



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE BALSAS - CESBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE -
PPGAA**

BRUNO MACHADO ARAÚJO

**BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM DIFERENTES ÁREAS DE MANEJO E DE
FRAGMENTO FLORESTAL EM AÇAILÂNDIA,
MARANHÃO, BRASIL**

Balsas - MA
2019

BRUNO MACHADO ARAÚJO

**BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM DIFERENTES ÁREAS DE MANEJO E DE
FRAGMENTO FLORESTAL EM AÇAILÂNDIA, MARANHÃO, BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Agricultura e Ambiente –
PPGAA/CESBA/UEMA, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Agricultura e Ambiente.
Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Ribeiro
Mesquita

Araújo, Bruno Machado.

Banco de sementes do solo em diferentes áreas de manejo e de fragmento florestal em Açailândia, Maranhão, Brasil. 52 f.

Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Ribeiro Mesquita

1. Restauração Ambiental 2. Banco de Sementes 3. Conservação
4. Daninhas 5. Manejo

Banco de Sementes em diferentes áreas de manejo e de fragmento florestal em Açailândia-MA.

CDU: 00

BRUNO MACHADO ARAÚJO

**BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM DIFERENTES ÁREAS DE MANEJO E DE
FRAGMENTO FLORESTAL EM AÇAILÂNDIA, MARANHÃO, BRASIL.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA/CESBA/UEMA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Mário Luiz Ribeiro Mesquita

Aprovada em 22 / 08 / 2019

BANCA EXAMINADORA

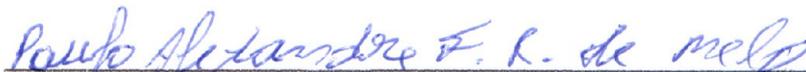


Prof. Dr. Mario Luiz Ribeiro Mesquita



Prof.ª Dr.ª Anatórcia Ferreira Alves

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão



Prof. Paulo Alexandre Fernandes

Universidade Estadual do Maranhão

*A Deus; a minha família; Meus Pais Hélio de Maria; Maria do Socorro; às Irmãs Mércia Machado e Mônia Machado (In Memoriam).
Em especial a minha Esposa Karuane e aos meus Filhos Mariane e Miguel.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a graça de ter uma família e pessoas muito próximas sempre me ajudando na conclusão do mestrado, e que nas dificuldades diárias nunca deixaram de acreditar em mim.

Aos meus pais Hélio e Socorro, que acreditaram e me esteiam em todos os aspectos para meus estudos.

Ao professor orientador Prof. Dr. Mario Luiz Ribeiro Mesquita, pela paciência, dedicação, compreensão e apoio, que auxiliou em minha busca por conhecimento e o estímulo pela pesquisa científica.

A Universidade Estadual do Maranhão pelo grande trabalho feito pelos professores do Programa de Pós Graduação em Agricultura e Ambiente, PPGAA, por levar conhecimento à nós alunos e ao avanço da ciência e tecnologia no Maranhão

A FAPEMA pela concessão de bolsa de estudo.

Ao CDT (Centro de Difusão Tecnológica) nas Instituições INFRAERO, UEMA, UEMASUL e Prefeitura de Imperatriz pelo apoio na concessão de Casa de Vegetação para implantação do experimento.

A minha esposa Karuane, que tem sido a maior incentivadora na busca de conhecimento, esteve ao meu lado em todos os momentos, incluindo a superação de inúmeros desafios ao abrimos mão de várias coisas para realização deste sonho. Aos meus filhos Mariane e Miguel de Maria por serem meu grande tesouro e a razão de tantos esforços.

RESUMO

Estudos em bancos de sementes do solo de remanescentes florestais são importantes para uso adequado de técnicas de restauração ambiental, particularmente, com a posterior transposição para áreas degradadas, que tenham a mesma tipologia vegetal. No entanto, esta técnica tem como pré-requisito a avaliação do banco de sementes do solo local para conhecer as limitações existentes no ecossistema para restabelecimento da vegetação em áreas degradadas. Diante disto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o banco de sementes do solo em cinco áreas com diferentes tipos de manejo florestal localizadas em Açailândia – MA. As áreas avaliadas foram: Floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). A metodologia utilizada foi a de emergência de plântulas em bandejas em casa de vegetação. Foi avaliada a composição florística, por meio da identificação das espécies e famílias, a similaridade florística entre as áreas por meio do Índice de Jaccard e a diversidade florística através do Índice de Diversidade de Shannon. Adicionalmente, foi realizada análise fitossociológica por meio do cálculo dos parâmetros: densidade, frequência e valor de importância de cada espécie, para determinar quais as espécies mais importantes no banco de sementes do solo em cada área. As avaliações da emergência de plântulas, identificação das espécies e contagem do número de indivíduos, conforme a forma de vida, foram feitas quinzenalmente durante 150 dias. Foram identificados 3674 indivíduos, pertencentes a 51 espécies de 33 gêneros e 21 famílias botânicas. Todas as espécies que emergiram no período avaliado têm a forma de vida herbácea, consideradas na literatura como plantas daninhas. As famílias Asteraceae e Malvaceae foram as que tiveram a maior riqueza florística com seis espécies cada. A maior densidade de emergência de plântulas do banco de sementes do solo foi observada na área de cultivo de milho em pousio (T5), com 3.620 plantas m⁻² seguida pela área de pastagem degradada (T3), com 1.813 com plantas m⁻², capoeira em regeneração (T2) com 1.676 plantas m⁻², Plantio florestal com eucalipto (T4) com 845 plantas m⁻² e a área de floresta regenerada, (T1) com 183 plantas m⁻². As espécies mais importantes foram *Chamaesyce hirta*, no T1; *Corchorus aestuans*, no T2; *Cyperus* sp., no T3; *Chamaesyce prostrata*, no T4 e *Corchorus aestuans*, no T5 (com VI = 65,1; 84,9; 49,9; 43,8 e 46,1 respectivamente). A maior similaridade florística foi observada entre a capoeira em regeneração e a plantio florestal com eucalipto (40%) e entre a capoeira em regeneração e a pastagem degradada (38%). A maior diversidade florística foi observada no T4 ($H' = 2,59$). A ausência de espécies perenes e a predominância de espécies de extrato herbáceo, consideradas como plantas daninhas no banco de sementes do solo avaliado impõem limitações dependendo do objetivo do projeto de restauração. Portanto, a técnica de transposição do solo das áreas pesquisadas para recuperação de áreas degradadas que tenham como finalidade o uso para atividades agropecuárias não é recomendada, porém, pode ser benéfica para ambientes extremamente degradados, para promover a atração de fauna polinizadora e dispersora de sementes, controlar a erosão e melhorar as características físicas e químicas do solo contribuindo para sua conservação.

Palavras-chave: Regeneração Natural. Áreas Degradadas. Diversidade

ABSTRACT

Studies in soil seed banks of forest remnants are important for the proper use of environmental restoration techniques, particularly with subsequent transposition to degraded areas, which have the same plant typology. However, this technique has as a prerequisite the evaluation of the local soil seed bank to know the limitations existing in the ecosystem for the restoration of vegetation in degraded areas, thus, this research aimed to evaluate the soil seed bank in five areas with different types of forest management located in Açailândia - MA. The evaluated areas were: regenerated forest (T1), regenerating capoeira (T2), degraded pasture (T3), eucalyptus forest planting (T4) and fallow corn cultivation (T5). The methodology used was seedling emergence in trays in a greenhouse. Evaluations of seedling emergence, species identification and counting the number of individuals according to life form, were carried out fortnightly for 150 days. Floristic composition was evaluated by means of species and family identification. To assess floristic similarity between areas we used the Jaccard Similarity Index and to evaluate floristic diversity we used the Shannon Diversity Index. Additionally, we performed a phytosociological analysis by computing the parameters: density, frequency and importance value of each species, to determine the most important species in the soil seed bank in each area. We identified 3,674 individuals belonging to 51 species of 33 genera and 21 botanical families. All species that emerged in the evaluated period have a herbaceous life form, considered in the literature as weeds. The families Asteraceae and Malvaceae had the highest floristic richness with six species each. The highest seedling emergence density was observed in fallow corn cultivation (T5), with 3,620 plants m⁻² followed by degraded pasture area (T3), with 1,813 plants m⁻², capoeira in regeneration (T2) with 1,676 plants m⁻², eucalyptus forest plantation (T4) with 845 plants m⁻² and the regenerated forest area (T1) with 183 plants m⁻². The most important species were *Chamaesyce hirta* in T1; *Corchorus aestuans*, on T2; *Cyperus sp.*, At T3; *Chamaesyce prostrata* on T4 and *Corchorus aestuans* on T5 (with VI = 65.1; 84.9; 49.9; 43.8 and 46.1 respectively). The greatest floristic similarity was observed between the regenerating capoeira and the eucalyptus forest plantation (40%) and between the regenerating capoeira and the degraded pasture (38%). The highest floristic diversity was observed at T4 (H' = 2.59). The absence of perennial species and the predominance of herbaceous species considered as weeds in the evaluated soil seed bank impose limitations depending on the objective of the restoration project. Therefore, the technique of soil transposition of the surveyed areas to recover degraded areas that are intended for use in agricultural activities is not recommended, but may be beneficial for extremely degraded environments, to promote the attraction of pollinating and seed dispersal fauna, erosion control and to improve the physical and chemical characteristics of the soil contributing to its conservation.

Keywords: Natural regeneration. Degraded areas. Diversity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização dos pontos amostrais - Açailândia-MA. Balsas - MA, UEMA 2019.	20
Figura 2. Mosaico de fotos com gabarito utilizado para coletar as amostras para avaliação do banco de sementes do solo. Balsas-MA, UEMA, 2019.....	22
Figura 3. Amostras em pesagem e segregação por tratamento.	22
Figura 4. Local de implantação do experimento - (CDT - Centro de Difusão Tecnológica) Imperatriz - MA. Balsas-MA, UEMA, 2019.....	23
Figura 5. Composição florística total do banco de sementes do solo nos cinco ambientes pesquisados.....	29
Figura 6. Número de plântulas emergidas no banco de sementes do solo durante o período de 150 dias de avaliação nos ambientes: floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019.	29
Figura 7. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T1 (floresta regenerada). Balsas-MA, UEMA, 2019.	30
Figura 8. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T2 (capoeira em regeneração). Balsas-MA, UEMA, 2019.	31
Figura 9. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T3 (pastagem degradada). Balsas-MA, UEMA, 2019.	32
Figura 10. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T4 (plantio florestal com eucalipto). Balsas-MA, UEMA, 2019.	33
Figura 11. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T5 (cultivo de milho em pousio). Balsas-MA, UEMA, 2019.	34
Figura 12. Diversidade florística calculada por meio do Índice de Diversidade de Shannon (H') das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo nos ambientes T1 (floresta regenerada), T2 (capoeira em regeneração), T3 (pastagem degradada), T4 (Plantio florestal com eucalipto e T5 (cultivo de milho em pousio). Balsas-MA, UEMA, 2019.....	35
Figura 13. Dendograma - Índice de Similaridade de Jaccard.....	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características físicas do solo nos tratamentos: floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019 20
- Tabela 2.** Características químicas do solo dos tratamentos floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019. 21
- Tabela 3.** Características químicas do solo (dados complementares) dos tratamentos – floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019..... 21
- Tabela 4.** Características químicas do solo (micronutrientes) dos tratamentos: floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019. 21
- Tabela 5.** Lista de espécies, famílias e nomes comuns e número de indivíduos, identificados no banco de sementes do solo em áreas com cinco tipos de manejo floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019. 27
- Tabela 6.** Análise da similaridade florística das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo em áreas com cinco tipos de manejo T1 (Floresta regenerada), T2 (Capoeira em regeneração), T3 (Pastagem degradada), T4 (Plantio florestal com eucalipto) e T5 (Cultivo de milho em pousio) em Açailândia - Maranhão, 2019. 35
- Tabela 7.** Comparação entre os tratamentos quanto ao número de indivíduos. 36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Histórico de degradação do solo	14
2.2 Recuperação de áreas degradadas	14
2.3 Banco de sementes do solo	16
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo geral	18
3.2 Objetivos específicos	18
4. METODOLOGIA	19
4.1. Caracterização da área de estudo	19
4.2. Avaliação do banco de sementes do solo	21
4.4 Análises Estatísticas	23
5. RESULTADOS	26
5.1 Composição florística das espécies de plântulas emergentes no banco de sementes do solo	26
5.2 Análise Fitossociológica	30
5.3 Similaridade florística	34
5.4 Diversidade florística	35
6. DISCUSSÃO	37
7. CONCLUSÕES	41
8. REFERÊNCIAS	42
9. APENDICE	47

1. INTRODUÇÃO

O banco de sementes solo é uma coleção de sementes viáveis presentes na superfície e no interior do solo com potencial de auxiliar no processo de regeneração da vegetação em áreas que foram antropizadas, possui dinâmica própria, sendo que a variação depende das espécies presentes, das condições às quais as sementes estão expostas, da predação e de fatores ambientais (MENGXUAN et al., 2016). O dimensionamento da abrangência desta fonte de propágulos é determinado pela produção e extensão da chuva de sementes (que consiste na projeção das sementes presentes em copas de árvores em suas áreas circunvizinhas), de agentes dispersores, da mortalidade de sementes no solo, bem como pelo número de sementes germinadas (RIBEIRO et al., 2017).

