

Banco de sementes em áreas de restauração florestal na Amazônia Oriental

Seed bank in forest restoration areas in the Eastern Amazon

Banco de semillas en áreas de restauración forestal en la Amazonía Oriental

DOI: 10.54033/cadpedv21n6-157

Originals received: 05/17/2024

Acceptance for publication: 06/07/2024

Nisângela Severino Lopes Costa

Mestre em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Endereço: Imperatriz, Maranhão, Brasil

E-mail: nisangela.lopes@uemasul.edu.br

Gustavo Schwartz

Doutor em Ecologia e Manejo Florestal

Instituição: EMBRAPA Amazônia Oriental

Endereço: Belém, Pará, Brasil

E-mail: gustavo.embrapa@gmail.com

Jaqueline Macedo Gomes

Doutora em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Endereço: Imperatriz, Maranhão, Brasil

E-mail: jaquelinegomes@uemasul.edu.br

Luiz Fernandes Silva Dionísio

Doutor em Ciências Florestais

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: Castanhal, Pará, Brasil

E-mail: fernandesluiz03@gmail.com

Camila de Almeida Milhomem

Mestranda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Roraima

Endereço: Boa Vista, Roraima, Brasil

E-mail: camilamilhomem5@gmail.com

Walmer Bruno Rocha Martins

Doutor Ciências Florestais

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Rua Pau Amarelo, Capitão Poço, Pará, Brasil

E-mail: walmer.bruno@ufra.edu.br

Jurandir Pereira Filho

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais

Instituição: Universidade do Vale do Itajaí

Endereço: Itajaí, Santa Catarina, Brasil

E-mail: jurandir@univali.br

RESUMO

A atividade pecuária se destaca no desmatamento, sendo causa de dois terços das terras desmatadas nos neotrópicos, sendo 80% na Amazônia brasileira. Destas áreas desmatadas, aproximadamente metade está degradada e uma parcela considerável abandonada e em terras públicas através da grilagem. O Brasil comprometeu-se no acordo de Paris por meio de sua contribuição nacional determinada em zerar o desmatamento ilegal na Amazônia, a reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, além de restaurar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 (COP- 21). Para tal, existem vários métodos e técnicas de restauração ecológica, as quais ampliam possibilidades para que os processos ecológicos recriem condições para o restabelecimento dos ecossistemas degradados. Nesse processo, independentemente do método utilizado, torna-se necessária a execução de monitoramentos periódicos para avaliação de indicadores que demonstrem o desenvolvimento da restauração. Dentre os indicadores vegetativos, a regeneração natural é muito utilizada, porque expressa a resiliência do ecossistema em restauração. Entretanto, outros indicadores de vegetação podem ser utilizados, como: banco de sementes, chuva de sementes e produção de serrapilheira. O banco de sementes do solo é imprescindível no planejamento de projetos de restauração florestal, pois ele representa o estoque de sementes viáveis no solo, apresentando uma grande densidade de indivíduos e riqueza de espécies. No entanto, sua eficiência está ligada ao histórico de uso, 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. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar qual o método de restauração florestal apresenta melhores parâmetros fitossociológicos para banco de sementes em áreas de pastagens abandonadas na Amazônia Oriental. Nas três áreas analisadas houve dominância em espécies e indivíduos herbáceos e a maioria pertencentes à família cyperaceae, indicando estarem em estágio inicial de sucessão. Considerando a relação custo-benefício, o método utilizando a restauração passiva foi o mais eficiente, pois mesmo não tendo custos referentes ao plantio de mudas e tratamentos culturais, mostrou resultados superiores para diversidade do banco de sementes.

Palavras-chave: Pastagens Abandonadas. Floresta Tropical. Áreas Degradadas. Resiliência.

ABSTRACT

Livestock activity stands out in deforestation, being the cause of two thirds of the deforested land in the Neotropics, 80% in the Brazilian Amazon. Of these deforested areas, approximately half are degraded and a considerable portion abandoned and on public lands through land grabbing. Brazil committed to the Paris agreement through its national contribution determined to eliminate illegal deforestation in the Amazon, to reforest 12 million hectares of forests, in addition to restoring 15 million hectares of degraded pastures by 2030 (COP-21). To this end, there are several ecological restoration methods and techniques, which expand possibilities for ecological processes to recreate conditions for the reestablishment of degraded ecosystems. In this process, regardless of the method used, it is necessary to carry out periodic monitoring to evaluate indicators that demonstrate the development of the restoration. Among the vegetative indicators, natural regeneration is widely used, because it expresses the resilience of the ecosystem under restoration. However, other vegetation indicators can be used, such as: seed bank, seed rain and litter production. The soil seed bank is essential in planning forest restoration projects, as it represents the stock of viable seeds in the soil, presenting high density of individuals and species richness. However, its efficiency is linked to the land-use history, since areas in which vegetation was suppressed and managed under different uses for long periods, such as agriculture or pasture, should no longer present a high potential for species richness and diversity. Therefore, the objective of this study was to evaluate which forest restoration method presents the best phytosociological parameters for seed banks in abandoned pasture areas in the eastern Amazon. In three areas analyzed, there was dominance in herbaceous species and individuals, the majority belonging to the Cyperaceae family, indicating that they are in the initial stage of succession. Considering the cost-benefit ratio, the method using passive restoration was the most efficient, as it has no costs related to planting seedlings and cultural treatments, it showed better results for seed bank diversity.

