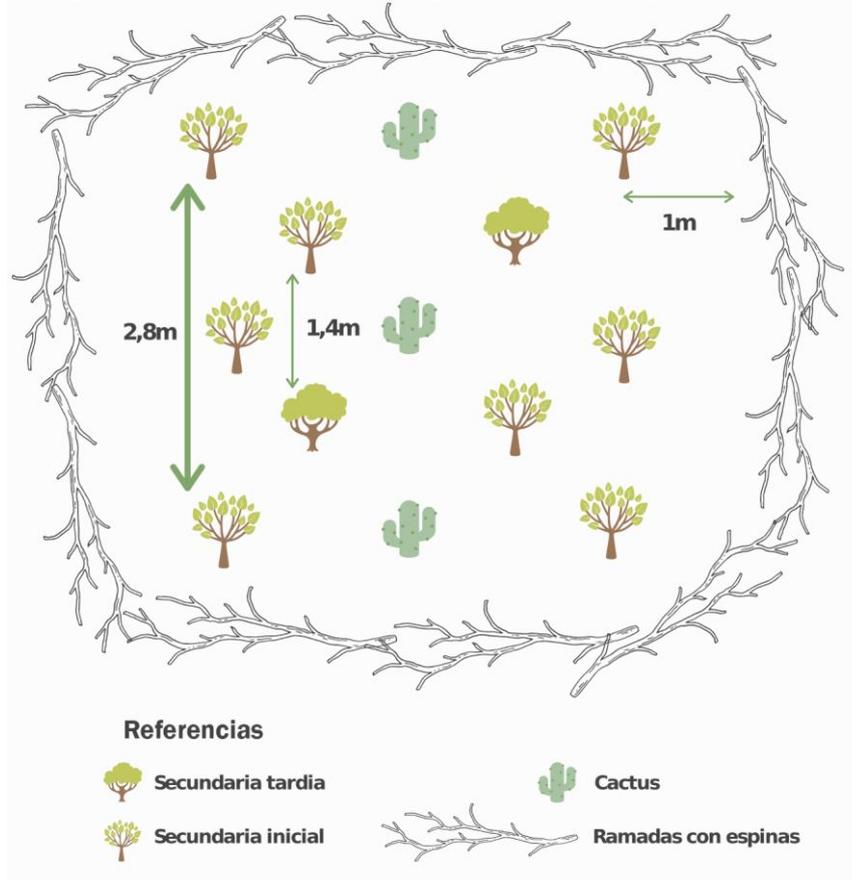
Este método utiliza espécies que ocorrem em estágios intermediários e avançados da regeneração da Caatinga, o objetivo aqui não é iniciar a regeneração, mas a torná-la mais rica em espécies e funções ecológicas, criando microclimas adequados para a microfauna do solo (principalmente detritívoros). São utilizadas espécies secundárias tardias de crescimento mais lento (por exemplo *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm., *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Pseudobombax marginatum* (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns, *Sapindus saponaria* L, *Sarcophalus joazeiro* (Mart.) Havenschild, *Schinopsis brasiliensis* Engl.) e um cacto (por exemplo, *Cereus jamacaru* DC.) no centro, que gradualmente se alternam até formar um cinturão de secundárias iniciais. O núcleo inteiro é finalmente protegido usando ramos espinhosos amontoados de uma espécie comum na área *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

Figura 10 - Esquema conceitual do núcleo de aceleração da regeneração natural com pioneiras (NARN-P)



Fonte: Extraído de SOCOLOWSKI et al., 2021.

Figura 11 - Esquema conceitual de um núcleo de aceleração da regeneração natural com espécies secundárias (NARN-S). São pequenos núcleos com um diâmetro máximo de 5 m, geralmente distribuídos ao longo de áreas em regeneração natural intermediária.



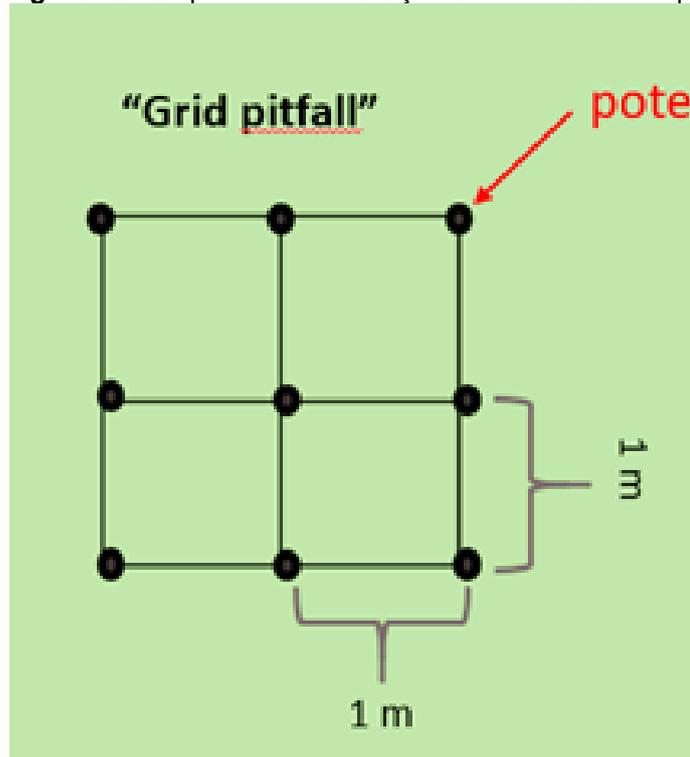
Fonte: Extraído de SOCOLOWSKI et al., 2021.

Todas as áreas possuem um NARN e as áreas 3017, 3019 e 4179 tiveram aplicação somente do SAD e a área 3049 recebeu dois métodos, o SAD e o SBD.

5.2 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS E DOS GRID'S

No interior de cada polígono selecionado foram instalados três “grids” para a coleta (**Figura 12**). Os “grids” foram compostos por nove potes distantes um metro entre si formando um quadrado de quatro m² (**Figura 13**).

Figura 12 - Esquema de distribuição das armadilhas de pitfall no grid.



Fonte: Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental, 2018.

Figura 13 - Armadilhas de pitfall enterradas na mesma distribuição do esquema "Grid pitfall".



Fonte: Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental, 2018.

As áreas em seu interior, teve os "grids" espalhados aleatoriamente dentro do polígono, instalados ao lado de três unidades amostrais; áreas com NARNs terão um "grid" posicionado ao lado do núcleo selecionado para o monitoramento e os demais distribuídos aleatoriamente em seu interior, ao lado de duas unidades amostrais. Áreas que possuírem NADs terão um "grid" no interior do núcleo, o se-

gundo ao lado de um NARN selecionado para o monitoramento e o terceiro alocado próximo à uma unidade amostral.

5.3 ARMADILHAS, COLETA E TRANSPORTE

A coleta da assembleia da fauna edáfica foi realizada entre o dia 14/06/2018 e 11/09/2018 utilizando-se armadilhas do tipo “pitfall” (armadilhas de queda). Os potes foram enterrados e nivelados ao solo. Em seguida, adicionado 200 ml de solução de detergente neutro a 5% e 12 gotas de formaldeído (Formol P.A.) (Figura 14). As armadilhas permaneceram abertas por 48 horas.