Ao se compreender essa dinâmica existente em agroecossistemas e sua capacidade de resiliência pode-se através de estudos similares avaliarem os constituintes do meio, como ferramenta para restauração ambiental (MENGXUAN et al., 2016).

Atributos edafoclimáticos influenciam na emergência de plântulas através da decomposição natural de serrapilheria na superfície do solo, onde serão fornecidos e assimilados nutrientes como, por exemplo, nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, magnésio e outros nutrientes essenciais para o desenvolvimento da flora. Outros fatores como distúrbios naturais, enchentes, topografia, queimadas e a ação do vento podem influenciar na quantidade acumulada do material sobre o solo que impactam de igual forma nos nutrientes dispersados no solo (SAYER, et al., 2012).

A camada de solo superficial serve como fonte de sementes e pode introduzir abundância e riqueza de espécies, estabelecendo um novo padrão sucessional (HALL et al., 2010). Entretanto, a implantação desta técnica tem como pré-requisito criteriosa avaliação do banco de sementes do solo a ser transposta, para conhecer a sua composição florística, dinâmica, a similaridade com outras áreas, a diversidade florística e a análise de parâmetros fitossiológicos, incluindo, a densidade, a frequência e o valor de importância das espécies emergentes. Estas informações são fundamentais para avaliar o potencial de regeneração natural.

Dentre as técnicas existentes na restauração de áreas degradadas, destaca-se a transposição de bancos de sementes do solo, consistindo na remoção uma camada superficial de uma área conservada com todos os possíveis propágulos existente no perfil de solo extraído para deposição posterior em uma área degradada com a mesma tipologia vegetal (REIS et al., 2014).

O uso do banco de sementes do solo como método de restauração ambiental tem como base o conceito de nucleação, que consiste num processo envolvendo elementos bióticos e abióticos de um pequeno núcleo de diversidade, contendo um micro habitat propícios a uma nova série de sucessões aleatórias, têm por intuito promover propulsores ecológicos aumentando assim a probabilidade de formação de uma diversidade de rotas aleatórias de sucessão (REIS et al., 2014).

O conhecimento do comportamento dos propágulos como difusores deste banco genético das espécies vegetais de um local para outro é um dos componentes importantes no processo de regeneração florestal em áreas degradadas, por isso, sua caracterização é necessária para a definição de metodologias diferenciadas de restauração de áreas degradadas e em determinados casos complementares (CALEGARI et al., 2013). A partir da avaliação dos processos de uso e cobertura do solo (manejo) e sua relação com a dinâmica de sementes no solo, é possível identificar as principais barreiras para a recuperação de áreas degradadas, a fim de auxiliar no processo sucessional e regeneração natural. Caso haja fatores com uma baixa disponibilidade de propágulos, haverá uma barreira que dificultará a emergência de plântulas e estabelecimento de interações naturais essenciais para o processo de recuperação. Áreas com baixa disponibilidade destes fatores associados a outros componentes ambientais podem se tornar estéreis (SAMPAIO et al., 2007).

Com esta compreensão sobre possíveis fatores limitantes, os processos de recuperação podem ser complementares e associados no sentido de habilitar nova sucessão ecológica (OLIVEIRA et al., 2018). Trata-se de uma avaliação relativamente rápida e de baixo custo, capaz de fornecer dados sobre a regeneração natural e definir estratégias que acelerem o processo de sucessão ecológica nas áreas restauradas (MARTINS, 2014).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Histórico de degradação do solo

A falta de planejamento na ocupação de terras, associada a práticas de manejo inadequadas levam à degradação acelerada do solo e ao desmatamento de áreas impróprias à agricultura. Com isso, observa-se um declínio na produtividade dessas áreas, que acabam sendo abandonadas, com riscos de novas áreas serem ocupadas novamente de forma inadequada (ARAÚJO et al., 2012). Área degradada é aquela que sofreu alteração de suas características originais, em decorrência de causas naturais ou oriundas de ação antrópica. Em algumas dessas áreas ocorre à eliminação dos meios bióticos (microfauna e banco de sementes) e estas passam a apresentar baixa resiliência (REICHMANN NETO, 1993; CRESTANA et al., 2006).

As áreas degradadas no Brasil são resultados da antropização, da demanda por terras agricultáveis, produtos extraídos das florestas, crescimento da população humana e maior habilidade tecnológica para modificar paisagens, criando novas condições às quais a vegetação tem que se adaptar (AMARAL, 2013).

O Estado do Maranhão conta com 12.23 milhões de hectares de áreas com estabelecimentos agropecuários, sendo 5.7 milhões de hectares de pastagens naturais e cultivadas das quais pelo menos 10% estão degradadas, as áreas de lavouras temporárias ocupam 1.2 milhões de hectares. Além disso, o estado do Maranhão detém 5.412 milhões um rebanho de cabeças de bovinos (IBGE, 2017).

Em Açailândia-MA, a pecuária tem como principal atividade o rebanho bovino para corte e a atividade leiteira, sendo toda a produção de leite destinada ao abastecimento do município. Outros rebanhos, em escala decrescente de importância, como os suínos, asininos, bubalinos, caprinos, muares e ovinos, distribuem-se por toda a região (VILLAS BOAS, 1999).

2.2 Recuperação de áreas degradadas

A partir da avaliação dos processos de uso e cobertura do solo, incluindo áreas em regeneração, pastagem degradada, silvicultura e plantio de culturas anuais e perenes, e sua relação com o banco de sementes, é possível identificar as principais barreiras para a recuperação de áreas degradadas, a fim de ajudar no processo sucessional e regeneração natural (SAMPAIO et al., 2007).

Segundo Pivello et al. (2006), dependendo do tipo e da intensidade das perturbações em fragmentos florestais, pode-se levar à perda, de animais dispersores ou até mesmo alterações na estrutura da vegetação podem ser causadas, resultando em mudanças nos processos de auto-manutenção F como, por exemplo, chuva de sementes e aporte de serrapilheira, regeneração e crescimento da floresta. Dessa forma, a perda de diversidade de espécies nunca antes estudadas só tem aumentado com a crescente exploração dos recursos naturais. Estas ações promovem prejuízos e substituição de áreas nativas, fundamentais para a sustentabilidade da vida na terra.

A regeneração natural é relevante como parâmetro indicador de áreas em recuperação (SOUZA, 2014; REIS et al., 2014). Desta forma diversidade de sementes dispersadas, dormentes no solo ou diversidade de plântulas, pode vir a indicar o estado de conservação do ecossistema, determinando a capacidade de auto-regeneração do meio, cujo grau de degradação/conservação pode determinar a necessidade e os níveis de intervenção humana para se recuperar uma área degradada (CHAMI et al., 2011).

Estudos realizados por Gonçalves (2012) caracterizam estratégias de regeneração em remanescentes florestais, tendo como princípio básico a chuva de sementes, bem como o banco de sementes, são relevantes, pois levam em conta estratégias no estabelecimento de comunidades vegetais para compreensão das interações existentes. Desta forma, disponibilizam informações que podem auxiliar na elaboração de planos de manejo florestal, programas de reflorestamento e uso sustentável dos recursos naturais.

A capacidade de regeneração natural de uma área está fortemente ligada a diversos fatores, como, por exemplo, o nível de perturbação sofrido, a quantidade e qualidade do aporte de sementes presentes na camada superficial do solo e na serapilheira, além do grau de degradação do solo e da presença de fragmentos florestais no entorno, que funcionam como ilhas vegetativas (GANDOLFI et al., 2007).

Uma ilha de vegetação pode ser definida como um agrupamento vegetal com uma ou mais espécies de plantas vasculares fixadas em solos rasos ou diretamente na rocha, estando esse agrupamento delimitado, ou não, por uma superfície rochosa. Neste contexto, a ilha vegetativa vai auxiliar no método de dispersão, ou seja, vai funcionar como um agente de dispersão podendo ser primária e secundária (CONCEIÇÃO et al., 2007).

Dispersão é o processo pelo qual as sementes são removidas das imediações da planta-matriz para distâncias consideradas “seguras” em que a predação e a competição teoricamente são menores. É descrita como uma forma de adaptação para aumentar a probabilidade de sobrevivência, uma vez que os principais fatores responsáveis pela mortalidade das plântulas

são a densidade e a proximidade em relação à planta-matrizes (CORDEIRO e HOWE, 2003). A dispersão é considerada uma adaptação para maximizar a probabilidade de sobrevivência das espécies, pois é um mecanismo que pode levar as sementes para um habitat mais favorável, onde podem ser incluídas no banco de sementes ou emergirem (AUGSPURGER, 1983).

Desta forma, a dispersão permite que as espécies conquistem novas áreas e passem a ocupar todos os micro sítios dentro de um habitat, sobrevivam a períodos desfavoráveis, evitem predadores e patógenos e recrutem novos genótipos, podendo crescer, sobreviver e reproduzir-se com maior habilidade do que os seus ancestrais (LEAL-FILHO, 1992).

Sementes dispersas em ambientes alterados podem ser avaliadas de diferentes formas, como a caracterização da eficiência da dispersão. Esta efetividade relaciona-se à quantidade de sementes dispersas, componentes quantitativos, e à qualidade do manuseio e deposição de sementes, componente qualitativo (JORDANO e SCHUPP, 2000). Para entender o processo de dispersão e suas consequências também deve-se analisar a distribuição espacial de sementes e plântulas, bem como seus respectivos genótipos em relação à planta matriz (JORDANO e GODOY, 2002; GARCÍA e GRIVET, 2011).

Em ambientes florestais, a distribuição horizontal é afetada pelos agentes dispersores: incluindo aves, roedores, morcegos, dentre outros, que apresentam preferências por locais de descanso e alimentação, podendo ocorrer uma concentração de sementes sob esses locais (LEAL-FILHO, 1992). No entanto, no perfil do solo, a quantidade de sementes decresce com a profundidade, sendo que a maioria encontra-se nos cinco centímetros superficiais. Contudo, sementes podem ser encontradas até 150 cm transportadas por lixiviação, atividade de minhocas e através de fendas do solo (HARPER, 1977).

2.3 Banco de sementes do solo

Apesar de estudos em banco de sementes em florestas tropicais terem se iniciado há quase um século (GARWOOD, 1989), no Brasil pesquisas relacionadas a esse tema são relativamente recentes (SOUZA et al., 2006).

Ressalta-se que o banco de sementes do solo, apesar de representar uma importante alternativa para auxílio na restauração de ecossistemas através da técnica de nucleação, este deve ter seu histórico de uso da área analisado, uma vez que áreas em que a vegetação foi suprimida e manejada com diferentes usos por longos períodos, como agricultura ou

pastagem, não devem apresentar mais elevado potencial de riqueza e diversidade de espécies no solo (HOLL, 2013).

Esta análise sobre o tipo de matriz do entorno, o histórico de uso e o estado de conservação são importantes para a composição do seu banco de sementes, justificando a aplicação do zoneamento ecológico ou estratégias diferenciadas para restauração ambiental (BAIDER et al., 2001).

Em florestas nativas ou em fase de restauração, o banco de sementes destaca-se como importante fonte de conhecimentos biológicos sobre o histórico da vegetação, bem como pode ser responsável pela renovação da floresta através do seu potencial de regeneração (HOPFENSBERGER, 2007). Em seu estágio inicial é formado por espécies pertencentes aos estágios iniciais de sucessão e será responsável pela composição do novo ecossistema (MARTINS, 2010).

O estoque de sementes não germinadas viáveis pode estar presente tanto no solo quanto na serapilheira, e que podem apresentar vida curta e emergirem dentro de um ano após sua dispersão, ou persistirem em estado de dormência até receberem condições favoráveis para emergência de plântulas (HARPER, 1977; GARWOOD, 1989; MARTINS, 2009).

O banco de sementes do solo está diretamente relacionado aos processos de regeneração das comunidades vegetais, pois representa a principal fonte de recrutamento dos indivíduos nas fases iniciais de sucessão, sendo responsável pela manutenção e restauração da diversidade das comunidades vegetais ao longo do tempo usando-se também desta dinâmica para estabelecer novos ambientes em auxílio à recomposição (HARPER, 1977; YOUNG et al., 1987).