Keywords: Abandoned Pastures. Tropical Forest. Degraded Areas. Resilience.

RESUMEN

La actividad ganadera se destaca en la deforestación, siendo la causa de dos tercios de las tierras deforestadas en el Neotrópico, el 80% en la Amazonía brasileña. De estas áreas deforestadas, aproximadamente la mitad están degradadas y una porción considerable abandonada y en tierras públicas a través del acaparamiento de tierras, Brasil se comprometió con el acuerdo de París a través de su contribución nacional decidida a eliminar la deforestación ilegal en la Amazonia, para reforestar 12 millones de hectáreas de bosques, en. además de restaurar 15 millones de hectáreas de pastos degradados para 2030 (COP-21). Para ello, existen varios métodos y técnicas de restauración ecológica, que amplían las posibilidades de que los procesos ecológicos recreen condiciones para el restablecimiento de ecosistemas degradados. En este

proceso, independientemente del método utilizado, es necesario realizar seguimientos periódicos para evaluar indicadores que demuestren el desarrollo de la restauración. Entre los indicadores vegetativos, la regeneración natural es ampliamente utilizada, porque expresa la resiliencia del ecosistema bajo restauración. Sin embargo, se pueden utilizar otros indicadores de vegetación, como: banco de semillas, lluvia de semillas y producción de hojarasca. El banco de semillas del suelo es fundamental en la planificación de proyectos de restauración forestal, ya que representa el stock de semillas viables en el suelo, presentando una alta densidad de individuos y riqueza de especies. Sin embargo, su eficiencia está ligada a la historia de uso, ya que las áreas en las que la vegetación fue suprimida y manejada con diferentes usos durante largos períodos, como agricultura o pastos, ya no deberían presentar un alto potencial de riqueza y diversidad de especies. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar qué método de restauración forestal presenta los mejores parámetros fitosociológicos para bancos de semillas en áreas de pastos abandonados en la Amazonía Oriental. En las tres zonas analizadas hubo dominancia en especies e individuos herbáceos, la mayoría pertenecientes a la familia cyperaceae, lo que indica que se encuentran en la etapa inicial de sucesión. Considerando la relación costo-beneficio, el método de restauración pasiva fue el más eficiente, ya que a pesar de no tener costos relacionados con la siembra de plántulas y tratamientos culturales, mostró resultados superiores para la diversidad del banco de semillas.

Palabras clave: Pastos Abandonados. Bosque Tropical. Zonas Degradadas. Resiliencia.

1 INTRODUÇÃO

Serviços ecossistêmicos das florestas como conservação do solo, conservação dos recursos hídricos, manutenção dos ciclos de chuva e ainda regulação do clima e sequestro de carbono estão intimamente relacionados à importância da vegetação nativa como reservatório de carbono. No Brasil as emissões de gases do efeito estufa, principalmente CO₂, estão muito ligadas à remoção de florestas em anos recentes. Nesse sentido, além de sua manutenção tornam indispensáveis ações de restauração e uso econômico sustentável desses ecossistemas (Quintão *et al.*, 2021).

Na Amazônia brasileira, o processo de expansão e intensificação do uso da terra tem reduzido significativamente a cobertura florestal e a complexidade da estrutura de extensas áreas de florestas, o que tem resultado em intensa

fragmentação florestal. Dentre os tipos de usos do solo na Amazônia brasileira, incluem-se os cultivos agrícolas e a atividade pecuária, onde normalmente a vegetação original aparece como entrave ao desenvolvimento destas atividades. A atividade pecuária se destaca no desmatamento, sendo causa de dois terços das terras desmatadas nos neotrópicos, sendo 80% na Amazônia brasileira. Destas áreas desmatadas, aproximadamente metade está degradada e uma parcela considerável abandonada e em terras públicas através da grilagem (Dias-Filho e Andrade 2006; Lerner *et al.*, 2015; IPAM, 2021).

O Brasil comprometeu-se no acordo de Paris por meio de sua contribuição nacional determinada em zerar o desmatamento ilegal na Amazônia, a restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, além de restaurar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 (COP- 21).