Figura 14 - Armadilha de pitfall rente ao solo contendo 200 ml de solução de detergente neutro a 5%, para a quebra da tensão superficial e 12 gotas de formaldeído (Formol P.A.) para conservação dos indivíduos.



Fonte: Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental, 2018.

Após este período, o material foi recolhido e encaminhado para o Laboratório do NEMA (Figura 15), lavado em água corrente e acondicionado em embalagens contendo álcool etílico 70% para posterior identificação.

Figura 15 - Pote com os indivíduos coletados das armadilhas de pitfall dos grid's. (a) Pote com numeração do polígono e sua unidade amostral; (b) vista do conteúdo de coleta.



Fonte: Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental, 2018.

5.4 TRIAGEM DA MACROFAUNA DO SOLO

A triagem foi feita a nível de ordem realizada a partir de uma análise da morfologia dos indivíduos (**Figura 15**), baseado no livro Estudo dos insetos (Borror and DeLong's., 2016)

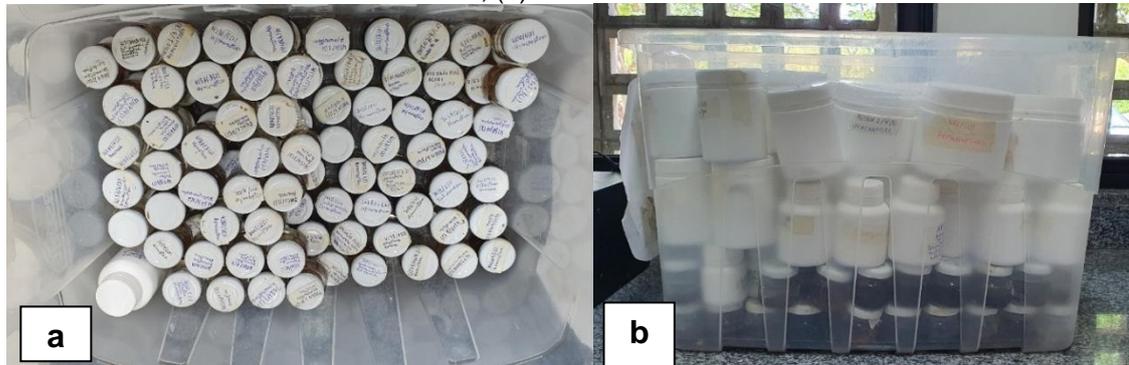
Figura 16 - Momento de triagem dos indivíduos coletados, separando à nível de Ordem.



Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022.

Cada pote de coleta com a macrofauna foi separado por indivíduos de cada ordem e a identificação do ponto de coleta e a qual grupo pertencia os espécimes foi reescrita (**Figura 17**).

Figura 17 - Potes com identificação do ponto de coleta e do grupo de indivíduos: (a) vista superior; (b) Vista lateral.



Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022

5.5 SELEÇÃO DA ORDEM COLEOPTERA, MORFOTIPAGEM, REGISTROS FOTOGRÁFICOS E TABELA DE DADOS

Com a triagem de todos os indivíduos coletados à nível de ordem foi possível selecionar apenas a ordem Coleóptera para a análise de diversidade, abundância e similaridade entre as áreas a nível de morfotipo (**Figura 18**).

Figura 18 - Separação de besouros por morfologia.

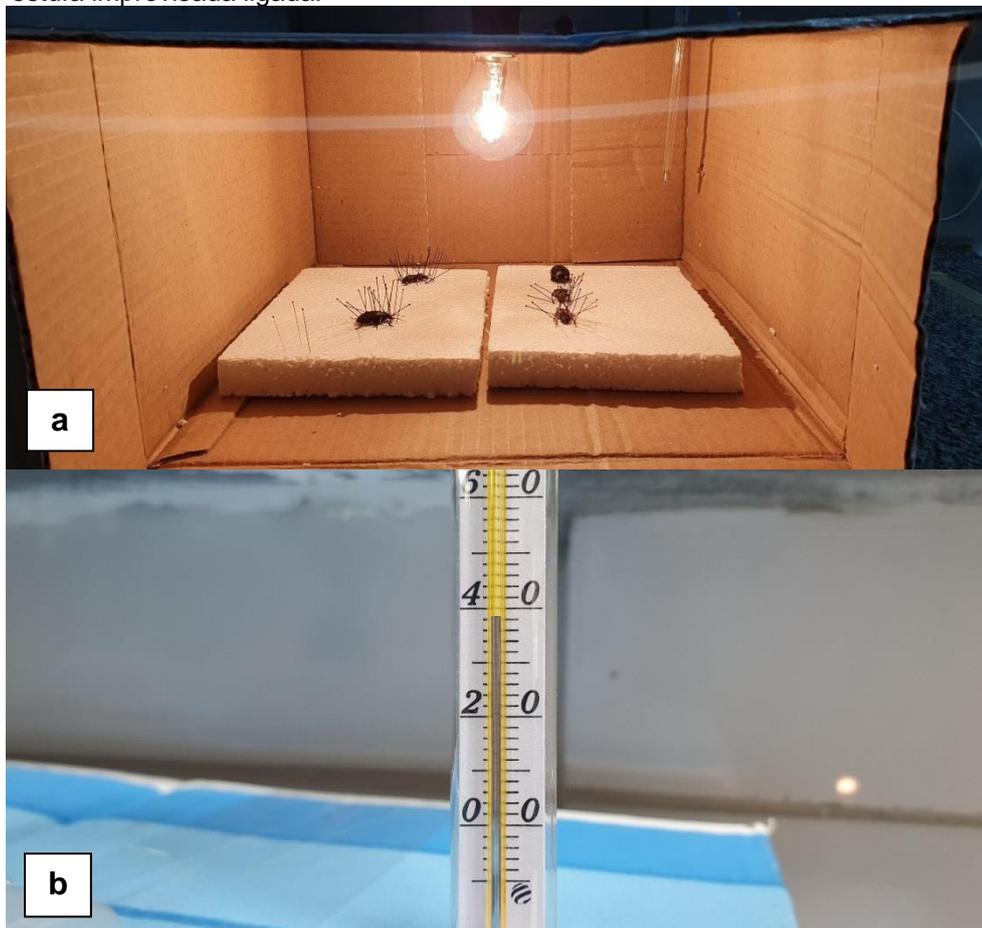


Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022

Os indivíduos, a modo que foram identificados nos seus respectivos potes de coleta, recebiam o número do seu morfotipo, e era realizada a contagem. Um indivíduo de cada morfotipo seguia para a secagem em uma estufa improvisada onde

passava no mínimo 48 horas a uma temperatura de 39°C, após a secagem seguia para a realização dos registros fotográficos (**Figura 19**).