Avaliar como o banco de sementes responde ao processo dinâmico da sucessão faz com que este estoque ou reserva potencial de indivíduos dentro do ecossistema seja utilizado com planejamento em projetos de restauração ambiental (MARTINS et al., 2008). Trata-se de uma avaliação relativamente rápida e de baixo custo, capaz de fornecer dados sobre a regeneração natural e definir estratégias que acelerem o processo de sucessão ecológica nas áreas restauradas (MARTINS, 2014)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o banco de sementes através da capacidade de emergência de plântulas e diversidade das espécies em áreas com diferentes tipos de manejo localizados em Açailândia-MA.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar e quantificar as espécies por meio da germinação em casa de vegetação;
- Avaliar a fitossociologia por meio do cálculo dos parâmetros densidade, frequência, e do índice de valor de importância de cada espécie;
- Determinar a similaridade florística;
- Determinar a diversidade florística;
- Analisar a composição físico-química do solo.

4. METODOLOGIA

4.1. Caracterização da área de estudo

As amostras de solo para a avaliação do banco de sementes foram obtidas em Açailândia município do estado do Maranhão (MA), nas seguintes propriedades rurais: Fazenda Confiança (4°57'56.43"S 47°20'3.41"W), Fazenda Marambaia (4°56'54.20"S 47°22'32.50"W), e Fazenda JSF Florestal (4°59'51.60"S 47°17'59.90"W). A região apresenta relevo irregular com altitude média de 200 m. O clima, de acordo com a classificação Köppen é do tipo Aw, tropical de savana, com temperatura média anual de 25.9 °C e 1334 mm de pluviosidade média anual (EDS QGIS, 3.6.1, 2019).

As formações geológicas predominantes na região são Grupo Barreiras e Formação Ipixuna, com domínio das Coberturas Cenozóicas detrito-lateríticas. O grupo Barreiras constitui-se de conglomerados constituídos de fragmentos laterito ferruginoso e ou aluminoso desorganizado, arenito de granulação fina a média com matriz argilosa, desorganizada. A formação Ipixuna é constituída de seixos subarredondados a arredondados de quartzo, organizado, apresentando granodecrescencia e formando corpos lenticulares, arenito de granulação média a grossa com grânulos e pequenos seixos de quartzo imersos em matriz argilosa, o arenito apresenta-se friável de granulação fina e média (VILLAS BOAS, 1999).

Devido às suas características geológicas e geomorfológicas a região em questão apresenta fragilidade geotécnica dos mantos de intemperismo dos arenitos das formações Itapecuru e Ipixuna, quando estes regolitos estão situados em relevo acidentado (BANDEIRA, 2013).

Para caracterização do banco de sementes, foram coletadas 75 amostras de solo, em cinco áreas com diferentes níveis de manejo e graus de antropização no mês de novembro de 2018. As áreas avaliadas foram: floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4), e cultivo de milho em pousio (T5), sendo 15 amostras em cada área (Figura 1).

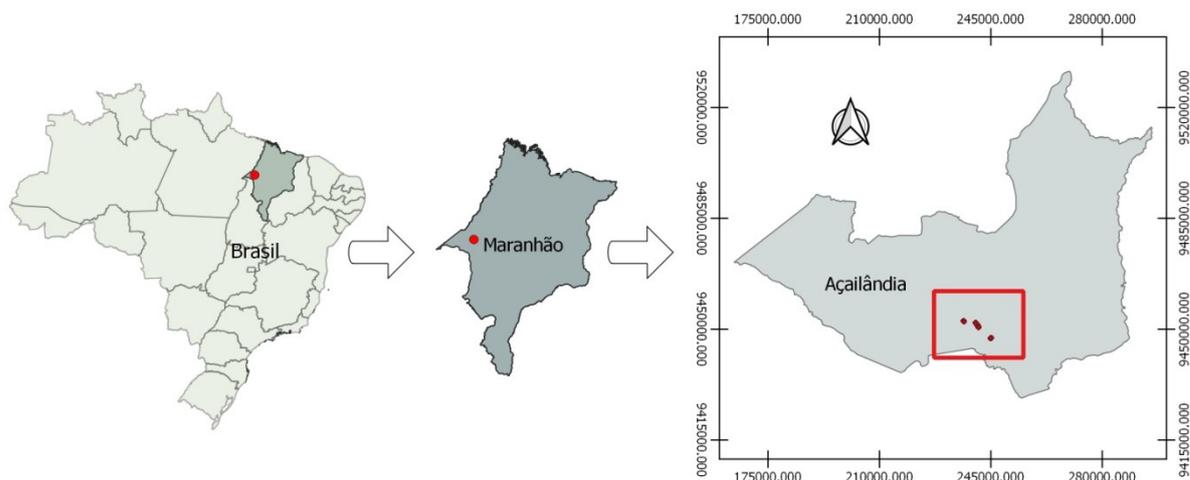


Figura 1. Mapa de localização dos pontos amostrais - Açailândia-MA. Balsas - MA, UEMA 2019.

O solo de onde as amostras retiradas das áreas T1, T2, T3, T4 é classificadas como Latossolo Vermelho Amarelo, enquanto que o solo do tratamento T5 classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (IBGE, 2001).

Foram realizadas análises químicas e físicas dos solos de cada tratamento. Cada amostra composta da unidade amostral foi formada por cinco amostras simples, seguindo o padrão de acordo com Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade, 2014. Análises químicas (macro, micronutrientes) e físicas foram efetuadas pelo Laboratório de Análises Ambientais Acquáriu's certificado e acreditado pelo INMETRO localizado no município de Imperatriz-MA.

Os resultados das análises mostram que os solos de todas as áreas têm a textura arenosa, corroborando para a caracterização de solo como da classe dos Latossolos Vermelho Amarelos (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas do solo nos tratamentos: floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019

AMBIENTES	Argila	Silte		Areia
		%		
T1	6	2		92
T2	8	2		90
T3	5	4		91
T4	9	1		90
T5	11	2		87

Em geral os latossolos possuem acidez mais elevada, alguns com baixos teores de matéria orgânica, de macro e micronutrientes, como os que sofreram com problemas de

antropização, particularmente na região com desflorestamentos e preparo de solos muitas vezes com uso de queimadas (Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2. Características químicas do solo dos tratamentos floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019.

AMBIENTES	pH CaCl_2	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	CTC	P	K
T1	4,1	0,3	0,1	0,4	0,10	1,9	2,37	1	28
T2	4,4	0,5	0,1	0,6	0,13	2,1	2,42	1	32
T3	4,0	0,3	0,1	0,3	0,11	2,0	2,39	1	30
T4	5,0	0,6	0,3	0,7	0,19	3,5	2,46	2	34
T5	5,2	0,5	0,6	0,9	0,21	3,6	2,52	2	38

Tabela 3. Características químicas do solo (dados complementares) dos tratamentos – floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019.

AMBIENTES	MO	Sat.Al	Sat.Base	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
T1	1,6	17	20	3,0	12,5	4,2	3,0	79,2
T2	1,9	19	22	3,4	13,1	4,1	3,0	79,9
T3	1,8	18	21	3,1	12,8	4,0	3,2	80,0
T4	2,0	19	25	3,9	13,1	4,3	3,7	82,0
T5	2,3	21	27	4,2	14,6	4,7	3,1	85,0

Tabela 4. Características químicas do solo (micronutrientes) dos tratamentos: floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019.

AMBIENTES	Na	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	2	3	0,20	0,6	129	8	2,4
T2	3	5	0,23	0,8	131	10	2,7
T3	2	4	0,27	0,7	130	9	2,5
T4	5	7	0,31	0,9	127	7	2,7
T5	4	8	0,39	0,6	130	9	2,9

4.2. Avaliação do banco de sementes do solo

Em cada área foi demarcado um transecto com auxílio de GPS da marca Garmin Etrex 10[®] acompanhando a inclinação do relevo. A cada 50 m, de forma equidistante, foi retirada uma amostra de solo totalizando 15 amostras em cada tratamento.

As amostras de solo foram retiradas com um gabarito metálico com as dimensões de 0.16 m x 0.25 m (0.04 m²) que foi introduzido da camada superficial do solo até o limite de

5cm de profundidade, descartando-se a serapilheira superficial. As amostragens foram realizadas em um período de dois dias para cada área. Nas áreas com vegetação herbácea espessa onde havia dificuldade de coleta do solo, foi feito um roço manual retirando raízes e cascalhos (Figura 2).



Figura 2. Mosaico de fotos com gabarito utilizado para coletar as amostras para avaliação do banco de sementes do solo. Balsas-MA, UEMA, 2019.

Após a coleta, as amostras de solo foram colocadas em sacos plásticos pretos, estéreis, não transparentes, devidamente identificadas e transportadas para casa de crescimento, onde foram pesadas e separadas por tratamento (Figura 3).



Figura 3. Amostras em pesagem e segregação por tratamento.

O material foi colocado em bandejas de polietileno de alta densidade de dimensões de 30.3 cm x 22.1 cm e 7.5 cm de profundidade, previamente perfuradas para facilitar a drenagem, enumeradas, pesadas e colocadas ao longo da bancada. O experimento foi conduzido no interior de casa de crescimento com cobertura de polietileno com espessura de 150 micra e proteção lateral de sombrite de taxa de sombreamento de 50% para controle de luminosidade, localizada na área do Centro de Difusão Tecnológica (CDT), área da propriedade da INFRAERO (Figura 4).

O experimento foi implantado na parte central da casa de crescimento, visando proteger as amostras de possíveis interferências do ambiente externo. A irrigação foi realizada por meio de sistema automático por micro aspersão, com timer de funcionamento em intervalos de tempo de irrigação de 08:00h (5 min.), 12:00h (5 min.) e 18:00h (5 min.).



Figura 4. Local de implantação do experimento - (CDT - Centro de Difusão Tecnológica) Imperatriz - MA. Balsas-MA, UEMA, 2019.

A avaliação do banco de sementes foi realizada pelo teste de emergência de plântulas em bandejas em casa de crescimento telada. Não houve acréscimo de substrato, sendo que a emergência foi conduzida em 15 repetições para cada tratamento, as quais foram dispostas nas bandejas recebendo umectação dentro das bandejas plásticas logo após sua implantação. A cada ciclo de 15 dias as plântulas emersas eram contabilizadas e identificadas, sendo retiradas das bandejas após este procedimento, segundo metodologia preconizada por Robert (1981).

Durante 10 avaliações num período de 150 dias, a cada fluxo de emergência de plântulas a identificação das espécies foi feita por meio da comparação com espécies já identificadas na literatura especializada (APG III, 2013; LORENZI, 2014). As espécies que não puderam ser identificadas no momento das avaliações foram transplantadas para tubetes, onde foram cultivadas até o período de floração para permitir a identificação.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com cinco tratamentos e 15 repetições. Os tratamentos foram floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e Cultivo de milho em pousio (T5).

4.4 Análises Estatísticas

A avaliação do tamanho do banco de sementes do solo em cada tratamento representando cada tipo de manejo e de conservação foi feita por meio da densidade do número de indivíduos em nível de plântula emergidos durante as 10 leituras quinzenais realizadas no período de 150 dias. Os dados coletados foram armazenados em um banco de dados específico criado no programa Microsoft Excel[®] versão 2016.

Testes de normalidade de Shapiro-Wilk e testes de homogeneidade de variância de Bartlett, ambos a 5% de significância, foram realizados para verificar a possibilidade de realizar Análise de Variância (ANOVA). Estas pressuposições foram rejeitadas. Por causa

disso utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido de *post-hoc* de Nemenyi, para comparações múltiplas utilizando o programa estatístico SAS (SAS, 2000), a 5% de significância.

Adicionalmente, foi analisada a similaridade em relação à composição florística entre as áreas por meio da geração de matriz de similaridade empregando o índice binário de Jaccard por meio dos softwares Past 3.25 (HAMER et al., 2001).