Para tal, existem vários métodos e técnicas de restauração ecológica, as quais ampliam possibilidades para que os processos ecológicos recriem condições para o restabelecimento dos ecossistemas degradados, danificado, transformado ou totalmente destruído como resultado direto ou indireto das atividades humanas (Oliveira e Engel, 2017).

Nesse processo, independentemente do método utilizado, torna-se necessária a execução de monitoramentos periódicos para avaliação de indicadores que demonstrem o desenvolvimento da restauração. Com resultados do monitoramento, pode-se avaliar se a evolução do processo de restauração está seguindo uma trajetória planejada ou se é preciso readequá-la (Martins *et al.*, 2018). Essa avaliação, deve levar em consideração a análise pontual de indicadores da área. Logo, o monitoramento contínuo permite a verificação do funcionamento e dinâmica desse ecossistema (Brancalion *et al.*, 2013).

Dentre os indicadores vegetativos, a regeneração natural é muito utilizada, porque expressa a resiliência do ecossistema em restauração. Entretanto, outros indicadores de vegetação podem ser utilizados, como: banco de sementes, chuva de sementes e produção de serrapilheira (Martins, 2009).

Denomina-se banco de sementes no solo a todas as sementes viáveis ou associadas à serapilheira, para uma determinada área num dado momento. É

um sistema dinâmico, com entrada de sementes através da chuva de sementes e dispersão e saídas de sementes, que pode ocorrer por morte, sendo ela natural, pela ação de patógenos, por predação, ou por germinação. Esta última é vista ecologicamente como a mais importante saída de sementes do banco do solo, visto que representa uma das alternativas mais econômicas na restauração de ecossistemas (Martins, 2015; Schorn *et al.*, 2013).

Dessa forma, o banco de sementes do solo é um elemento imprescindível no planejamento de projetos de restauração, pois ele representa o estoque de sementes viáveis contidas no solo, apresentando uma grande densidade de indivíduos e riqueza de espécies (Nóbrega *et al.*, 2009; Guimarães *et al.*, 2014).

No entanto, sua eficiência está totalmente ligada ao histórico de uso da área, 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).

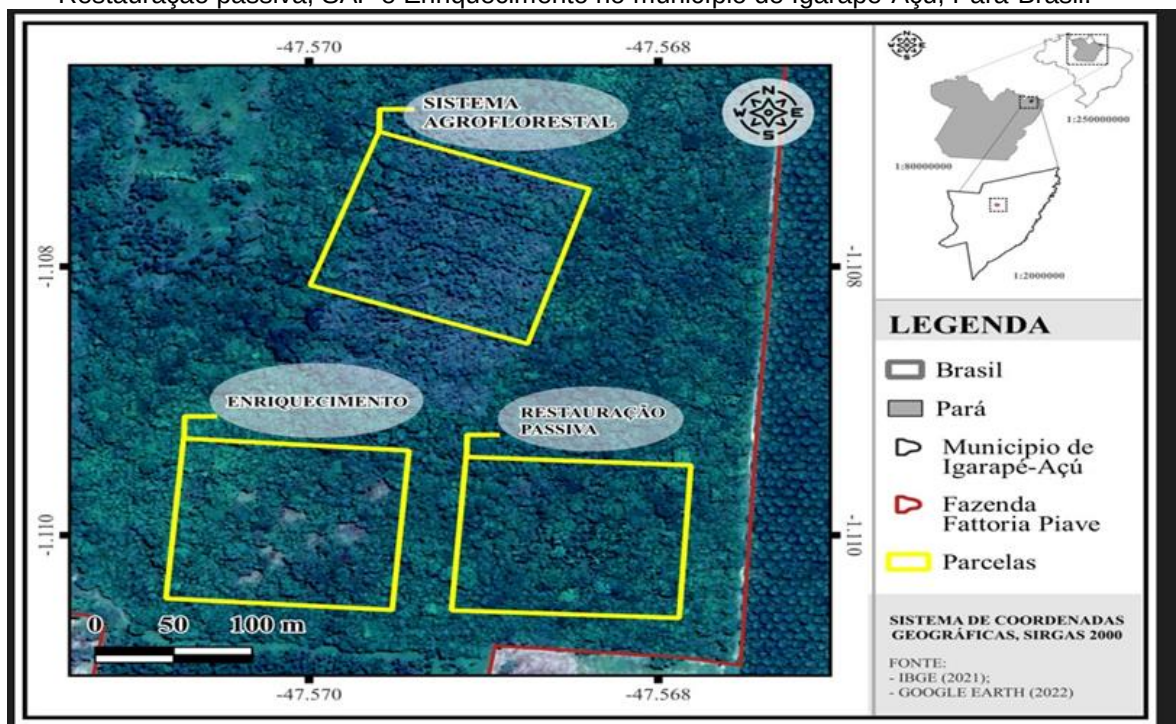
Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar respostas do banco de sementes a diferentes métodos de restauração florestal de áreas degradadas por agricultura e pecuária em pastagens abandonadas na Amazônia Oriental.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma floresta secundária de terra firme, situado em área de Reserva Legal (RL) na Fazenda Fattoria Piave (Lat: 01°06'27,52" S e Long: 47°34'17,87" O) de propriedade particular, no município de Igarapé-Açu, pertencente à mesorregião do Nordeste Paraense, Amazônia Oriental, Brasil (Figura 1). A fazenda Piave tem área total de 79,16 ha. No estudo, foi utilizado uma área útil de 3 ha dentro da RL, a qual está sendo manejada.