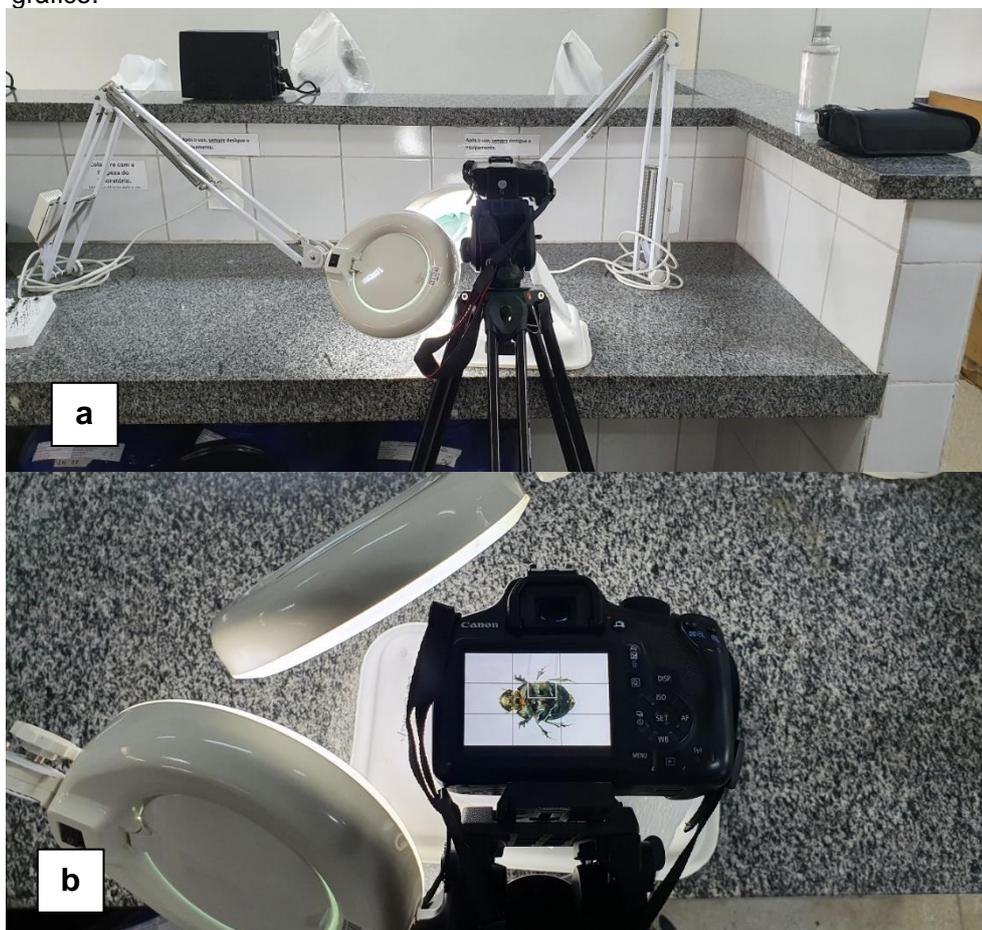
Figura 19 - Besouros sendo montados e expostos a uma temperatura de 39°C por um período de 48 horas: (a) estufa com lâmpada amarela e besouros montados em isopor com alfinetes; (b) termômetro medindo a temperatura dentro da estufa improvisada ligada.



Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022

Os indivíduos foram identificados, catalogados e fotografados de forma padrão, com fotos da vista dorsal, ventral, frontal e lateral (**Figura 20**). Após a identificação, toda a informação foi planilhada e utilizada para realização de cálculos.

Figura 20 - Estúdio de fotografia improvisado com luzes de lupa, flash, extensor de lente e câmera fotográfica Canon: (a) câmera apoiada em tripé com iluminação de lupas no laboratório de Multiuso do NEMA; (b) momento do registro fotográfico.



Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022

5.6 ANÁLISE DOS DADOS/CÁLCULOS

As análises foram realizadas no NEMA utilizando o Laboratório de Ecologia, o Laboratório de Multiuso e todo o suporte do núcleo com uso de ferramentas e materiais necessários. Todas as informações de riqueza e abundância dos Coleópteros foram planilhadas em planilha Excel.

Analisou-se a riqueza de morfotipos de cada área, comparou a estrutura da assembleia a partir de gráficos de Rank-abundância com base na abundância relativa, onde é possível observar se há muita ou pouca dominância é igual ao número de indivíduos de cada morfotipo dividido pelo número total de indivíduos amos-

trados por área, podemos analisar a estrutura da assembleia em relação a porcentagem de cada morfotipo na amostra.

A similaridade e dissimilaridade dos dados foi avaliada a partir do índice de Bray-Curtis. O índice de Bray-Curtis pode ser expresso como uma proporção de similaridade ou dissimilaridade (distância) na abundância das espécies. Em qualquer um dos casos, seus valores vão de máximo de um ao mínimo de zero. Essa padronização no intervalo entre um e zero facilita a interpretação e comparação.

Utilizou-se o estimador de riqueza Chao1 baseado no número de espécies raras dentro de uma amostra e a diversidade foi calculada pelo índice Alpha de Fisher o qual relaciona o número de espécies (S) ao número de indivíduos (N) em uma comunidade através da seguinte equação: $S = \alpha \ln(1 + N/\alpha)$ (FISHER et al., 1943). Juntamente com o Alpha de Fisher também foi analisada a Equabilidade (J). O índice de Equabilidade de Pielou é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1966). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). Foi utilizado o programa PAST (Paleontological Statistics) versão 4.03 (OYVIND HAMMER, 2020).

6 RESULTADOS

Foi analisado a assembleia da ordem Coleóptera onde identificou-se 761 espécimes classificados em 59 morfotipos em 8 famílias.

6.1 RIQUEZA OBSERVADA

As áreas de **referência positiva** apresentaram uma menor riqueza (8, 5, 7 e 9) com o morfotipo 1 (94 ind.) mais abundante em comparação com as áreas de **referência negativa** (14, 3 e 11) com o morfotipo 1 (62 ind.) e as **áreas de intervenção** (16, 19, 9 e 22). Aparenta-se existir uma semelhança em números mais altos de riqueza entre as áreas de intervenção/sucessão e áreas degradadas. Algo semelhante também se observa quando analisamos o número de morfotipos - família por ambientes que fica na seguinte ordem **referência positiva** (18 morfotipos em 4 famílias: Coccinellidae, Tenebrionidae, Curculionidae e Carabidae.) < **referência negativa** < (25 morfotipos em 5 famílias: Carabidae, Coccinellidae, Elateridae, Tenebrionidae e Scarabidae) < **áreas de intervenção** (41 morfotipos em oito famílias: Tenebrionidae, Elateridae, Curculionidae, Coccinellidae, Carabidae, Scarabidae, Anthicidae e Histeridae). Assim as áreas de intervenção apresentam mais que o dobro da quantidade de morfotipos e de famílias do que a área de referência positiva e maior que a área de referência negativa, porém foi a que apresentou maior "homogeneidade".