A partir do número de indivíduos de cada espécie foram calculados os parâmetros fitossociológicos densidade, densidade relativa, frequência, frequência relativa, e Valor de Importância (VI) de cada espécie, segundo Muller e Dombois (1974). Este valor foi obtido pela soma dos valores da densidade relativa e frequência relativa. Parâmetros fitossociológicos foram calculados a partir das seguintes fórmulas:

$$\text{Densidade Absoluta (DA) } D_{ai} = \frac{N_i}{A}$$

D_{ai} = Densidade absoluta da espécie i

N_i = Número total de indivíduos da espécie i

A = Área amostrada em m^2

$$\text{Densidade Relativa (DR) } DR_i = \frac{D_{ai}}{\sum D_{aA}} \cdot 100$$

DR_i = Densidade relativa da espécie i

D_{ai} = Densidade absoluta da espécie i

$\sum D_{aA}$ = Soma de todas as densidades absolutas

$$\text{Frequência Absoluta (FA) } FA_i = \frac{N_{ui}}{N_{UT}}$$

FA_i = Frequência absoluta da espécie i

N_{ui} = Número de unidades amostrais com a presença da espécie i

N_{UT} = Número total de unidades amostrais

$$\text{Frequência Relativa (FR) } FR_i = \frac{FA_i}{\sum FA} \cdot 100$$

FR_i = Frequência relativa da espécie i

FA_i = Frequência absoluta da espécie i

$\sum FA$ = Soma de todas as frequências absolutas

$$\text{Valor de Importância (VI) } = FR + DR$$

FR = Frequência relativa

DR = Densidade relativa

4.6 Avaliação da diversidade florística

Para cada local foi avaliada também a diversidade florística por meio do cálculo do Índice de Diversidade de Shannon (H') utilizando-se a fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

S= Número de espécies (a riqueza de espécies)

Pi= Proporção de indivíduos da espécie i com respeito ao total de indivíduos (isto é, a abundância relativa da espécie)

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

ni= Número de indivíduos da espécie i

ln= Logaritmo natural

N= Número de todos os indivíduos de todas as espécies

4.7 Avaliação da Similaridade florística

Adicionalmente foi analisada a similaridade em relação à composição florística entre as áreas por meio da geração de matriz de similaridade empregando o índice binário de Jaccard por meio dos softwares Past 3.25 (HAMER et al., 2001).

$$S_j = a / (a + b + c)$$

a=Número de espécies encontrados em ambos os locais

b=Numero total de espécies em B mas não em A

c=Número de espécies encontradas em A e não em B

5. RESULTADOS

5.1 Composição florística das espécies de plântulas emergentes no banco de sementes do solo

Observou-se a emergência de plântulas de 3.674 indivíduos, pertencentes a 21 famílias botânicas, 33 gêneros e 51 espécies. Dentre os extratos observados durante o período avaliado neste estudo destacaram-se apenas herbáceas e gramíneas (Tabela 5).

As espécies *F. dichotoma*, *C. hirta*, *C. prostrata*, *C. mucunoides*, *C. aestuans* e *H. communis* foram observadas no banco de sementes do solo em todos os ambientes avaliados, demonstrando grande plasticidade, isto é, a capacidade de se adaptar a diferentes ambientes. Em contraste, a espécie *I. purpurea* só foi observada no T1 (Floresta regenerada). Por outro lado, as espécies *Bidens* sp., *H. radiata*, *Euphorbia* sp. e *P. angulata* só foram verificados no T2 (Capoeira em regeneração), enquanto que as espécies *V. ferrugínea* e *S. spinosa* no T4 (plantio florestal com eucalipto) e *A. hybridus* no T5 (cultivo de milho em pousio) (Tabela 5).

O maior número de espécies obtidas pelo teste de emergência de plântulas no banco de sementes do solo foi no T2 (n = 33 espécies) seguido por T5 (n = 31 espécies), T4 (n = 28 espécies), T3 (n = 24 espécies) e T1 (n = 15 espécies) (Tabela 5).

Em cada tratamento foi registrado uma espécie com maior representatividade com relação ao número de indivíduos, no T1 foi a espécie *C. hirta* (n = 23 indivíduos), no T2, a espécie *C. aestuans* (n = 390), no T3, a espécie *Cyperus* sp. (n = 278), no T4, a espécie *C. prostrata* (n = 94) e no T5, a espécie *C. aestuans* (n = 574) (Tabela 5).

Tabela 5. Lista de espécies, famílias e nomes comuns e número de indivíduos, identificados no banco de sementes do solo em áreas com cinco tipos de manejo floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019.

Espécie	Família	Nome comum	Número de indivíduos				
			T1	T2	T3	T4	T5
<i>Amaranthus deflexus</i>	AMARANTHACEAE	Bredo	-	1	-	-	2
<i>Amaranthus hybridus</i>	AMARANTHACEAE	Bredo	-	-	-	-	7
<i>Amaranthus</i> sp.	AMARANTHACEAE	Amaranto	12	3	-	-	-
<i>Bidens</i> sp.	ASTERACEAE	Picão Preto	-	4	-	-	-
<i>Eclipta alba</i>	ASTERACEAE	Erva de botão	-	9	9	4	117
<i>Hypochaeris radicata</i>	ASTERACEAE	Almeirão do campo	-	1	-	-	-
<i>Parthenium hysterophorus</i>	ASTERACEAE	Losna branca	8	-	-	10	-
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	ASTERACEAE	Agriãozinho	-	2	2	-	7
<i>Vernonia ferrugínea</i>	ASTERACEAE	Assa peixe	-	-	-	3	-
<i>Commelina benghalensis</i>	COMMELINACEAE	Trapoeiraba	1	6	-	2	23
<i>Commelina difusa</i>	COMMELINACEAE	Trapoeiraba	-	9	28	-	-
<i>Ipomoea cairica</i>	CONVOLVULACEAE	Jetirana	1	1	-	-	-
<i>Ipomoea purpúrea</i>	CONVOLVULACEAE	Corde de Viola	1	-	-	-	-
<i>Ipomoea ramosíssima</i>	CONVOLVULACEAE	Campainha	-	-	-	-	7
<i>Ipomoea</i> sp.	CONVOLVULACEAE	Corde de Viola	2	-	-	3	5
<i>Cyperus difformis</i>	CYPERACEAE	Tiririca	-	3	27	-	-
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	CYPERACEAE	Tiririca	-	-	16	1	17
<i>Cyperus</i> sp.	CYPERACEAE	Titirica	-	32	278	22	340
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	CYPERACEAE	Gramma de oito dias	3	30	48	13	73
<i>Fimbristylis miliacea</i>	CYPERACEAE	Cuminho	-	-	-	-	1
<i>Chamaesyce hirta</i>	EUPHORBIACEAE	Erva de Santa Luzia	23	67	38	56	82
<i>Chamaesyce prostrata</i>	EUPHORBIACEAE	Baldroega	4	10	31	94	74
<i>Croton lundianus</i>	EUPHORBIACEAE	Gervão branco	-	10	-	1	-
<i>Euphorbia</i> sp.	EUPHORBIACEAE	Amendoin bravo	-	2	-	-	-
<i>Calopogonium mucunoides</i>	FABACEAE	Calopogonio	1	15	27	6	10
<i>Mimosa pudica</i>	FABACEAE	Dormideira	-	-	-	4	2
<i>Corchorus aestuans</i>	MALVACEAE	Juta	4	390	149	18	574
<i>Sida glaziovii</i>	MALVACEAE	Guanxuma-branca	-	2	-	17	1

Continuação Tabela 5...

Espécie	Família	Nome comum	Número de indivíduos				
			T1	T2	T3	T4	T5
<i>Sida rhombifolia</i>	MALVACEAE	Vassourinha	-	3	21	14	16
<i>Sida spinosa</i>	MALVACEAE	Guaxuma de espinho	-	-	-	8	-
<i>Sida</i> sp.	MALVACEAE	Guaxuma	9	16	1	-	-
<i>Urena lobata</i>	MALVACEAE	Caquibosa	-	-	-	-	1
<i>Mollugo verticilata</i>	MOLLUGINACEAE	Capim tapete	-	8	9	3	77
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	ONAGRACEAE	Cruz de Malta	1	1	-	-	9
<i>Phyllanthus niruri</i>	PHYLLANTHACEAE	Quebra pedra	-	14	9	1	69
<i>Lindernia crustácea</i>	PLANTAGINACEAE	Capim tapete	1	2	6		69
<i>Brachiaria</i> sp.	POACEAE	Brachiaria	-	-	12	10	-
<i>Cynodon dactylon</i>	POACEAE	Gramma seda	-	-	-	1	1
<i>Digitaria horizontalis</i>	POACEAE	Capim colchão	-	-	2	4	2
<i>Digitaria</i> sp.	POACEAE	Capim Colchão	-	-	1	1	-
<i>Eleusine indica</i>	POACEAE	Capim pé de galinha	-	2	21	4	41
<i>Portulaca oleraceae</i>	PORTULACACEAE	Baldroega	-	3	4	12	212
<i>Borreria verticilata</i>	RUBIACEAE	Vassourinha	-	2	-	4	13
<i>Diodia saponariifolia</i>	RUBIACEAE	Poia do brejo	-	1	-	12	18
<i>Mitracarpus hirtus</i>	RUBIACEAE	Poia	-	4	2	-	-
<i>Physalis angulata</i>	SOLANACEAE	Camapú	-	2	-	-	-
<i>Turnera melochioides</i>	TURNERACEAE	Albina		4	-	-	
<i>Hybanthus communis</i>	VIOLACEAE	Bandeira branca	2	4	8	3	3
Espécie não identificada	-			-	3	18	9
Total de espécies			15	33	24	28	31
Total de indivíduos			73	663	752	338	1448

A composição florística mostrou que as famílias que tiveram a maior riqueza de espécies foram Asteraceae e Malvaceae com seis espécies cada, seguidas por Cyperaceae e Poaceae com cinco espécies cada. Estas quatro famílias contribuíram com 43% do total das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes nas áreas pesquisadas (Figura 5).

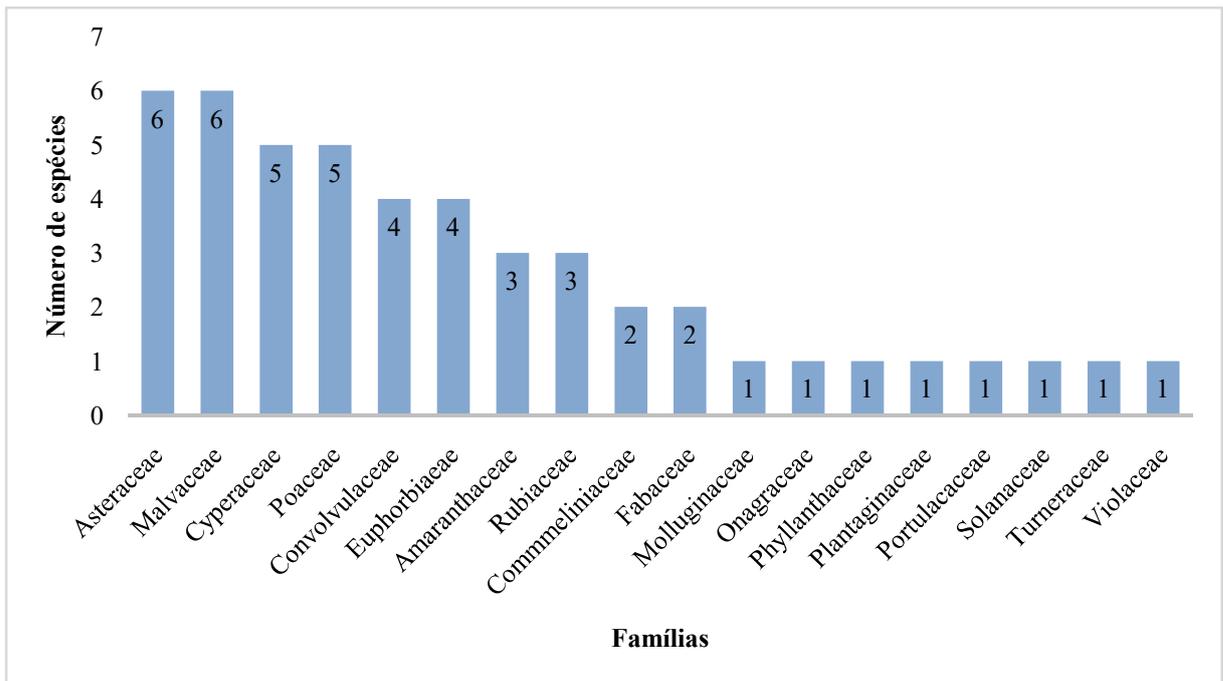


Figura 5. Composição florística total do banco de sementes do solo nos cinco ambientes pesquisados.

Os maiores fluxos de emergência de plântulas do banco de semente do solo foram observados aos 15, 45 e aos 90 dias após o início do estudo exceto para o T1 (Figura 6).