Figura 1. Localização da área de estudo submetida a três diferentes métodos de restauração: Restauração passiva, SAF e Enriquecimento no município de Igarapé-Açu, Pará-Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores

O ecossistema florestal característico da região é do tipo Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo “Am”, tropical chuvoso, com temperatura média anual de 25 °C; precipitação anual 2.350 mm e umidade relativa do ar de 85%. O solo é Latossolo Amarelo Distrófico coeso, com textura média, bem drenado, com baixa saturação de bases, baixa capacidade de troca catiônica, baixo teor de fósforo assimilável e médio a baixo conteúdo de matéria orgânica. Possui camada coesa e densa, entre as profundidades de 20 cm e 25 cm e 40 cm a 45 cm (Falesi *et al.*, 2012). Atualmente a cobertura florestal é do tipo Floresta Secundária e áreas destinadas à agricultura (FAPESPA, 2019).

Na área de estudo existem 3 ha de parcelas permanentes de monitoramento (PPM) instaladas em floresta secundária de 18 anos e monitoradas desde março de 2018. Salientando que a coleta foi realizada quando a floresta secundária estava com 21 anos.

Estas áreas antes do abandono foram utilizadas como pastagem por mais de 30 anos. As PPMs foram instaladas seguindo o protocolo RainForest.

São parcelas de 100 m x 100 m divididas em subparcelas de 10 x 10 m onde todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm são monitorados assim como indivíduos menores (altura ≥ 30 cm) em subparcelas menores. São três PPMs de 1 ha cada sendo:

1. Parcela onde houve abertura de sete clareiras com tamanho médio de 200 m² e plantio de mudas de duas espécies florestais nativas, sendo 101 indivíduos de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke), Barneby (paricá) e 101 indivíduos de *Hymenaea courbaril* L. (jatobá). Além disso, a parcela teve manejo de cipós (corte de cipós), denominada área com enriquecimento de clareiras (ENR).
2. Parcela de monitoramento que inclui um sistema silvipastoril (SAF) para a restauração florestal onde foram utilizadas espécies florestais exóticas (*Acacia mangium* Willd. e *Azadirachta indica* A.Juss.) e nativas (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don e *Carapa guianensis* Aubl.).
3. Uma terceira parcela de monitoramento sob restauração passiva. Nessa parcela não foi feita nenhuma intervenção, portanto considera-se um método de restauração passiva, onde apenas eliminou-se a fonte causadora do dano, no caso o gado, e a resiliência atua na recuperação da área.

2.2 COLETA DOS DADOS

Para amostragem do banco de sementes foram sorteadas 30 subparcelas dentre as 100 nas três diferentes áreas com diferentes métodos de restauração. Foi coletada uma amostra do banco de sementes em cada uma das 30 subparcelas em cada ecossistema, usando-se amostrador com dimensões de 25 x 25 cm, com 625 cm² de área e 8 cm de altura (espessura).

Antes da coleta foi retirada a serrapilheira e utilizando um gabarito de ferro de dimensões 0,25x0,25 m, com profundidade de 5 cm, foram coletados as amostras de solo contendo o banco de sementes, as amostras foram peneiradas através de uma malha de 4 mm, a fim de retirar tocos e raízes. As amostras foram depositadas em bandejas de plástico medindo 33 cm x 21 cm x 5 cm e

levadas para o viveiro com de sombrite de 50%, juntamente com 3 bandejas contendo somente areia, para possibilitar a visualização da existência de contaminação externa (Machado *et al.*, 2013; Chami *et al.*, 2011). As bandejas foram regadas diariamente durante o período da manhã por seis meses.

A avaliação do banco de sementes foi realizada durante seis meses (abril/2022 a outubro/2022) e a identificação das plântulas germinadas a partir das sementes foi feita com utilização da literatura e consulta a especialista da área botânica.