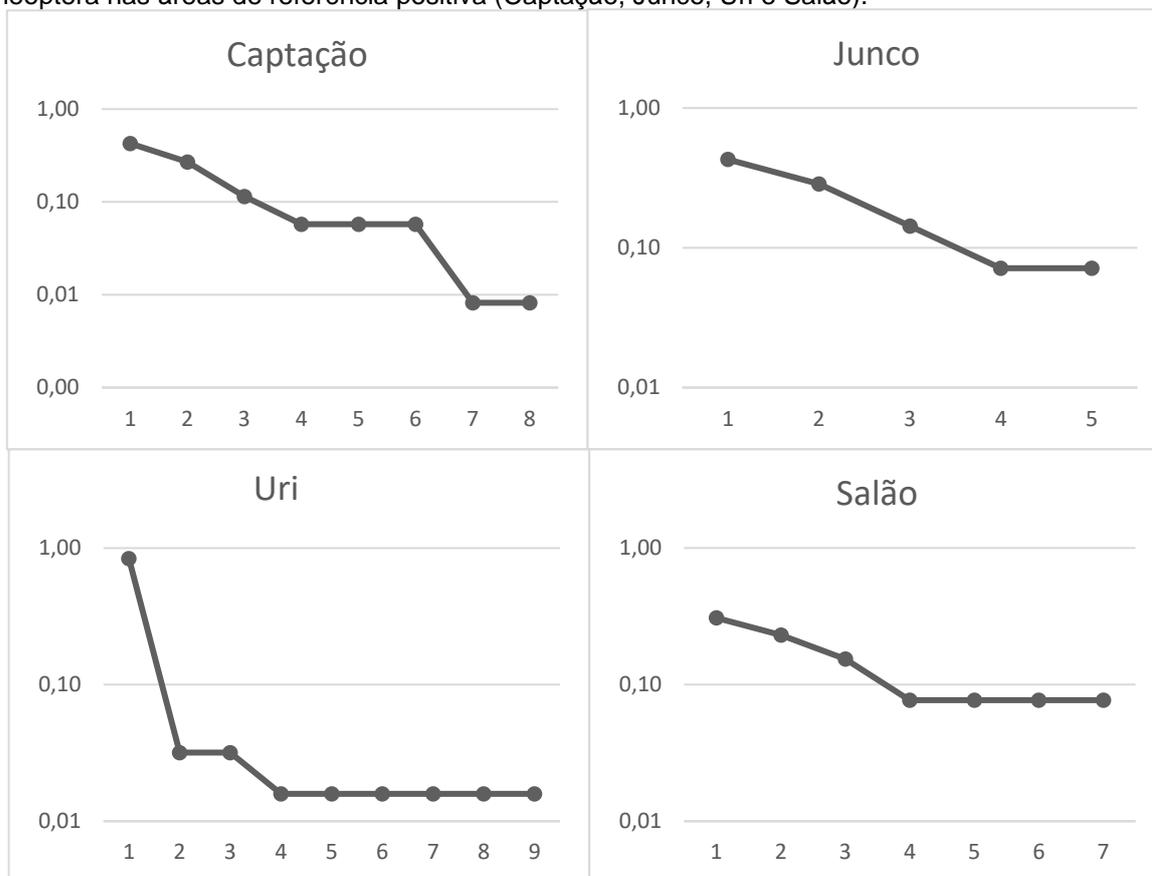
Tabela 1 - Dados de riqueza (S), Abundância (S), Diversidade Alpha de Fisher, Equitabilidade de Pielou, estimador de riqueza Chao-1 e Dominância nas áreas de coleta.

Área	Riqueza (S)	Indivíduos(N)	Alpha Fisher	Equitabilidade (J)	Chao-1	Dominância
CAPTAÇÃO	8	122	1,92	0,7388	9	0,278
JUNCO	5	14	2,782	0,855	5,5	0,2959
SALÃO	7	13	6,182	0,9138	10	0,1953
URI	9	63	2,873	0,3455	14	0,7113
ÁREA D1	14	69	5,303	0,7299	32	0,1951
ÁREA D2	3	27	0,8635	0,5733	3	0,6406
ÁREA D4	11	74	3,574	0,4386	12	0,5993
3017	16	45	8,869	0,8702	23	0,117
3019	19	138	5,969	0,6092	37,33	0,2726
3049	9	42	3,514	0,4968	16,5	0,5556
4179	22	154	7,024	0,5172	33	0,4262

6.2 RANK-ABUNDÂNCIA

As áreas de referência positiva: Captação, Junco e Salão, com exceção da área Uri, obtiveram uma curva no gráfico onde não demonstraram uma dominância de algum morfotipo (π variando entre 0,31 a 0,43). Em contrapartida a área Uri amostrou uma abundância relativa ($\pi=0,84$) de 84%, o que mostra a proporção de uma espécie em relação ao total de indivíduos amostrados, vale ressaltar que, esse valor corresponde a abundância relativa (π), a qual fornece a informação de proporção e não de dominância podendo estes estarem relacionados (**Figura 21**).

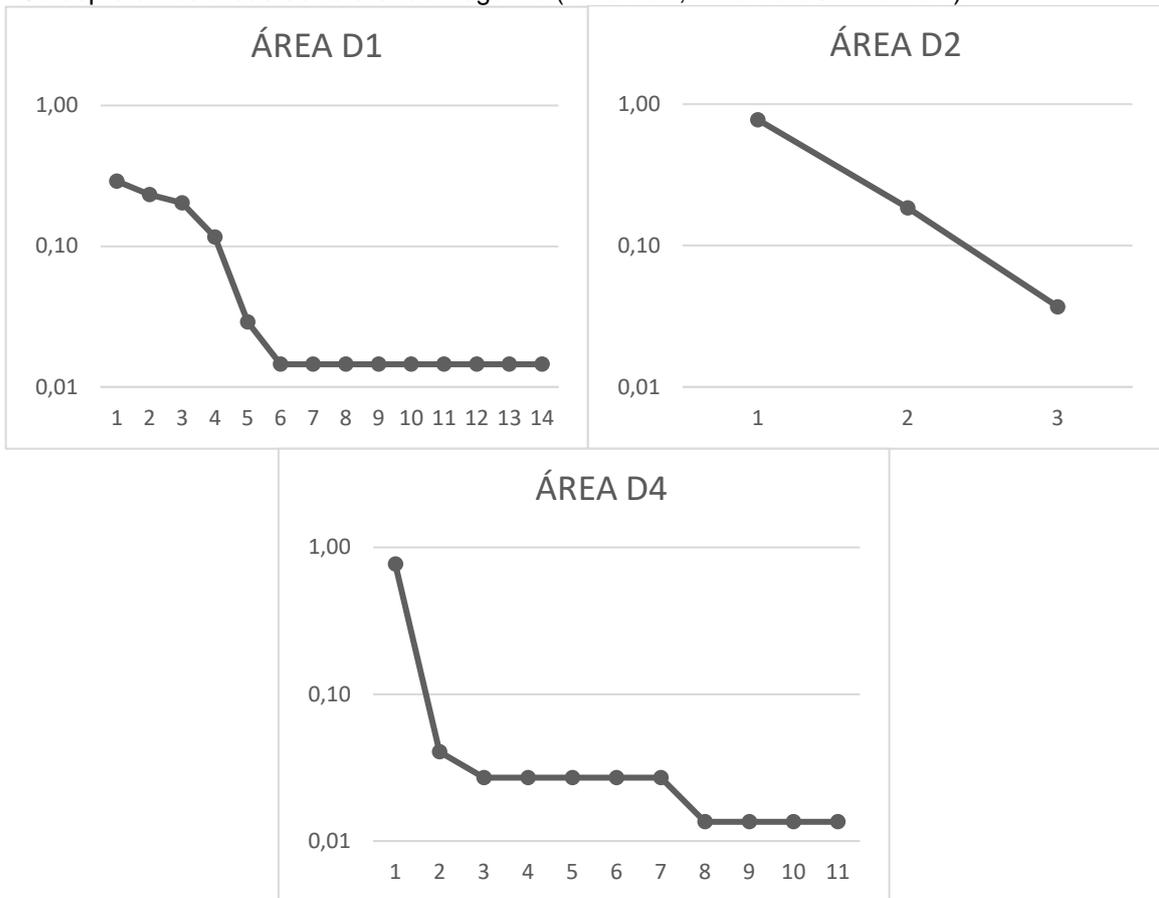
Figura 21 - Gráficos das estruturas das assembleias de acordo com a abundância relativa de Coleoptera nas áreas de referência positiva (Captação, Junco, Uri e Salão).



Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022

Já nas áreas degradadas encontramos o valor mais alto da abundância relativa ($\pi_i=0,29$) na Área D1 seguido por ($\pi_i=0,23$) > ($\pi_i=0,20$), visualizando que 3 morfotipos detêm cerca de 60% de proporção nessa amostragem, diferente desse dado, em outra amostragem, Área D2, somente um morfotipo apresenta a abundância relativa ($\pi_i=0,78$) seguido por um outro morfotipo com valor de $\pi_i=0,19$. Na Área D4 algo semelhante é encontrado onde apresenta um valor de abundância relativa de ($\pi_i=0,77$), mas seguido por um outro morfotipo com valor de $\pi_i=0,04$ o que é bastante notável nos gráficos (**Figura 22**).

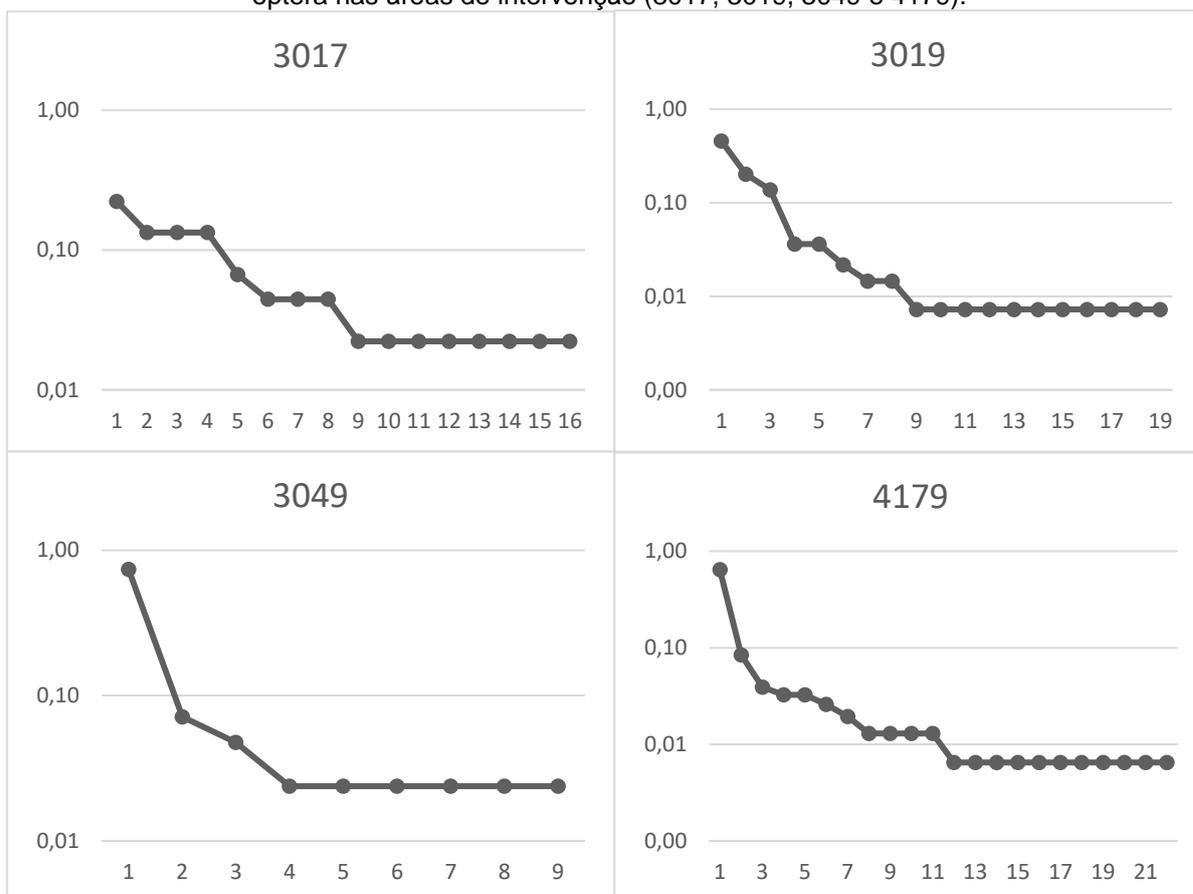
Figura 22 - Gráficos das estruturas das assembleias de acordo com a abundância relativa de Coleoptera nas áreas de referência negativa (ÁREA D1, ÁREA D2 e ÁREA D4).



Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022

Nas áreas de intervenção 3017 e 3019 obtiveram dados com proporção menor que 50% apresentando $\pi=0,22$ e $\pi=0,46$, respectivamente. Já as áreas 3049 e 4179 mostraram uma abundância relativa de $\pi=0,74$ e $\pi=0,64$ para as espécies mais abundantes, respectivamente, sendo possível notar nos gráficos (**Figura 23**) que a estrutura da assembleia delas assemelham-se mais entre si do que com as áreas 3017 e 3019.

Figura 23 - Gráficos das estruturas das assembleias de acordo com a abundância relativa de Coleoptera nas áreas de intervenção (3017, 3019, 3049 e 4179).



Fonte: Murilo Santos Murici da Silva, 2022

6.3 DIVERSIDADE ALPHA DE FISHER E EQUITABILIDADE DE PIELOU (J)

De todas as áreas amostradas a que obteve o mais elevado valor do índice foi uma das áreas de intervenção (3017, $\alpha = 8,869$) e uma das áreas de referência negativa (ÁREA D2) foi a que teve o menor valor ($=0,8635$). O alpha de Fisher (α) representa o número de espécies extremamente raras, em que é esperado apenas um indivíduo na comunidade (MAGURRAM, 2011).

Varia entre 0 e 1 tendendo para zero quando a quase totalidade dos indivíduos pertence a somente uma espécie/morfotipo (consequentemente uma maior dominância) e tendendo para 1 quando a todas as espécies possuem a mesma quantidade de indivíduos. Na **tabela 2** podemos observar que as áreas de referência

positiva, com exceção da área URI, apresentaram uma equitabilidade elevada entre 0,73 a 0,91.