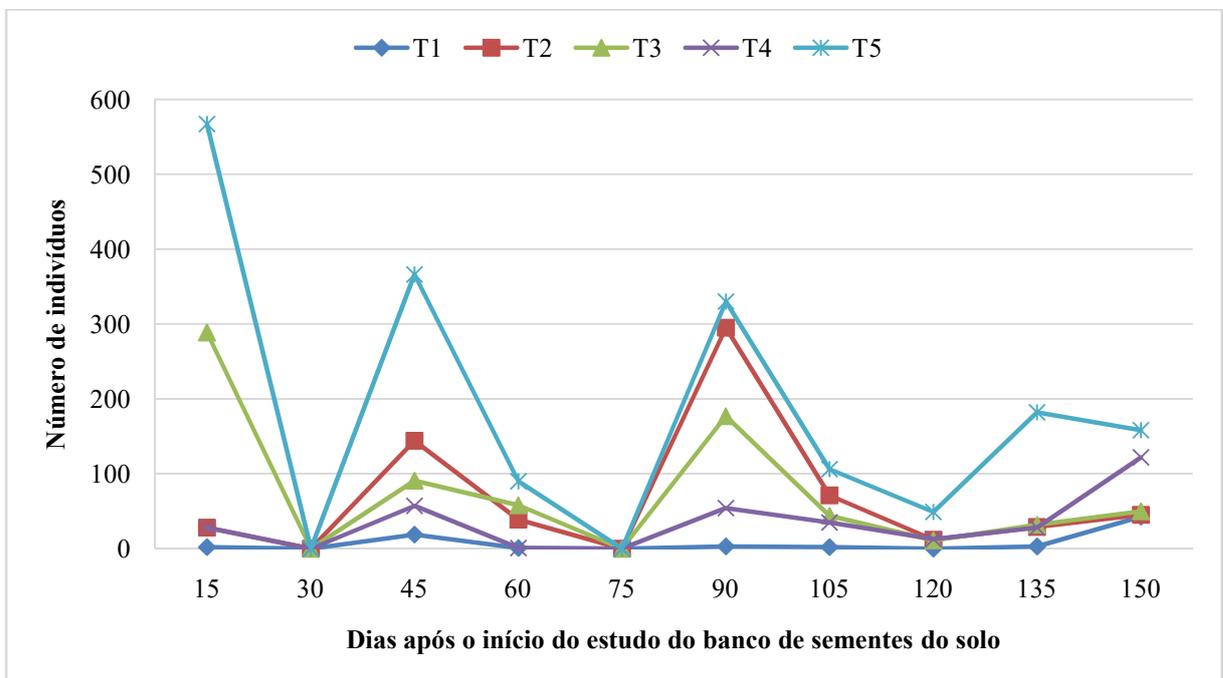


Figura 6. Número de plântulas emergidas no banco de sementes do solo durante o período de 150 dias de avaliação nos ambientes: floresta regenerada (T1), capoeira em regeneração (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4) e cultivo de milho em pousio (T5). Balsas-MA, UEMA, 2019.

5.2 Análise Fitossociológica

A maior densidade de emergência de plântulas do banco de sementes do solo foi constatada no T5 com 3.620 plantas m⁻² seguida pelo T3 com 1.813 com plantas m⁻², T2 com 1.676 plantas m⁻², T4 com 845 plantas m⁻² e T1 com 183 plantas m⁻².

O resultado da análise fitossociológica mostrou que apesar do elevado número de espécies de plântulas que emergiram no banco de sementes do solo, apenas seis apresentaram elevado Valor de Importância e assim se destacaram como as espécies dominantes. O valor de importância (VI) tem por objetivo expressar numericamente a importância de uma determinada espécie em uma comunidade (MÜELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

A espécie *C. hirta* foi observada entre as seis espécies dominantes no banco de sementes em todas as áreas, enquanto que outras espécies tiveram comportamento similar como, por exemplo, *C. aestuans* (exceto no T1), *F. dichotoma* (exceto no T5) e *Cyperus* sp. (exceto no T1).

As seis espécies de plântulas mais importantes que emergiram no banco de sementes do solo do T1, baseado no valor de importância em ordem decrescente foram *C. hirta* (VI = 65,1), *Sida* sp. (VI = 22,8), *Amaranthus* sp. (VI = 19,2), *P. hysterophorus* (VI = 16,5) *F. dichotoma* (VI = 15,3) e *C. prostrata* (VI = 11,0) (Figura 7).

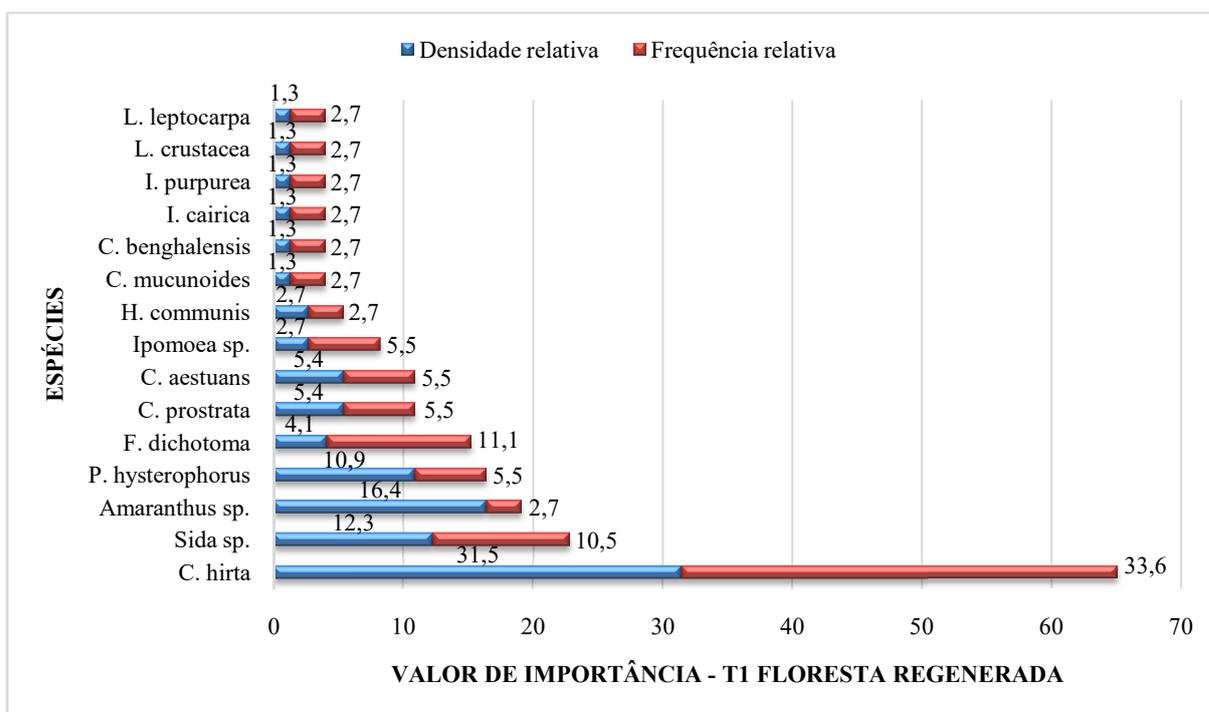


Figura 7. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T1 (floresta regenerada). Balsas-MA, UEMA, 2019.

No T2, as seis espécies de plântulas mais importantes que emergiram no banco de sementes do solo baseado no Valor de Importância, em ordem decrescente foram *C. aestuans* (VI = 84,9) *C. hirta* (VI = 20,2), *F. dichotoma*. (VI = 11,4), *Cyperus* sp. (VI = 8,6), *P. hysterothorus* (VI = 16,5) e *C. mucunoides* (VI = 7,0) (Figura 8).

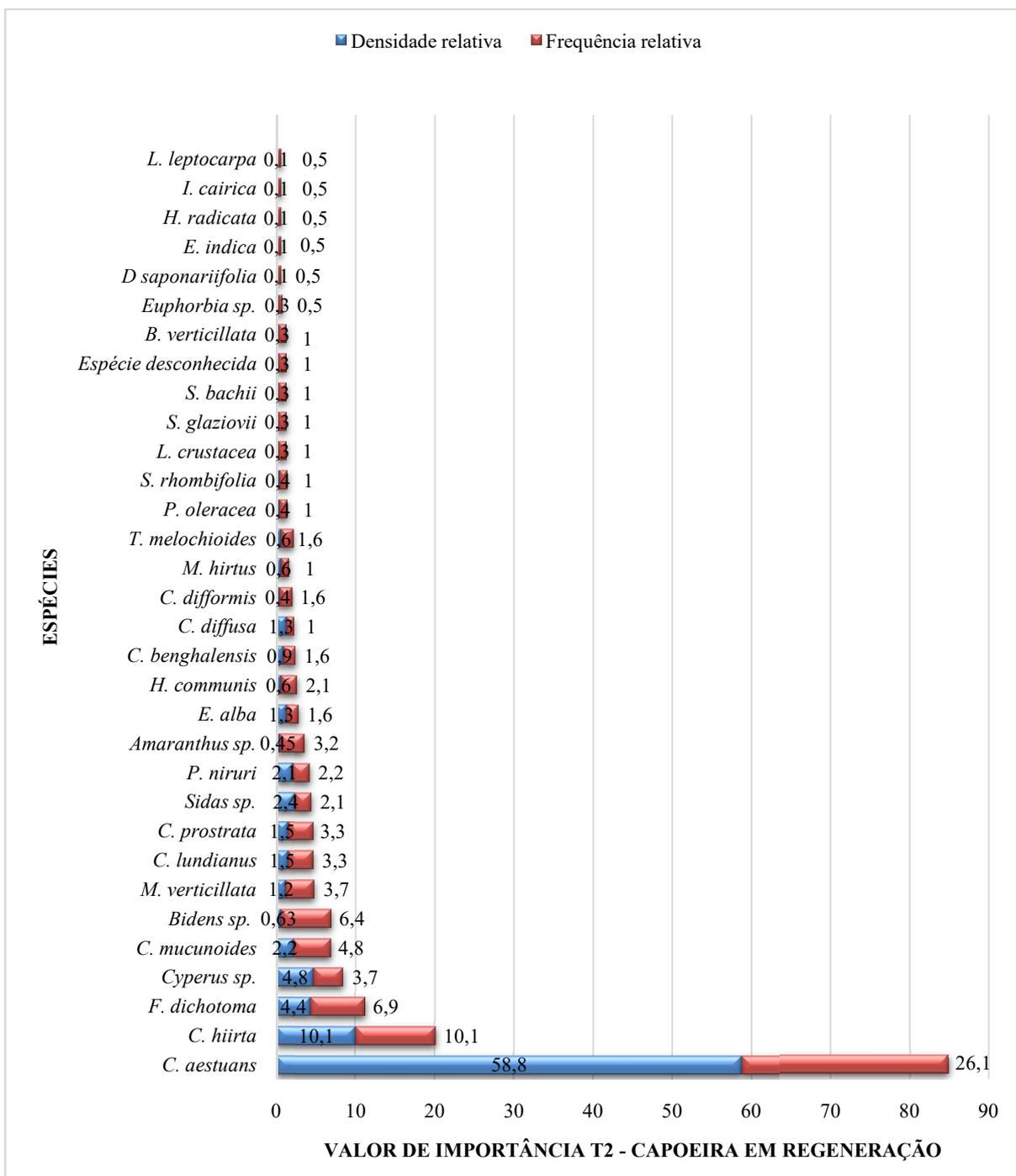


Figura 8. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T2 (capoeira em regeneração). Balsas-MA, UEMA, 2019.

As seis espécies de plântulas mais importantes que emergiram no banco de sementes do solo do T3, baseado no valor de importância, em ordem decrescente foram *Cyperus* sp. (VI

= 49,9) *C. aestuans* (VI = 32,4), *F. dichotoma*. (VI = 19,4), *C. hirta*. (VI = 14,8), *C. mucunoides* (VI = 13,3) e *C. prostrata* (VI = 13,3) (Figura 9).

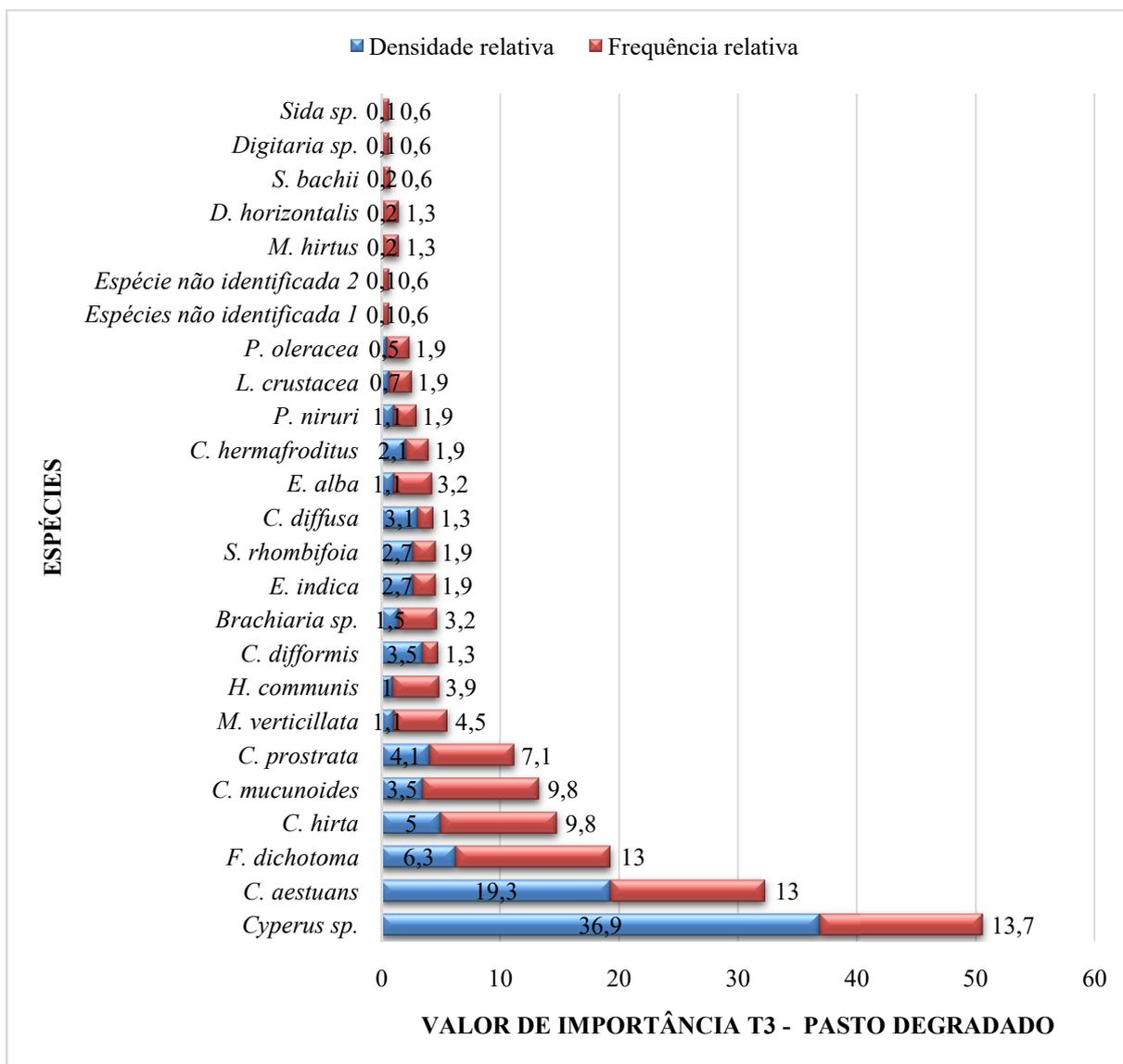


Figura 9. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T3 (pastagem degradada). Balsas-MA, UEMA, 2019.