As espécies amostradas foram classificadas conforme Angiosperm Phylogeny Group (APG IV) (APG 2016) e a atualização taxonômica realizada mediante consulta ao banco de dados Lista de Espécies da Flora do Brasil (REFLORA, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 2016 indivíduos germinaram no banco de sementes, sendo encontradas 43 espécies distribuídas em 17 famílias nas três áreas estudadas. Houve predominância de espécies do estrato herbáceo e 13 indivíduos não foram identificados, deste, 6 apenas a nível de família.

A área sob restauração passiva apresentou um maior número de espécies e foi a única área que apresentou espécie arbórea nativa em seu banco de sementes, *Vismia guianensis* (Aubl.).

A família cyperaceae apresentou dominância em número de espécies e indivíduos, representando 59% dos indivíduos na área sob restauração passiva, 64% dos indivíduos na área com enriquecimento de clareiras e 85% dos indivíduos na área de SAF. Rubiaceae foi a segunda maior família em número de espécies e indivíduos. No Quadro 1, observa-se a relação das espécies encontradas no estudo do banco de sementes e suas respectivas famílias botânicas para os três ambientes.

Quadro 1. Relação de espécies encontradas no banco de sementes das três áreas sob diferentes métodos de restauração: Restauração passiva, SAF e Enriquecimento.

Família	Espécies
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC
Cyperaceae	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Endl. ex Hassk.
	<i>Cyperus esculentus</i> L.
	<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.
	<i>Cyperus mindorensis</i> (Steud.) Huygh
	<i>Cyperus polystachyos</i> Rottb.
	<i>Cyperus rotundus</i> L.
	<i>Cyperus haspan</i> L.
	<i>Cyperus compressus</i> L.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.
Fabaceae	<i>Acacia mangiun</i> Willd.
	<i>Mimosa pudica</i> L.
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy
Malvaceae	<i>Melochia corchorifolia</i> L.
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i> L.
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.
Rubiaceae	<i>Edrastima uniflora</i> (L.) Raf.
	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.
	<i>Pentas lanceolata</i> (Forssk.) Deflers
	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.
Juncaceae	<i>Juncus tenuis</i> Willd.
Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
	<i>Eragrostis secundiflora</i> J.Presl.
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.
Polemoniaceae	<i>Phlox subulata</i> L.
Solanaceae	<i>Solanum quitoense</i> LAM
Linderniaceae	<i>Torenia crustacea</i> (L.) Cham. & Schltdl.
Não identificadas	
Fabaceae 1	
Fabaceae 2	
Rubiaceae 1	
Rubiaceae 2	
Gramínea	
Cyperaceae	
N1	
N2	
N3	
N4	

N5

N6

N7

Fonte: Elaborado pelos autores

Em uma floresta na Amazônia central no estado do Amazonas, foram encontradas 77 espécies distribuídas em 36 famílias (Filho *et al.*, 2013). Em estudo realizado por Rondon Neto e Silva (2011) em avaliação de banco de sementes em fragmento florestal e duas áreas de pastagem com 17 e 27 anos de abandono na Amazônia, foram levantadas 63 espécies e 26 famílias. No trabalho de Gervazio *et al.*, (2014) em banco de sementes em área de SAF na Amazônia, foram levantadas 34 espécies e 21 famílias.

Em média, a família cyperaceae representou 58,9% dos indivíduos para as três áreas. No estudo de Gervazio *et al.*, (2014) em área de SAF, cyperaceae apresentou maior densidade de indivíduos. Nóbrega *et al.*, (2009) analisando fragmentos florestais, encontraram essa família representando 19,25% dos indivíduos.

Moressi, Padovan e Pereira (2014) observaram que em áreas de florestas, capoeiras e pastos perturbados, a diversidade de espécies arbóreas no banco de sementes, e principalmente das espécies dos estádios mais avançados de sucessão é reduzida. Corroborando com Rayol e Alvino-Rayol (2018) que constataram em sistema agroflorestal e fragmento de floresta secundária no estado do Pará, as herbáceas predominando no banco de sementes.

Em áreas perturbadas, de modo geral, as espécies com maior número de indivíduos são herbáceas e pioneiras, pois as sementes dessas espécies têm maior longevidade, apresentam dormência e são heliófilas. Além disso, seus indivíduos apresentam alta eficiência fotossintética e na utilização dos nutrientes, sobrevivendo em solos menos férteis; apresentam alta taxa de crescimento, rebrotamento e regeneração, além de alta tolerância à herbivoria; sua eficiência reprodutiva se deve ao ciclo reprodutivo rápido, à intensa produção de sementes com alta viabilidade que formam um banco de sementes denso, mecanismos eficientes de dispersão e por reprodução vegetativa, à alta

capacidade de germinação e ainda à ausência ou não continuidade do dossel, que podem facilitar a entrada de sementes e sua incorporação no solo (Nóbrega *et al.*, 2009; Calegari *et al.*, 2013; Miranda Neto *et al.*, 2014; Correia & Martins 2015; Arêas *et al.*, 2022)

Dessa forma, mesmo com a especial importância que recebem as arbóreas em estudos sobre o banco de sementes, não deve ser menosprezada a importância das ervas nas fases iniciais do processo de sucessão, visto que elas recobrem o solo protegendo contra lixiviação, garantem aporte de nutrientes através do material vegetal senescente e ainda servem de abrigo para fauna que podem depositar propágulos na área através das fezes por exemplo, contribuindo assim, para que a sucessão prossiga (MORESSI, PADOVAN E PEREIRA, 2014).