Na área URI o valor do índice de equitabilidade de Pielou (J) foi baixo = 0,34 por conta do alto número de indivíduos do morfotipo 1 (54 ind.) de um total de 63 indivíduos. Nas áreas degradadas o valor da equitabilidade (J) varia entre 0,43 a 0,72, ou seja, valores medianos. Já nas áreas de intervenção os resultados variam entre 0,49 a 0,87 estando na faixa de valores medianos a valores mais altos. A área 3017 obteve um alto valor do índice pois teve os 45 indivíduos bem distribuídos em 16 morfotipos.

Tabela 2 – Dados de diversidade Alpha de Fisher e de Equitabilidade de Pielou para as áreas de coleta: Referência positiva, referência negativa e áreas de intervenção.

	Área	Alpha Fisher	Equitabilidade (J)
-R. Positiva-	CAPTAÇÃO	1,92	0,7388
-R. Positiva-	JUNCO	2,782	0,855
-R. Positiva-	SALÃO	6,182	0,9138
-R. Positiva-	URI	2,873	0,3455
-R. negativa-	ÁREA D1	5,303	0,7299
-R. negativa-	ÁREA D2	0,8635	0,5733
-R. negativa-	ÁREA D4	3,574	0,4386
-Intervenção-	3017	8,869	0,8702
-Intervenção-	3019	5,969	0,6092
-Intervenção-	3049	3,514	0,4968
-Intervenção-	4179	7,024	0,5172

6.4 ESTIMADOR DE RIQUEZA CHAO 1

A estimativa de riqueza de espécies produzida por Chao1 é uma função da razão entre espécies representadas por um só indivíduo e aquelas representadas por dois indivíduos, e irá exceder a riqueza de espécies observadas por margens cada vez maiores conforme a frequência observada de espécies representadas por apenas um indivíduo aumente. Nenhum novo aumento na estimativa é alcançado caso todas as espécies sejam representadas por no mínimo dois indivíduos, e neste ponto (que raramente é atingido durante a amostragem) o inventário pode ser consi-

derado completo. As áreas que obtiveram maiores margens em relação a riqueza observada foram uma das áreas degradadas (ÁREA D1), a qual a margem foi maior que o dobro seguinte das áreas de recuperação 3019 e 3049, conseqüentemente, amostraram uma maior quantidade de espécies raras com apenas um indivíduo.

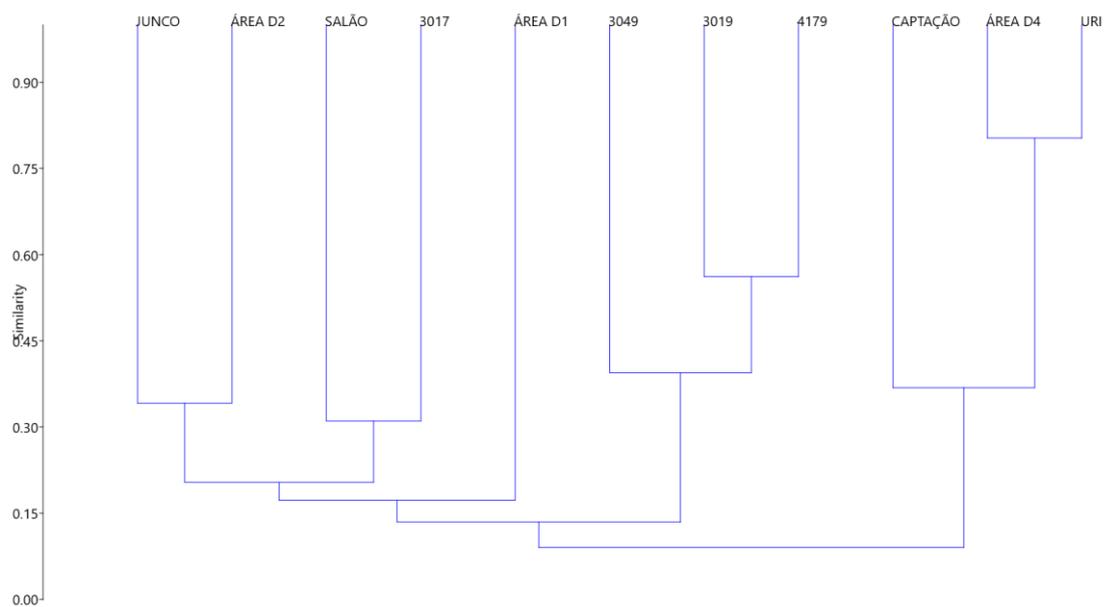
Tabela 3 - Dados de riqueza (S) e estimador de riqueza CHAO 1 para as áreas de coleta.

Área	Riqueza (S)	Chao-1
CAPTAÇÃO	8	9
JUNCO	5	5,5
SALÃO	7	10
URI	9	14
ÁREA D1	14	32
ÁREA D2	3	3
ÁREA D4	11	12
3017	16	23
3019	19	37,33
3049	9	16,5
4179	22	33

6.5 ANÁLISE DE SIMILARIDADE INDICE DE BRAY CURTIS

A análise realizada no programa PAST resultou em um valor de correlação cofenética = 0,9008. As áreas que mais se assemelharam em estrutura foram a área degradada (ÁREA D4) e a área de referência positiva (URI), as análises mostram que não foi possível agrupar nem mesmo as áreas com as mesmas condições ambientais. Três das áreas de intervenção se agruparam em grau de semelhança, porém, uma outra área de intervenção (3017) se agrupa ou se assemelha mais com uma área de referência positiva (SALÃO) dentro de um outro grupo onde há outras duas áreas, uma de referência positiva (JUNCO) e outra área de referência negativa (ÁREA D2) o que se pode analisar que todas essas áreas apresentam um alto grau de semelhança de acordo com o índice de Bray-Curtis.

Figura 24 - Dendrograma com relação cofenética Análise do índice de similaridade de Bray Curtis = 0,9008



Fonte: Extraído do software PAST versão 4.03

7 DISCUSSÃO

Notou-se que as áreas de intervenção de recuperação (1 ano) apresentaram os maiores números de riqueza (S)= 22,19 e 16 dentre todos os ambientes como também as maiores abundâncias (N) = 154 e 138, porém as áreas de referência positiva apresentaram uma menor variação entre as riquezas (8,5,7 e 9) em relação as outras áreas que mesmo mantendo um alto número de morfotipos tem uma grande heterogeneidade de riqueza dentro do grupo. Isso pode se dar pelo fato de a área positiva ter uma maior consolidação dos grupos de coleópteros presentes naquele local.

As áreas de sucessão, locais degradados que recebem novos recursos como plantas, sementes e que geram cobertura pro solo o que pode criar novos microhabitats e a presença de espécies adaptadas às novas condições tendem a invadir o ambiente recém-modificado e um aumento local na riqueza de espécies pode ser observado. (HALFFTER e FAVILA, 1993; DAVIS et al., 2001). O morfotipo 4, Scarabeidae (N=205) se restringiu apenas as áreas de sucessão e em uma das áreas degradadas, o morfotipo 8, Tenebrionidae (N=85) foi coletado em todos os ambientes ausente somente na área URI e Área D4, revelando espécies generalista e outras com distribuição mais restrita.