As seis espécies de plântulas mais importantes emergidas no banco de sementes do solo do T4, baseado no Valor de Importância, em ordem decrescente foram *C. prostrata* (VI = 43,8), *C. hirta* (VI = 31,9), *Cyperus sp.* (VI = 13,9), *C. aestuans* (VI = 12,7), *F. dichotoma* (VI = 10,0) e *S. glaziovii* (VI = 8,7) (Figura 10).

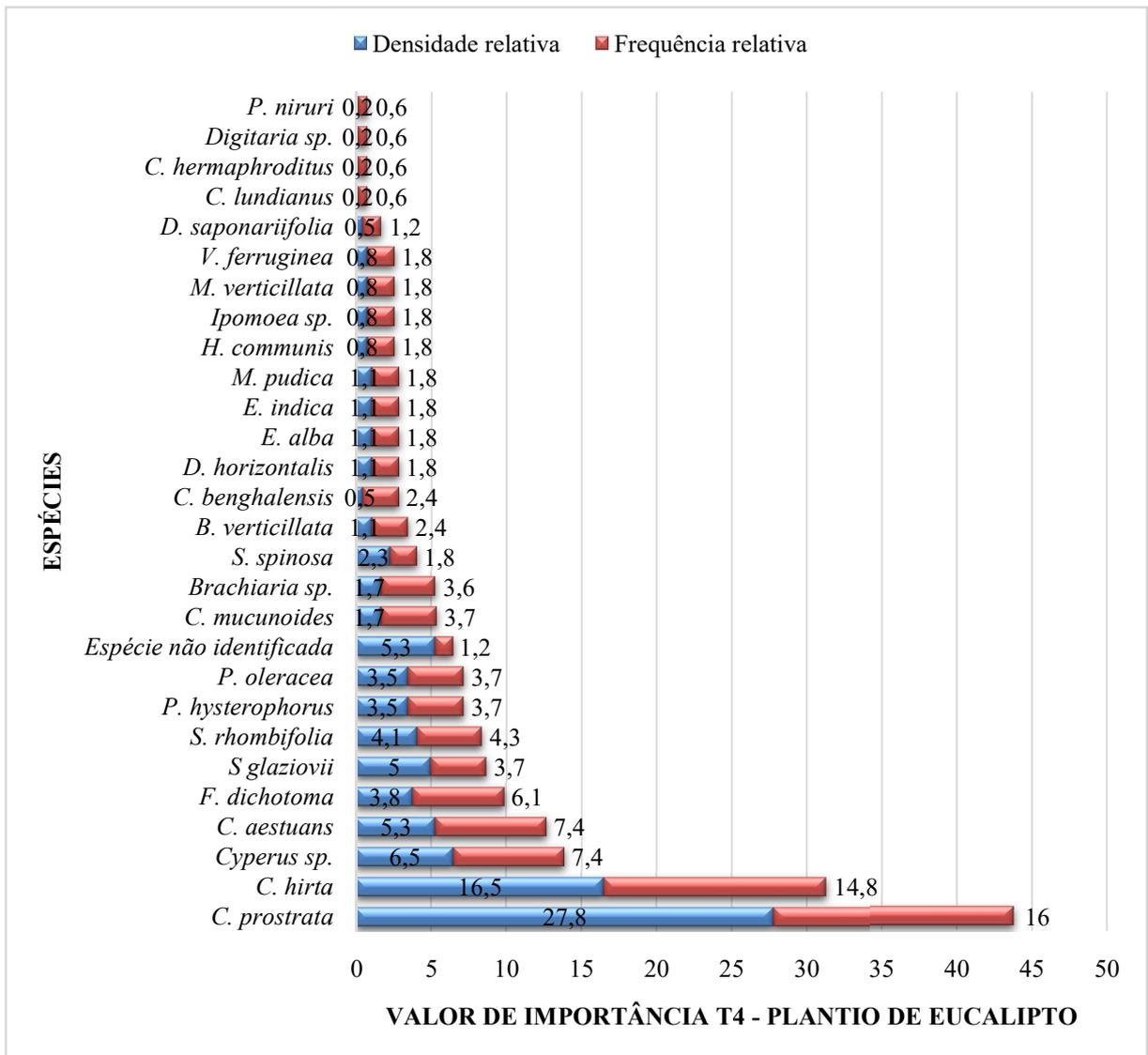


Figura 10. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T4 (plantio florestal com eucalipto). Balsas-MA, UEMA, 2019.

As seis espécies de plântulas emergidas mais importantes no banco de sementes do solo do T5, baseado no Valor de Importância (VI), em ordem decrescente foram *C. aestuans* (VI = 46,1), *Cyperus sp.* (VI = 25,9), *P. oleracea* (VI = 25,4), *P. niruri* (VI = 12,9), *L. crustácea* (VI = 11,6) e *E. alba* (VI = 11,3) (Figura 11).

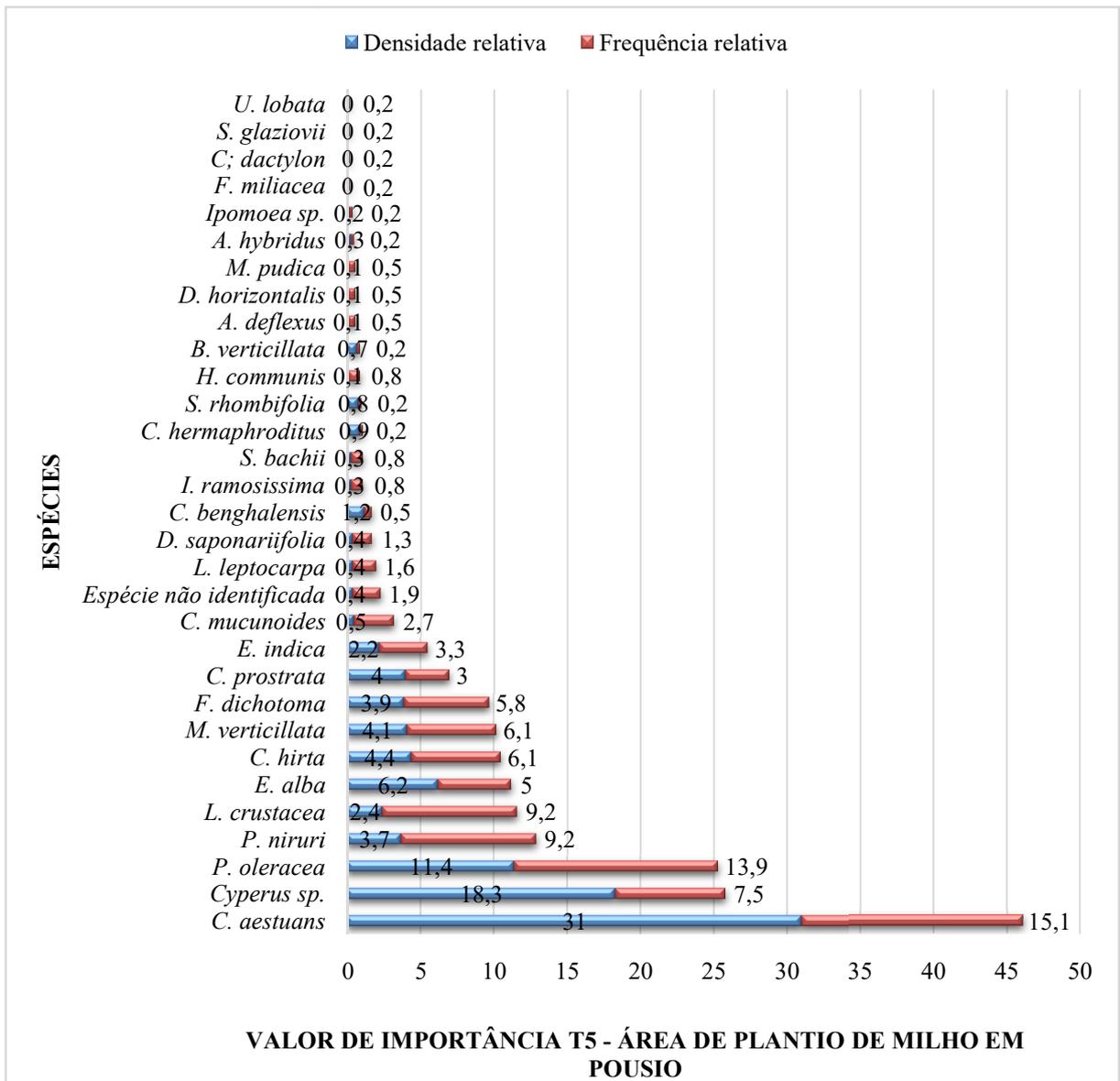


Figura 11. Valor de importância (VI) das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo no Tratamento T5 (cultivo de milho em pousio). Balsas-MA, UEMA, 2019.

5.3 Similaridade florística

Através do índice de similaridade florística de Jaccard, pode-se estabelecer a relação entre flora identificada nos ambientes de forma binária (BIONDI e BRODOWISK, 2014).

A similaridade obtida através deste índice mostrou que os ambientes T2 e T4 foram os mais similares, com um valor de 0,40, ou seja, 40% seguido do ambiente T2 e T3 que apresentam valores de 0,38 (38%) de similaridade, mostrando que T2 possui relação de proximidade qualitativamente quase todos os ambientes, exceto o ambiente T1 (Tabela 6).

Tabela 6. Análise da similaridade florística das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo em áreas com cinco tipos de manejo T1 (Floresta regenerada), T2 (Capoeira em regeneração), T3 (Pastagem degradada), T4 (Plantio florestal com eucalipto) e T5 (Cultivo de milho em pousio) em Açailândia - Maranhão, 2019.

Jaccard	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1				
T2	0,08	1			
T3	0,23	0,38	1		
T4	0,18	0,40	0,18	1	
T5	0,14	0,30	0,16	0,17	1

5.4 Diversidade florística

O Índice de Diversidade de Shannon mede o grau de incerteza em se prevê que a espécie analisada pertencerá a um indivíduo ou grupo específico escolhido ao acaso de uma amostra com S espécies e N indivíduos (URAMOTO et al., 2005).

A maior diversidade florística foi observada no T4, seguido dos tratamentos, T5, T3, T1, T2 (Figura 12).