As áreas em estudo por estarem em processo inicial de sucessão ecológica e não possuírem árvores matrizes circundando-as, nem fragmentos conservados no entorno, dificulta a dispersão dos frutos e favorece indivíduos anemocóricos e não tolerantes à sombra (Machado *et al.*, 2013; Piaia *et al.*, 2021). E finalmente, o histórico de uso e o estado de conservação da área também influenciam nessa composição florística do banco de sementes.

3.1 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS

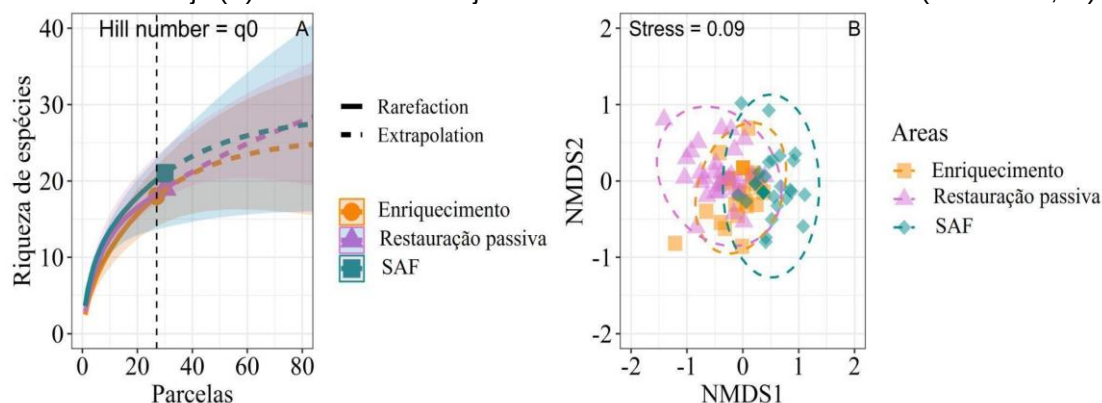
Em relação à riqueza de espécies, na curva de rarefação observa-se uma tendência no aumento de espécies para área sob restauração passiva, com o aumento do esforço amostral. Para as demais áreas, o esforço amostral foi satisfatório para quantificação da riqueza (Figura 2).

No diagrama obtido pelo escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) e dendrograma de similaridade florística obtido pelo índice Jaccard, observa-se similaridade entre a composição florística das áreas de SAF e Enriquecimento (Figura 3). Já para área sob restauração passiva, observa-se uma similaridade menor em relação às demais, que pode estar relacionado ao fato de ter sido a única área sem intervenções silviculturais.

Em estudo realizado na Amazônia em três diferentes áreas com histórico

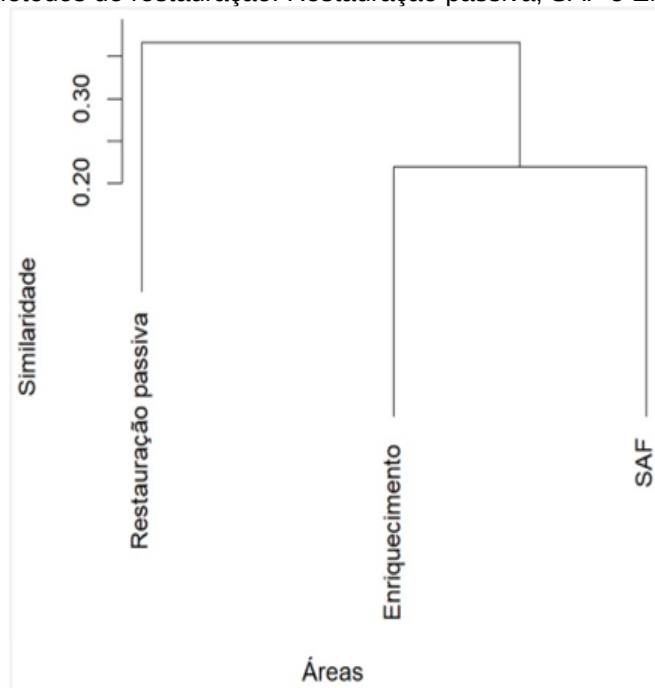
de uso semelhante, observou-se que a menor similaridade estava relacionada com o histórico de intervenção mais recente (Silva; Ferreira; Santos, 2021).