Embora a identificação em nível específico não seja apresentada neste estudo, a relação de morfoespécies e suas respectivas abundâncias revelam que algumas predominam em relação às áreas sendo estes ambientes dominados por espécies mais tolerantes (SILVA, 2019).

A diversidade alpha de Fisher foi maior em duas áreas de sucessão (3017 e 4179) $\alpha = 8,869$ e $7,024$ respectivamente. A menor diversidade observada foi na área de referência negativa (ÁREA D2) $\alpha = 0,8635$, as áreas de referência positiva com exceção SALÃO apresentaram números abaixo da média = 4,443 com valores de $\alpha = 1,92$; $2,782$ e $2,873$, porém a equitabilidade (J) apresenta resultados diferentes, as áreas de referência positiva com exceção da área URI (que obteve a menor equitabilidade (J = 0,3455) mostraram um resultado elevado (J= 0,9138; 0,855 e 0,7388) consequentemente um baixo valor de dominância. A alta dominância em URI se dá pelo grande número de abundância do morfotipo 1, Tenebrionidae (N= 53), assim como na ÁREA D2 pelo alto número de indivíduos do morfotipo 8 (N = 21).

O estimador de riqueza Chao1 é um estimador simples do número absoluto de espécies em uma comunidade. É baseado no número de espécies raras dentro de uma amostra. Esse método requer a abundância das espécies. O valor de Chao 1 é máximo quando todas as espécies menos uma são únicas (singleton). Neste caso, a riqueza estimada é aproximadamente o dobro da riqueza observada. O que foi possível verificar nas áreas de intervenção e na ÁREA D1.

No entanto, os tipos de habitat parecem oferecer condições para os coleópteros manterem uma composição de assembleia semelhante, uma vez que os três habitats não apresentam diferenças na estrutura da assembleia, pode ser justificada pelo fato das duas áreas oferecerem alimentos semelhantes ao hábito alimentar das famílias encontradas. Vale ressaltar que podemos ver essa semelhança de uma forma geral, mas que as áreas apresentam características próprias e específicas onde abrigam espécies de besouros de forma mais isolada de cada condição ambiental (Liberal et al.,2011).

Segunda Agra (2020), índices de diversidade de insetos na Caatinga indicam taxas mais altas em ambientes com estrutura de vegetação mais complexa, assim como as comunidades de insetos respondem de diferentes maneiras ao habitar gradientes sucessionais, porém não está claro como essas comunidades mudam nestes gradientes em locais secos como a Caatinga. Os resultados foram divergentes para três trabalhos utilizando a ordem Coleoptera, mesmo apresentando objetivos e metodologias semelhantes: avaliar as mudanças na abundância, riqueza e composição de espécies em áreas com diferentes usos da terra na Caatinga.

A análise de similaridade não agrupou as áreas conforme seu grau de degradação, sugerindo que este fator não influenciou na formação das assembleias. O fato da degradação e os impactos diretos serem em uma faixa linear de 200m entre a vegetação de Caatinga que não sofreram com impactos de forma direta da obra, possivelmente as áreas de matriz florestal vizinhas exercem maior efeito sobre a assembleia de coleópteros, efeito esse maior que a degradação nessa faixa de 100m cada lado, o que não pode ser afirmado pois não foi o objetivo desse trabalho.

8 CONCLUSÃO

A riqueza e abundância de coleópteros variam entre a faixa de 200 m de vegetação suprimida, as áreas com métodos de recuperação e áreas que não sofreram supressão, mas não formando um padrão que conseguisse separá-las. Coleóptera compreende animais de hábitos diversos, proporcional à grande diversidade da ordem e isso significa que provavelmente a extensão suprimida não seja suficiente para isolar grupos taxonômicos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** regiõeshidrográficas brasileiras. Brasília: ANA, 2015.

AGUIAR, M. I.; FREITAS, C. C.; MELO, J. L. M.; SILVA, B. A.; MORAES, J. G. L.; NOGUEIRA, R. S.; PINTO, O. R. O.; ALCÓCER, J. C. A.. Composição, abundância e diversidade da fauna edáfica em um fragmento de Caatinga. *Nature and Conservation*, v.14, n.2, p.46-55, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2021.002.0005>

ALVES, W.F. et al. Termites as bioindicators of habitat quality in the Caatinga, Brazil: is there agreement between structural habitat variables and the sampled assemblages? *Neotrop. Entomol.*, v.40, n.1, p.39-46, 2011. doi: 10.1590/S1519-566X2011000100006

AUAD, Alexander Machado; CARVALHO, Caio Antunes de. Análise faunística de coleópteros em sistema silvipastoril. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 31-39, 2011.

AZEVEDO, L.G.T. Integração de Bacias Hidrográficas. In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil). **A Questão da Água no Nordeste** / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. Brasília, DF: CGEE, 2012. p. 333-372.

BARETTA, D. Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo. Tese (Doutorado). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 158p.

BARETTA, D.; BROWN, G.G. e CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. *Acta Zool. Mex.*, 2:135-150, 2010.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGA, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO L. C. I. de; e ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. *Tópicos Ci. Solo*, 7:119-170, 2011.

BOUCHARD, P., GREBENNIKOV, V. V., SMITH, A.B.T., & DOUGLAS, H. (2017) Biodiversity of Coleoptera. **Insect Biodiversity** (ed. by R.G. Foottit and P.H. Adler), pp. 265–301. Wiley-Blackwell, Oxford, UK

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Avaliação e Monitoramento de Projetos de Restauração Florestal. In: _____ Restauração Florestal. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Cap. 10, p. 287-316. ISBN 978-85-7975-019-9.

CARDINALE BJ, Duffy JE, Gonzalez A. et al. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature** 486: 59-67

CARLTON, C. E.; ROBINSON, H. W. 1998. Diversity of litter-dwelling beetle in the Ouachita highlands of Arkansas, USA (Insecta: Coleoptera). **Biodiversity Conservation**, 7: 1586-1605.

CARVALHO, Ana Luísa Soares de. Projeto de integração do Rio São Francisco com as bacias hidrográficas do nordeste setentrional: análise da informação técnica conjunta N.º 144/2005, do Ministério Público Federal, e da licença prévia N.º 200/2005, do IBAMA.

CASARI, S. A.; IDE, S. Coleoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 453-536.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **2016: 15 anos do CBHSF, 515 anos do Rio São Francisco**. 195 p. 2016.

DA SILVA, P.; DA SILVA, Franciéle Carneiro Garcês. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. **Revista Congrega URCAMP**, p. 1-16, 2011.

DAVIS AJ, Holloway JD, Huijbregts H, Krikken J, Kirk-Spriggs AH, Sutton SL. 2001. Escaravelhos como indicadores de mudança nas florestas do norte de Bornéu. **Journal of Applied Ecology** 38: 593-616.

DIDHAM, R. K.; LAWTON, J. H.; HAMMOND, P. M.; EGGLETON, P. 1998. Trophic structure stability and extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments. *Philosophical Transactions of Royal Society of London*, 353: 437-451.

