

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

AVALIAÇÃO DE DIRENTES MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA ORIENTAL

ANTONIO JOSÉ SOARES FERREIRA¹, NISÂNGELA SEVERINO LOPES COSTA¹

AFILIAÇÃO

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – Centro de Ciências Agrárias -
Avenida Agrária, 100, Av. Colina Park, 65900-001, Imperatriz – MA.

RESUMO

A produção da serrapilheira contribui na fertilidade dos solos através do processo de decomposição, sobretudo nos solos da região amazônica, que naturalmente são pouco férteis. O uso desenfreado desses recursos vem deteriorando a estrutura florestal, e intensificando o uso dessa terra sem o manejo adequado para práticas sustentáveis, levando ao desolamento e fragmentação dessas áreas sem recuperação pós-atividade. Isso porque esses ecossistemas são dependentes da floresta para garantir sua manutenção através da ciclagem de nutrientes, via serrapilheira. Neste contexto o presente trabalho tem como objetivo foi avaliar qual o método de restauração proporciona maior estoque de serrapilheira e melhor teor de nutriente em áreas de pastagens abandonadas na Amazônia Oriental. O conteúdo de macronutrientes via serrapilheira obedeceu à seguinte ordem: $\text{Ca} > \text{N} > \text{P} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$. Cálcio é o macronutriente que mais retorna ao solo via serrapilheira. O método de restauração utilizando o SAF, obteve melhores valores para nitrogênio. A área sob restauração passiva se mostrou o método mais eficiente para recuperação de áreas degradadas por pastagem na Amazônia Oriental, pelo maior estoque de serrapilheira e melhor teor de nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: Restauração; Serrapilheira; Degradação.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

INTRODUÇÃO

A exploração de larga escala tem se intensificado devido ao alto valor econômico de espécies madeireiras na região amazônica, bem como a retirada de vegetação para a atividade agropecuárias com a criação de pasto para a categoria. Muitas dessas áreas desertificadas, perdem a capacidade produtiva, são abandonadas com o intuito de buscar novas áreas de florestas, para assim iniciar um novo ciclo de exploração. O desmatamento gera degradação, desencadeia sucessivos problemas, como a quebra na dinâmica natural do ecossistema, ocasionando a retirada dos nutrientes que posteriormente resulta na perda de fertilidade e interrupção da dinâmica da biodiversidade (PEREZ-MARIN et al., 2012). Essas atividades são manuseadas sem o auxílio de técnicas de manejo florestal sustentável, desfavorecendo a capacidade de regeneração atual da vegetação (CLEWELL et al., 2012).

Para solucionar esse problema, a restauração e o manejo florestal vêm como forte iniciativa para solucionar a problemática da desertificação de áreas utilizadas no perímetro amazônico, que desencadeia sucessivos problemas para a restauração do ambiente natural da formação originária. Isso porque esses ecossistemas são dependentes da floresta para garantir sua manutenção através da ciclagem de nutrientes, via serrapilheira (BARREIROS et al, 2022).

A resiliência natural do ecossistema ou a capacidade de se recuperar por conta própria é considerada uma técnica passiva de recuperação. Também podem ser aplicadas técnicas ativas de restauração, como plantio de espécies nativas e exóticas, pioneiras e não pioneiras para acelerar o processo de restauração através do acúmulo de serrapilheira (COSTA et al, 2017). O seu estoque e concentração de macronutrientes e micronutrientes funcionam como indicador de restauração florestal, permitindo avaliar o processo de restabelecimento da vegetação (PEREIRA et al., 2013).

A restauração florestal é uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação do ecossistema com relação a sua composição de espécies, estrutura de comunidade, função ecológica, adequabilidade do ambiente físico para dar suporte à biota e conectividade com paisagem circundante além de ter um grande potencial para promover a biodiversidade, reduzindo as perdas de matéria orgânica no solo, reduzindo risco de assoreamento do mesmo que prejudica a recomposição do solo para o estoque de nutriente das plantas, além de propiciar a absorção de água no solo e funções hidrológicas da floresta (ARONSON et al., 2019). Logo, a fim de contribuir para geração dessas informações, objetivo desse trabalho é realizar a análise