Figura 2. Curvas de rarefação (linhas sólidas) e extrapolação (linhas tracejadas) da riqueza de espécies arbóreas do banco de sementes com base nos primeiros números de Hill ($q = 0$ ou riqueza de espécies) com base no número de parcelas amostradas em diferentes áreas de manejo. As curvas de rarefação interpoladas (linhas contínuas) e de extrapolação (linhas tracejadas) representam os valores médios e as bandas representam o desvio padrão com intervalos de confiança de 95% (A). Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) baseado na composição de espécies de árvores do banco de sementes do solo de diferentes áreas de manejo (B). A estatística de ajuste baseada no estresse é indicada (Stress = 0,09).



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3. Dendrograma de similaridade florística obtido pelo índice Jaccard nas três áreas sob diferentes métodos de restauração: Restauração passiva, SAF e Enriquecimento



Fonte: Elaborado pelos autores

Para área sob restauração passiva os índices de Shannon e Simpson foram maiores 2,03 nats.indivíduos-1 e 0,84 (Tabela 1), demonstrando maior diversidade para essa área e menores para área sob enriquecimento de clareiras 1.85 nats.indivíduos-1 e 0,75 indicando menor diversidade (LOPES, 2016).

Tabela 1. Valores dos índices de diversidade nas três áreas sob diferentes métodos de restauração na Amazônia Oriental.

Áreas	Shannon	Simpson	Pielou	Margalf
Enriquecimento	1.85	0.75	0.64	0.07
Restauração Passiva	2.03	0.84	0.68	0.04
SAF	1.94	0.78	0.64	0.02
Total	2.28	0.84	0.63	0.02

Fonte: Elaborado pelos autores

O índice de Pielou também apresentou maiores valores para área sob restauração passiva, indicando que 68 % da diversidade teórica foi obtida por meio da amostragem realizada. Já para o índice de Margalef, para todas as áreas o índice foi inferior a 2,0, indicando dessa forma que todas as áreas possuem baixa diversidade.

Silva *et al.*, (2014) analisando a diversidade de uma floresta de terra firme no Amapá observou um índice de 4,27 nats.indivíduos-1. Já Andrade *et al.* (2015) encontraram índices variando de 4,44 nats.indivíduos-1 a 4,47 nat.indivíduos-1 em dois fragmentos de floresta tropical densa no Pará. Por fim, Condé e Tonini (2013) ao analisarem a diversidade de uma Floresta Ombrófila Densa em Roraima observaram um índice de 3,27 nats.indivíduos-1. Para florestas maduras na Amazônia os índices de diversidade de Shannon-Weaver obtidos são superiores à deste estudo.

Braga *et al.*, (2008), estudando banco de sementes em floresta semidecidual secundária com 40 anos de regeneração, encontrou índice de diversidade de shannon 2,11 nats.indivíduos e índice de diversidade de pielou de 0,67. Já Gervazio *et al.*, (2014) em área de SAF na Amazônia, encontrou shannon de 2,41 e 0,68 de pielou no banco de sementes.

Observa-se que as áreas em estudos apresentam valores menores para os índices de diversidade, que pode estar relacionado ao tempo e histórico de uso que reduziram de forma significativa a resiliência.

4 CONCLUSÃO

A composição florística mostrou uma dominância em espécies e indivíduos herbáceos e na maioria pertencentes à família Cyperaceae, indicando as áreas estarem em estágio inicial de sucessão.

A área sob restauração passiva foi a única que apresentou espécie arbórea nativa em seu banco de sementes e mostrou melhores valores para os índices de diversidade.

Considerando a relação custo-benefício, o método de restauração passiva para uma floresta secundária com 21 anos, se mostrou o mais eficiente, pois mesmo não tendo custos referentes ao plantio de mudas e tratamentos culturais, mostrou resultados superiores para diversidade do banco de sementes.

Os resultados desta pesquisa criam novos horizontes que contribuirão para o avanço da ciência referente a recuperação de áreas degradadas por pastagens mal manejadas com 21 anos de abandono, que é uma das maiores causas do desmatamento na Amazônia.