FERREIRA, Paula Martins; ZENNI, Rafael Dudeque; RODRIGUES, Renato Garcia. PRESENÇA DE ESPÉCIES EXÓTICAS E EXÓTICAS INVASORAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DAS OBRAS DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL (PISF).

FISHER, R.A., CORBET, A.S. & WILLIAMS, C.B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. **Journal of Animal Ecology** 12:42-58.

FREITAS, André Victor Lucci et al. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. **Biologia da conservação: essências**, v. 1, p. 357-385, 2006.

GANHO, N.G; MARINONI, R. C.; A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia**, 49(4): 535-543, 2005.

GASTON, K. J.; P. H. Warren & P. M. Hammond. 1992. Predator:non-predator ratios in beetle assemblages. **OECOLOGIA** 90:417-421.

GUIMARÃES, Felipe Pinto et al. Proposição de um índice para avaliação de projetos de recuperação de áreas degradadas. 2019.

HALFFTER G, Favila ME. 1993. O Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) um grupo de animais para análise, inventário e monitoramento da biodiversidade em Floresta Tropical e paisagem modificada. **Biologia Internacional** 27: 15-21.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife: Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 2005^a

LIBERAL, C.N. et al. How habitat change and rainfall affect dung beetle diversity in Caatinga, a Brazilian semi-arid ecosystem. *J. Insect Sci.*, v.11, n.114, p.1-11, 2011. doi: 10.1673/031.011.11401

LIMA, Karen. NEMA realiza plantio de mais de 44 mil mudas nas regiões do PISF e Ramal do Agreste com técnicas desenvolvidas para recuperar áreas degradadas da Caatinga. **Instituto Jurumi**, 2021. Disponível em: <https://www.institutojurumi.org.br/2021/04/mais-mudas-para-recuperar-areas.html?m=1>. Acesso em: 22, abril de 2022.

LIMA, K.D.R. et al. Soil fauna as bioindicator of recovery of degraded areas in the Caatinga biome. *Rev. Caatinga*, v.30, n.2, p.401-411, 2017. doi: 10.1590/1983-21252017v30n215rc

MAGURRAN, Anne E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, v. 261, 2011.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.

MARINONI, R. C.; DUTRA, R. R. C. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(3): 751-770.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Transposição do rio São Francisco Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/transposicao-sao-francisco>. Acesso em 27 de fevereiro de 2022.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Relatório de impacto ambiental da transposição**. Brasília. 2004. 136 p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Programa 15. Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais**. (PBA 15). Brasília. 2005. 17 p.

MORRIS, M. G. 1980. Insects and the environment in the United Kingdom. ATTI XII CONGRESSO NAZIONALE ITALIANO DI ENTOMOLOGIA, ROMA, Pp.203- 235.

NEVES, F.S. et al. Successional and seasonal changes in a community of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Brazilian tropical dry forest. *Nat. Conserv.*, v.8, n.2, p.160-164, 2010a. doi: 10.4322/natcon.00802009

NEVES, F.S. et al. Diversity of arboreal ants in a Brazilian tropical dry forest: effects of seasonality and successional stage. *Sociobiology*, v.56, p.1-18, 2010b.

NOBRE, P. et al. Impactos de mudanças climáticas globais na hidrologia do

semiárido do Nordeste brasileiro para o final do século XXI. In: MEDEIROS, S. S. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 424-439.

Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental – NEMA. Disponível em: <https://nema.univasf.edu.br/site/>. Acesso em 27 de fevereiro de 2022.

NICHOLS, O.G., AND F.M. NICHOLS. 2003. Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the Jarrah forest of Southwestern Australia. **Restoration Ecology** 11:261–272.

NICHOLS, E., LARSEN, T., SPECTOR, S., DAVIS, A.L., ESCOBAR, F., FAVILA, M., VULINEC, K. & The Scarabaeinae Research Network. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. **Biological Conservation** 137: 1-19.

OLIVEIRA, Marco Antonio de et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, v. 61, p. 800-807, 2014.

PEARCE JL & Venier LA (2006) The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicadores of sustainable forest management: a review. **Ecological Indicators**, 6:780-793.

PONTES, Nadia Costa. **A Transposição do Rio São Francisco como potencial medida de adaptação às mudanças climáticas**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

WINK

RODRIGUES, W.C., 2022. Distância de Bray-Curtis. DivEs - Diversidade de Espécies v.4.17 (AntSoft Systems On Demand) - Guia do Usuário. Disponível em: <<https://dives.ebras.bio.br>>. Acesso em: 25/03/2022

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F.. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.4, p.697-704. 2006.

SILVA, Adeilson de Melo et al. Dinâmica temporal da fauna edáfica em áreas de caatinga sob pastejo caprino. 2016.

SILVA, Rodrigo Ferreira da Funções ecológicas de coleópteros escarabeíneos (Scarabaeidae) em área de Caatinga e pastagem / Rodrigo Ferreira da Silva. – 2019.

SOARES, Edmilson. Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco. **Revista Geografias**, p. 75-86, 2013.

SOCOLOWSKI, Fábio et al. Restauración de la Caatinga: métodos propuestos para recuperar el más exclusivo y menos conocido ecosistema de Brasil. **Multequina**, v. 30, n. 2, p. 247-263, 2021.

TRIPLEHORN CA & JOHNSON NF (2011) **Estudo dos Insetos**. 7ªed. São Paulo, Cengage Learning. 816p.

TRIPLEHORN CA & JOHNSON NF, **Estudo dos Insetos**. Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 2ª edição brasileira. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

TSCHARNTKE T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Fahrig, L., Batary, P. et al. (2012) **Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses**. Biol. Rev., 87, 661-685.

UEHARA, T. H. K.; GANDARA, F. B. **Monitoramento de áreas em recuperação: subsídios à seleção de indicadores para avaliar o sucesso da restauração ecológica**. In: Cadernos da Mata Ciliar. São Paulo: SMA, 2011. Cap. 4. ISBN 1981-6235.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. 2005. **Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental**. Revista de Ciências Agrover-
terinárias, 4(1): 60-71.

ANEXOS

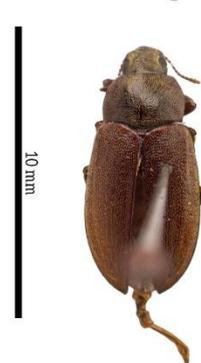
Morfotipo 1



Morfotipo 2



Morfotipo 8



Morfotipo 10



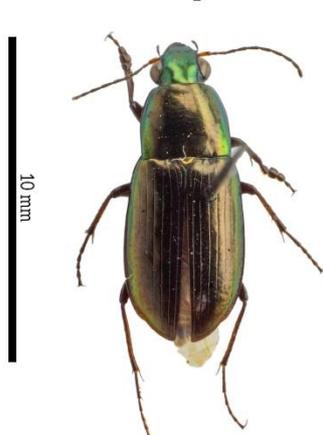
Morfotipo 12



Morfotipo 31



Morfotipo 45



Morfotipo 78



Morfotipo 77