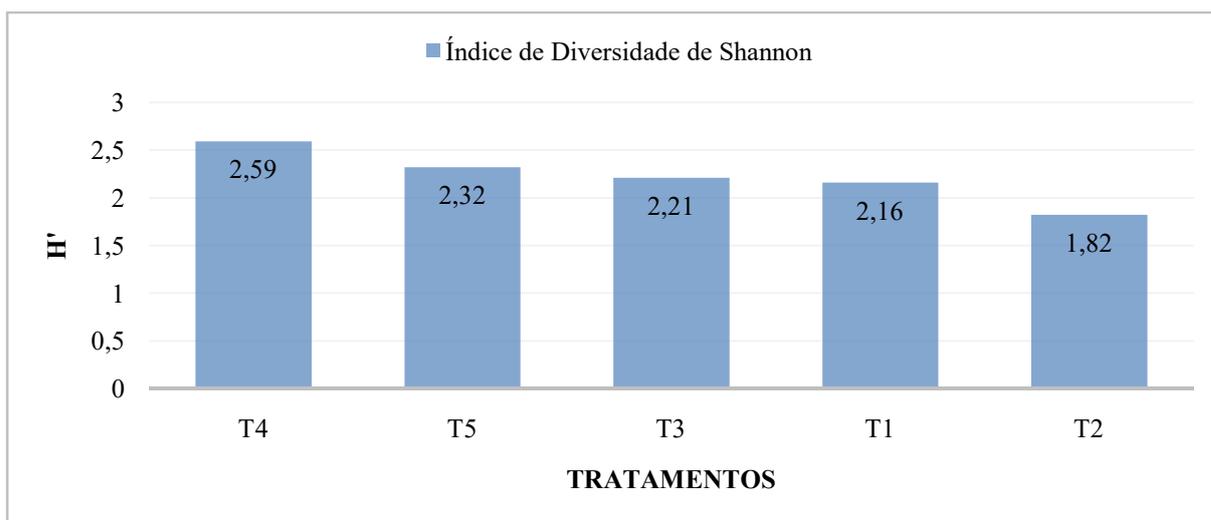


Figura 12. Diversidade florística calculada por meio do Índice de Diversidade de Shannon (H') das espécies de plântulas emergidas no banco de sementes do solo nos ambientes T1 (floresta regenerada), T2 (capoeira em regeneração), T3 (pastagem degradada), T4 (Plantio florestal com eucalipto) e T5 (cultivo de milho em pousio). Balsas-MA, UEMA, 2019.

Por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido de *post-hoc* de Nemenyi, para comparações múltiplas, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 6. Observa-se que o ambiente preservado (T1) não diferiu estatisticamente dos ambientes de capoeira (T2), pastagem degradada (T3), plantio florestal com eucalipto (T4), e divergiu estatisticamente do cultivo de milho em pousio (T5).

Tabela 7. Comparação entre os tratamentos quanto ao número de indivíduos.

Tratamento	DP	Média
1	13,76	7,30b
2	90,77	66,30ab
3	91,61	75,20ab
4	37,40	33,80ab
5	183,38	184,80a
Estatísticas de teste a,b		Ind
Qui-quadrado		11,770
DF		4
Significância Sig.		,019

Médias com letras distintas diferem pela comparação múltipla de Nemenyi a 5% de significância.

DP = Desvio-padrão. Fonte: Aatoria própria (2019).

6. DISCUSSÃO

Em análises de florestas da Amazônia oriental, Dias et al.(2004), encontrou valores similares aos observados neste estudo, com 23 famílias, 51 gêneros e 65 espécies. Resultados similares também foram encontrados por Oliveira et al.(2018) com 20 famílias, 31 gêneros, 36 espécies, destacando-se, neste último estudo, o mesmo perfil de 5 cm utilizado na presente pesquisa indicando que mesmo em perfis de solo com baixa profundidade há uma quantidade significativa de famílias e espécies (Tabela 5).

Comparando-se ambientes distintos no qual há fragmento florestal remanescente e outros fragmentos, Schorn et al. (2013) obteve 37 espécies em 22 famílias diferentes, corroborando para os resultados encontrados neste estudo.

Piaia et al.(2017) em pesquisa realizada com diferentes estágios sucessionais e uma área degradada, demonstrou que a forma de plantas daninhas gramíneas e herbáceas foi dominante em todos os tratamentos, reforçando as análises dos resultados abordadas no presente experimento. Ressalta-se ainda que a transposição de banco de sementes mesmo com a grande presença de espécies consideradas herbáceas e gramíneas pode ser benéfica para ambientes extremamente degradados, auxiliando na atração da fauna polinizadora e dispersora com melhorias principalmente na qualidade do solo. Segundo Corbin e Holl (2012) a inserção de diferentes extratos vegetais remete à diversidade de espécies como importante fator em projetos de restauração de processos ecológicos.

A região selecionada para levantamento e caracterização do banco de sementes possui inúmeras características de antropização, que vão desde corte raso de indivíduos arbóreos de grande porte, queimadas, plantio de pastagens sem manutenção da fertilidade do solo, pastagem e pisoteio do solo por animais, e grande suscetibilidade a processos erosivos, o que sugere que estas características ocorram devido à matriz produtiva da região (agropecuária extensiva).

Em geral, em estudos sobre áreas com degradação como no presente trabalho, a riqueza de espécies é inferior aos valores obtidos em ambientes alterados de florestas tropicais observados por Silva et al., (2018), que obteve valores superiores devido à proximidade com vegetação ripária, destacando por sua vez composição com presença de espécies arbóreas e arbustivas (Figura 5). Em estudos de áreas perturbadas de Cerrado e Bioma de Transição com Amazônia, Barreira e Freitas (2000), destacaram uma maior proporção de indivíduos herbáceos e de daninhas em áreas perturbadas ou com diferentes tipos de manejo em relação a extratos arbóreos e arbustivos, no qual há ainda o destaque para áreas de transição

Amazônia/Cerrado com 304 ervas (daninhas) e 291 de arbustos, ou seja, 50% superior ao valor total de espécies encontradas, relação também presente na área de estudo.

Em áreas antropizadas e que possuem um intervalo de tempo em pousio, ou ainda em regeneração natural (capoeira) são encontradas características do tipo de uso de solo e da matriz vegetal de origem. Também observado por Piaia et al. (2017) quando as herbáceas foram mais encontradas em área degradada em regeneração (voçoroca) e floresta em recuperação, devido ao seu dossel mais aberto.

A densidade obtida assemelha-se proporcionalmente a de outros estudos como obtido por Schorn et al.(2013), com 2.846 indivíduos/m² para ambientes remanescentes, 4.292 indivíduos/m² para área de pousio de plantio florestal com eucaliptos, e área com reflorestamento de pinnus com 2.125 indivíduos/m². A evolução nas áreas de pousio, mesmo que tanto para plantios de eucalipto como outras culturas anuais, demonstra esse avanço em número de indivíduos e de espécies daninhas, provavelmente no intuito de cobertura do solo de maneira rápida pelo ambiente e pelas propriedades do solo nesse período de intervalo entre culturas.

Silva et al. (2008) obteve resultado semelhante pois encontrou maior predominância de espécies herbáceas e daninhas do que espécies arbóreas e arbustivas em três diferentes profundidades avaliadas, sempre com valores aproximados ao encontrado no presente experimento, diferindo de maneira insignificante em períodos de sazonalidade, com resultados que variavam entre 5.746 a 2.866 indivíduos/m², muito similar aos valores de 4.620 a 1.825 indivíduos/m² obtidos no experimento.

Para a profundidade de coleta das amostras de solo (5 cm) nos cinco tratamentos (floresta regenerada, capoeira em regeneração, pastagem degradada, plantio florestal com eucalipto e cultura de milho em pousio) notou-se dominância de espécies de plantas daninhas (gramíneas e herbáceas). Estes resultados são similares aos de Piaia et al. (2017) que avaliaram o banco de sementes do solo em um fragmentos de floresta estacional e voçoroca estabilizada identificaram, em sua maioria, espécies de plantas herbáceas e pioneiras com maior representatividade pelas famílias Poaceae, Asteraceae e Solanaceae, sendo que na voçoroca estabilizada não houve germinação de extratos arbóreo e arbustivo. Os resultados acima descritos também corroboram com as avaliações realizadas no presente estudo, uma vez esta relação de abundância regional de espécies e limitações de microsítios, determina que em sua maioria apenas sementes menores, persistentes e de abundância regional, resistem à maiores adversidades no meio como a antropização (MARTEINSDÓTTIR, 2014).

As análises realizadas mostram que no perfil de 5 cm, que ao término do teste de emergência de plântulas, prevaleceram extratos herbáceo e de gramíneas, consideradas daninhas ou invasoras (Figuras de 7 a 11), demonstrando que sementes pequenas, como são características destas espécies, possuem vantagens adaptativas como, por exemplo, baixa predação e facilidade na incorporação ao solo (SCHERER E JAREKOW, 2006).

Relatos demonstram que a baixa proporção de sementes de árvores e arbustos pode estar ligada a fatores de fragmentação ambiental, às perturbações observadas no fragmento em estudo, à sazonalidade (WEBER et al., 2012) e ainda às enchentes em áreas de mata ciliar, responsáveis por retirar e soterrar o banco de sementes do solo (ARAÚJO et al., 2004).

O índice de similaridade de Jaccard demonstra que o tratamento T1, é o que mais difere dos demais, conforme dendograma, indicando ainda que os tratamentos que possuem maior similaridade são os tratamentos T2 e T4 (Figura 13).

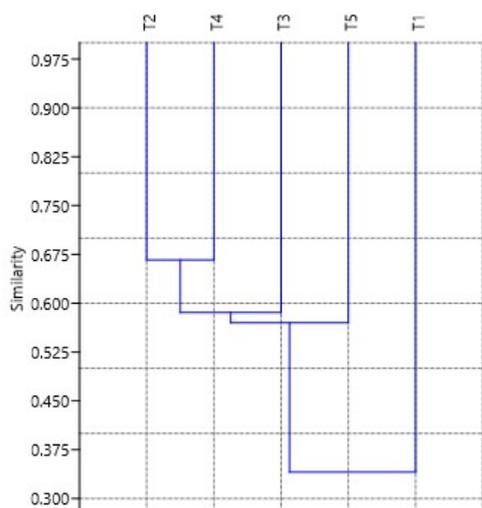


Figura 13. Dendrograma - Índice de Similaridade de Jaccard

Apesar do desafio de entender todo o processo ecológico de sucessão e a aplicabilidade de conhecimentos técnicos para auxiliar os processos de recuperação, o aprofundamento dos estudos sobre a dinâmica do banco de sementes do solo é importante para auxiliar no planejamento e execução da estratégia de transposição de solo, visando assim, potencializar o sucesso da restauração ecológica (PIAIA, 2017).

Os índices de Shannon-Wiener apresentados na Figura 12 demonstram que a maior diversidade de espécies foi encontrada no fragmento de Plantio florestal com eucalipto, seguido do fragmento com área em pousio de cultura anual de milho, pastagem degradada, área com remanescente florestal. O fragmento com capoeira foi o que apresentou menor índice de diversidade de espécies. Resultado semelhante foi encontrado por Ribeiro et al.

(2017), que analisando o índice de diversidade relata que áreas de plantio foi maior que o índice de áreas degradadas.

O banco de sementes do ambiente preservado comparado ao de áreas em processo de degradação ou com manejo intensivo são divergentes em riqueza e abundância. A análise estatística demonstra também diferença significativas quanto ao número de sementes de plântulas emergidas do solo $p=0,019$ ($p<0,05$). Os dados obtidos através de Kruskal-Wallis seguido de post-hoc de Nemenyi (Tabela 7), para comparações múltiplas, confirma que a densidade total de sementes viáveis no banco tende a diminuir com a progressão do estágio evolutivo da área com manejo para ambiente restaurado, ou seja, avanços na sucessão ecológica (GARWOOD, 1989)

Os Latossolos, segundo SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (2006), geralmente são tidos como fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos, características observadas nos ambientes de manejo avaliados que apresentaram arenosidade elevada (Tabela 1), fato esse que sugere às áreas de coleta e avaliação do banco de sementes como áreas bastante susceptíveis a erosões, baixa matéria orgânica, além de sua característica ácida.

Em todos os tratamentos é possível visualizar o caráter ácido, ($pH < 6,6$) do solo (Tabela 2), conforme SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (2006), e que em estudos de bancos de sementes demonstra um fator limitante de desenvolvimento de emergência de algumas plântulas, a não ser as que possuem maiores evoluções adaptativas como as gramíneas e herbáceas.

A baixa CTC obtida também demonstra uma das barreiras para o desenvolvimento de indivíduos florestais e atuando também diretamente no banco de sementes (Tabela 3). Ferreira et al. (2008), relata que dentre os atributos mais associados a um banco de sementes são zinco, saturação de alumínio da CTC, CTC e fósforo.

7. CONCLUSÕES

Com base na análise do banco de sementes em diferentes tipos de manejo, diferentes estágios sucessionais, foi possível indicar quais as características favoráveis ou possíveis limitações para uso adequado de métodos de restauração ambiental.

No perfil analisado de 5 cm, para ambientes com solos de textura arenosa, com baixa fertilidade na Região Amazônica caso sugerido métodos para recuperação de áreas degradadas como transposição de solos como estratégia de restauração ecológica, os resultados podem não abranger espécies arbóreas.

O método de transposição de banco de sementes com estas características pode levar ao surgimento de espécies consideradas daninhas devido à produção adensada de diásporos e a um banco de propágulos persistente, algumas com rusticidade suficiente com vantagens em caso de competição ecológica.

Nesta ótica, o uso de transposição de solos como método de restauração demanda um estudo detalhado e com necessidade de métodos auxiliares. Se usado de maneira isolada e com estudos menos detalhados a transposição em muitos casos pode levar a um cenário desfavorável a processos de sucessão ecológicos. Do ponto de vista pedológico, os solos extremamente degradados e em alguns casos estéreis, podem melhorar sua estrutura e características físico-químicas melhoradas com uma composição espécies daninhas que irão auxiliar na diminuição de lixiviação.