Recomenda-se a repetição das coletas nos próximos anos para avaliar se o tempo de recuperação afeta a eficiência dos métodos de recuperação testados neste estudo e ainda, seria interessante a coleta do banco de sementes bimestral para que se pudesse abranger a sazonalidade do período de frutificação de um número maior de espécies, visto que como a coleta foi realizada em apenas uma ocasião, algumas espécies podem não terem contribuído com a diversidade de espécies descrita neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. F. *et al* Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 5, n. 1, p. 109-115, 2015.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, 2016.
- ARÊAS, E. M. J.; ARÊAS, P. M. J.; CAMPELLO, E. F. C.; RESENDE, A. S.D.E. Banco de sementes do solo após 25 anos do plantio de leguminosas arbóreas em área de empréstimo-Seropédica, RJ. **Ciências Florestais**, v.2, n.32, 2022.
- BRAGA *et al*. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.6, 2008.
- BRANCALION, P. H. S. *et al*. **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração**. In Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados. Viçosa: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2013.
- CALEGARI, L. *et al*. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.5, 2013.
- CHAMI, L. B *et al*. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, 2011.
- CONDÉ, T. M; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 3, 2013.
- CORREIA, G. G.S.; MARTINS, S.V. Banco de Sementes do Solo de Floresta Restaurada, Reserva Natural Vale, ES. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, 2015.
- DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. **Pastagens no trópico úmido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.
- Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/cop21/>. Acesso em: 29 maio 2020.
- FALESI, I.C *et al*. **Sistema Silvipastoril Sustentável com ovinos em pastejo rotacionado intensivo**. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA,

2012.

FAPESPA. **Mapa mesorregiões do Pará.** [Belém, PA: FAPESPA, 2019].
http://www.fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2017/mapas/territorio/ter3_mesorregioes_paraenses.png.

FILHO, N. L. *et al.* Variações espaço-temporais no estoque de sementes do solo na floresta amazônica. **Acta Amazônica**, n.43, v. 3, 2013.

GERVAZIO, W. *et al.* Banco de Sementes de Plantas Espontâneas em Quintais Agroflorestais Urbanos Amazônicos em Alta Floresta, MT. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, n. 4, 2014.

GUIMARÃES, S. *et al.* Banco de sementes de áreas em restauração florestal em Aimorés, MG. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 80, p. 357- 368, 2014.

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

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 271 p.

IPAM. **Gado em área de desmatamento na Amazônia.** 2021. Disponível em :<https://ipam.org.br/pastagem-ocupa-75-da-area-desmatada-em-terras-publicas-naamazonia>.

LERNER, A. M. *et al.* The spontaneous emergence of silvo-pastoral landscapes in the Ecuadorian Amazon: patterns and processes. **Regional Environmental Change**, v.15, 2015.

LOPES, M. S. **Interpretação dos Índices de Diversidade de Espécies Obtidos em Levantamento Fitossociológico – Parte 1.** Mata Nativa. Disponível em: <https://matanativa.com.br/interpretacao-dos-indices-de-diversidade-de-especies-obtidos-em-levantamento-fitossociologico/>. Acesso em: 19 março de 2023.

MACHADO, V.M. *et al.* Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n.2, 2013.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração.** Viçosa, MG: Editora Centro de Produções Técnicas, 2009. 270 p.

MARTINS, Sebastião V. **Restauração ecológica de Ecossistemas Degradados.** 2. ed.Viçosa: Editora UFV, 2015.

MARTINS, W. B. R *et al.* Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 48, n. 1, 2018.

MORESSI, M ; PADOVAN, M. P; PEREIRA, Z. V. Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais multiestratificados no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.6, 2014.

NÓBREGA, A. M. F. *et al.* Banco de sementes de remanescentes naturais e de áreas reflorestadas em uma várzea do rio Mogi-Guaçu. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, 2009.

OLIVEIRA, R. E; ENGEL, V.L. A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. **Revista Ciência**, Tecnologia e Ambiente, v. 5, n.1, 2017.

PIAIA, B. B *et al.* Avaliação de indicadores ecológicos na restauração por plantio em núcleo com diferentes idades. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 3, 2021.

QUINTÃO, J. M. B. *et al.* Mudanças do uso e cobertura da terra no Brasil, emissões de GEE e políticas em curso. **Ciência e Cultura**, v. 73, n. 1, 2021.

RAYOL, B. P; ALVINO-RAYOL, F. DE O. chuva e banco de sementes no solo em agroecossistemas do baixo amazonas, Pará. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.10, 2018.

RONDON NETO, R. M; SILVA, D. F. Banco de sementes de um remanescente florestal e duas áreas de pastagem de diferentes idades, em Alta Floresta/MT. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n.1, 2011.

SILVA, S. P.; FERREIRA, E. J. L.; SANTOS, L. R. Fitossociologia e diversidade em fragmentos florestais com diferentes históricos de intervenção na Amazônia Ocidental. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 1, 2021.

FLORA do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#CondicaoTaxonCP>. Acesso em: 10 março 2022.

SCHORN, L. A. *et al.* Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, 2013.

SILVA, W. A. S. *et al* Composição e diversidade florística em um trecho de floresta de terra firme no sudoeste do estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 4, n. 3, 2014.