8. REFERÊNCIAS

AMARAL, W. G.; PEREIRA, I. M.; AMARAL, C. S.; MACHADO, E. L. M. L.; RABELO, D. O. Dinâmica da flora arbustivo-arbórea colonizadora em uma área degradada pela extração de ouro em Diamantina, Mg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n.4, p. 713-725, 2013.

ANGELIS-NETO, G.; ANGELIS, B. L. D.; OLIVEIRA, D. S. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. **Acta Scientiarum: Technology**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 65-73, 2004.

AMOSTRAGEM E CUIDADOS NA COLETA DE SOLO PARA FINS DE FERTILIDADE. Embrapa Amazônia Ocidental Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 18 p.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: **APG II. Botanical Journal of the Linnean Society**, London, p. 399–436, 2003.

ARAÚJO, M.S.L.C.; CASTIGLIONI, D.S.; COELHO, P.A. **Width weight relationship and condition factor of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil**. Rio Grande do Sul: Iheringia, Zoologia. Porto Alegre, RS, Brasil. 2012. (Fundação Zoobotânica). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/isz/v102n3/v102n3a05.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2019.

ARAÚJO, M. M.; LONGUI, S. J.; BARROS, P. L. C.; BRENA, D. A. Caracterização da chuva de sementes e banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional, Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n.66, p.128-141. 2004.

AUGSPURGER, C. K. Seed dispersal of tropical tree species: iterations *Platypodium elegans* and escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 71, p.759-771. 1983.

BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.61, n.1, p. 35-44, 2001.

BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Organizado por Iris Celeste Nascimento. CPRM Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Teresina, 2013. 294 p.

BARREIRA, S.; FREITAS, M. L. Banco de sementes de três fisionomias de Cerrado em Uberlândia, MG. *In*: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBREFLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Resumos [...]**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 43-45.

BIONDI, D.; BRODOWISK R. Utilização de índices ecológicos para análise do tratamento paisagístico arbóreo dos parques urbanos de Curitiba-PR. *In*: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA. Centro Científico Conhecer. Goiânia, 2014. p. 3006-3017.

- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, L. C.; SILVA, E.; GLERIANI, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.5, p. 871-880, 2013.
- CHAMI, L. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; KIELSE, P.; DAL'COL LÚCIO, A. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Revista Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p.251-259, Santa Maria, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000200012>. Acesso em: 4 mar. 2019
- CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mais riquezas similares. *In: Rodriguésia*, v. 58, n.1, p. 193-206, 2007.
- CORBIN, J. D.; HOLL, K. D. Applied nucleation as a Forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management Elsevier**, v. 265, p.37–46, 2012
- CORDEIRO, N. J.; HOWE, H. F. Forest fragmentation severs mutualismo between seed disperser and an endemic African tree. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.** v.100, n.24, p.14052–14056, 2003.
- CRESTANA, M. et al. **Florestas. Sistemas de recuperação com essências nativas, produção de mudas e legislações**. 2.ed. Campinas-SP: Embrapa Algodão, 2006.
- DIAS, H. K. O.; ARAÚJO, M. M.; MODESTO, E. L.; OLIVEIRA, J. N. de. Densidade e composição florística do Banco de sementes do solo em floresta secundária na Amazônia Oriental. *In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL*, 3. 2004, Santa Maria. **Anais[...]**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p. 226-232.
- Equipe de Desenvolvimento do QGIS (2019). **Sistema de Informações Geográficas do QGIS**. Projeto Código Aberto Geospatial Foundation. <http://qgis.osgeo.org>.
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V. Theoretical bases on the Forest ecological restoration. *In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Ed.). High diversity forest restoration in degraded areas*. New York: Nova Science Publishers, 2007, p. 27-60.
- GARCÍA, C.; GRIVET, D. Molecular insights into seed dispersal mutualisms driving plant population recruitment. **Acta ecológica**, v. 37, n.6, p. 632-640, 2011.
- GARWOOD, N.C. Tropical soil seed banks: A review. *In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. Ecology of soil seed banks*. 1989, p.9-21.
- GONÇALVES, B.F. **Chuva de Sementes em remanescentes de caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe-Brasil**. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão - SE, 2012.
- HALL, S. L., BARTON, C. D., BASKIN, C. C. Topsoil seed bank of an Oak–Hickory forest in eastern Kentucky as a restoration tool on surface mines. **Restoration Ecology**, v.18, n.6, p.

834-842, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00509.x>. Acesso em: 12 jun.2019.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T. E RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n. 1, p. 1–9, 2001.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977.

HOLL, K. D. Restoring Tropical Forest. **Nature Education Knowledge**, n. 4, v. 4, 2013.

HOPFENSBERGER, K. N. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. **Oikos**, 2007; 116(9): 1438-1448.

IBGE. Mapa de Solos do Brasil. EMBRAPA, Rio de Janeiro, IBGE, 2001. 9.56 MB. Escala 1:5.000.000. Disponível em: www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php. Acesso em: 07 jul. 2019.

IBGE. Censo Agropecuário. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pesquisa/24/65644>. Acesso em: 07 jul. 2019.

JORDANO, P., SCHUPP, E.W. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. **Ecological Monographs**, v.70, n.4, p. 591-615, 2000.

JORDANO, P., GODOY, J.A. Frugivore-generated seed shadows: a landscape view of demographic and genetic effects. In: Levey, D.J., Silva, W.R., Galetti, M. (eds.), **Seed dispersaland frugivory: ecology, evolution and conservation**, CABI, Wallingford, UK, v. 90, n. 1, p. 305-322, 2002.

LEAL FILHO, N. **Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na zona de Minas Gerais**. 1992. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 1992.

LORENZI, H., **Manual de Identificação e controle de plantas daninhas: Plantio direto e convencional** 7ª Edição, Nova Odessa, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2014.

MARTEINSDÓTTIR, B. Seed rain and seed bank reveal that seed limitation strongly influences plant community assembly in grasslands. **PlosOne**, California, v.9, n.7, p. 1-8, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103352>. Acesso em: 24 jun. 2019.

MARTINS, S.V.; ALMEIDA, D. P.; FERNANDES, L. V.; RIBEIRO, T. M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1081-1088, 2008.

MARTINS, S. V. Soil seed bank as indicator of forest regeneration potential in canopy gaps of a semideciduous forest in Southeastern Brazil. In: FOURNIER, M. V. (Ed.) **Forest regeneration: ecology, management and economics**. Hauppauge: Nova Science, Nova York, p. 113-128, 2009.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil; 2010.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014.

MENGXUAN H., LINGYUE L., HONGYUAN L., WEIQING M., NA Z. Analysis on soil seed bank diversity characteristic sand its relation with soil physical and chemical properties after substrat e addition. **PlosOne**, California, v.11, n.1, p. 1-16, 2016.

MUELLER-DOMBOIS D, ELLENBERG H. **Aim sand methods of vegetatione cology**. Nova York: John Wiley and Sons; 1974.

OLIVEIRA, T. J. F.; BARROSO, D. G.; ANDRADE, A. G.; FREITAS, I. L. J.; AMIM, R. T. Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região noroeste fluminense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 206-217, 2018 ISSN 1980-5098

PIAIA, B. B.; ROVEDDER, A. P. M.; STEFANELLO, M. M.; FELKER, R. M.; PIAZZA, E. M. Análise do banco de sementes visando estratégia de transposição para a restauração ecológica no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 47, n. 3, p. 221-228, 2017. DOI: 10.5380/rf.v47i1.46842

PIVELLO, V.R.; PETENON, D.; JESUS, F.M.; MEIRELLES, S.T.; VIDAL, M.M.; ALONSO, R.A.S.; FRANCO, G.A.D.C.; METZGER, J.P. Chuva de sementes em fragmentos de floresta Atlântica (São Paulo, SP), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade à borda. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.20, n4, p. 845-859, 2006.

REICHMANN NETO, F. **Recuperação de áreas degradadas na Região Sul**. In: Congresso Florestal Panamericano, Congresso florestal brasileiro, 7., Curitiba, 1993. Anais. Curitiba, SBS/ SBEF, 1993. p.102-107.

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. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509814591>. Acesso em: 22 jun. 2019.

REIS, D. N.; DAVID, E. A. C; FERREIRA, D. F. Indicadores preliminares para avaliação da restauração em reflorestamentos de ambientes ciliares. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Paraná, v.34, n.80, p.375-389, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4336/2014.pfb.34.80.757>. Acesso em: 10 jun. 2019.

RIBEIRO, T. O.; BAKKE, I. A.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A.; LUCENA, D. S. Diversidade do Banco de Sementes em diferentes áreas de caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n. 1, p. 203-213, 2017.

ROBERTS, HA. Seed banks in the soil. **Advances in Applied Biology**, Cambridge: Academic Press, v. 6, p. 1-55, 1981.

SAYER, E.J., WRIGHT, S.J., TANNER, E.V.J., YAVITT, J.B., HARMS, M.N., POWERS, J.S., KASPARI, M., GARCIA, M.N.; TURNER, B.L. Variable responses of lowland tropical forest nutrient status to fertilization and litter manipulation. **Ecosystems**, Suíça, v.15, p.387-400, 2012.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS software**: user's guide. Version 8.2. Cary: 2000. 291p.

SAMPAIO, A. B.; HOLL, K. D.; SCARIOT, A. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in central Brazil? **Restoration Ecology**, Nova York, v. 15, n. 3, p. 462-471, 2007.

SCHERER, C.; JARENKOW, J.A. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n.1, p.67-77, 2006.

SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B.; KRÜGER, A.; PELLENS, G. C.; BUDAG, J. J.; NADOLNY, M. C. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 49-58, 2013.

SILVA, A. J. C. **Banco de sementes no solo de planícies inundáveis inseridas na Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 3 ed. Embrapa solos, Brasília, DF, 2006, 353 p.

SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; GRIFFITH, J.J. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p.56-67, 2006.

SOUZA L. M. **Regeneração natural como indicador da sustentabilidade em áreas em processo de restauração**. 2014, 127f. Tese (Doutorado em Restauração de Áreas Degradadas) Universidade Federal de Lavras, UFL, Lavras, 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS software**: user's guide. Version 8.2. Cary: 2000. 291p.

URAMOTO K.; JULIO W.; ZUCCHI R. Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p.33-39, 2005.

VILLAS BOAS, J. M.; ARAÚJO, C. C. **Açailândia**: Folha SB.23-V-A: estados do Pará e Maranhão. Brasília: CPRM, 1999. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB; Projeto Especial. Mapas de Recursos Minerais, de solos e de vegetação para a Área do Programa Grande Carajás. Subprojeto de Recursos Minerais. Escala 1:250.000. Estados do Pará e Maranhão, CPRM Brasília, 1999.

YOUNG, K. R.; EWEL, J. J.; BROWN, B. J. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 71, p. 157-163, 1987.

APENDICE

A 1. Estágios das principais espécies encontradas no banco de sementes

Chamaesyce hirta



Corchorus aestuans



Portulaca oleracea



Sida rhombifolia



Synedrellopsis grisebachii



Lindernia crustacea



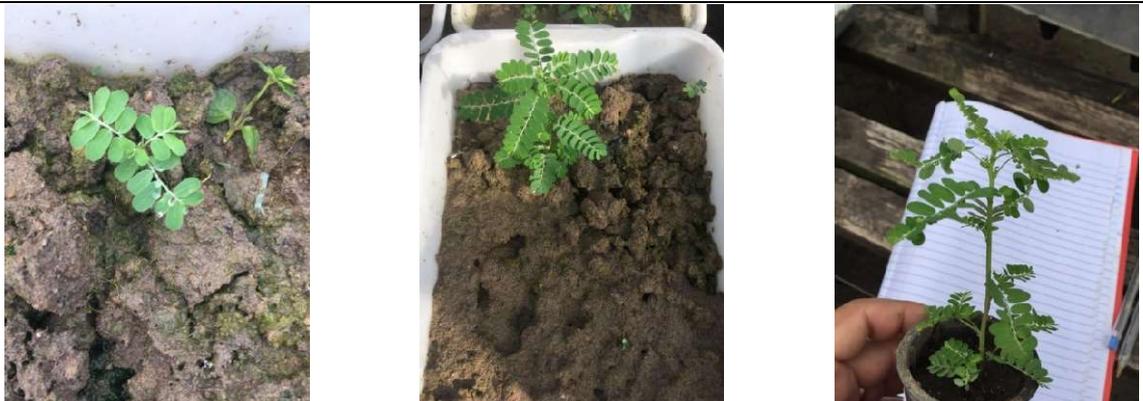
Ipomoea ramosissima



Mollugo verticillata



Phyllanthus niruri



Physalis angulata



Brachiaria sp



Borreria verticillata



Calopogonio mucunoides