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

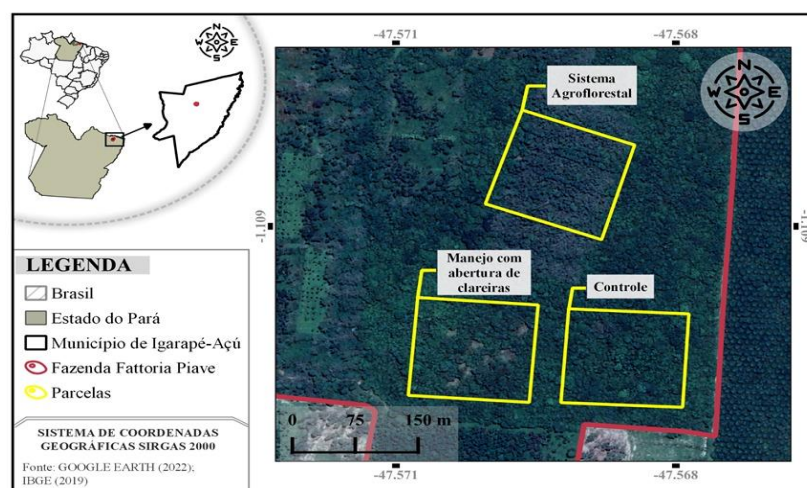
comparativa de diferentes métodos de restauração florestal na Amazônia Oriental.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo está localizada na reserva legal, na fazenda Fattoria Piave, com coordenadas geográficas de latitude e longitude ($01^{\circ}06'27,52''$ S e $47^{\circ}34'17,87''$ W), no município de Igarapé-Açu, no nordeste do estado do Pará, Amazônia Oriental, Brasil. A área total de 79,16 ha, onde foi feito atividades para o experimento com uma área útil de 3 ha dentro da reserva legal.

Figura 1: Mapa de localização da fazenda Fattoria Piave com as áreas amostradas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O estudo está localizado em uma floresta secundária de terra firme, característico de floresta ombrófila densa (IBGE, 2012). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo “Am”, tropical chuvoso, com médias de temperatura anual de 25°C , e precipitação pluviométrica anual de 2.600 mm, onde as precipitações mais elevadas ocorrem nos meses de fevereiro a abril, com umidade relativa do ar de 85% (INMET, 2017).

Coleta e análise de dados

Os dados decorrem de uma área de floresta secundária de 18 anos, totalizando três hectares, onde foram instaladas três parcelas de 1 hectare, com sistema agroflorestal (SAF), utilizadas espécies florestais exóticas (*Acacia mangium* Willd. e *Azadirachta indica* A.Juss.) e

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

nativas (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don e *Carapa guianensis* Aubl.).

Manejo com aberturas de clareiras (enriquecimento), onde teve a abertura de sete clareiras com tamanho médio de 200 m², com o plantio de 101 espécies nativas, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke), *Barneby* (paricá) e 101 indivíduos de *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), onde teve o manejo de cipós.

O controle, não foi feita nenhuma intervenção, onde apenas eliminou-se a fonte causadora do dano, no caso o gado, e a resiliência atua na recuperação da área. Cada parcela tem o tamanho de 100 x 100 m, que são divididas em subparcelas de 10 x 10 m. Os parâmetros de monitoramento de indivíduos dentro de cada parcela, assegurou para aquelas árvores com DAP ≥ 5 cm de circunferência.

Para a amostragem da serrapilheira foram coletados material a partir de sorteio aleatório de 30 parcelas, das três áreas de restauração. A coleta da serrapilheira para as análises foi através de um amostrador com dimensões de 25 x 25 cm, com 625 cm² de área e 8 cm de altura (espessura), com um volume de coleta de 5000 cm³.

Os parâmetros calculados foram processados a partir:

- Fitomassa seca da liteira, obtida através da secagem em estufa durante 48 horas a 70 °C.

A análise química do material foi realizada depois da secagem da massa seca com precisão de (0,010) centésimos, para a moagem em moinho do tipo wiley. Os resultados analíticos das subpopulações de dados das propriedades físicas e químicas foram analisados por métodos de comparação múltipla e ANOVA simples. Para verificar os pressupostos da análise de variância (ANOVA), os dados foram analisados quanto à: a) normalidade com o teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), b) homoelastidade pelo teste de Bartlett ($p > 0,05$), e c) independência entre unidades experimentais. Uma vez atendidos esses pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância por meio do programa R versão 4.0.2. A comparação entre as áreas de coleta foi realizada via ANOVA, e havendo diferenças significativas entre as médias, estas foram comparadas pelo teste post-hoc de Tukey ($p < 0,05$).

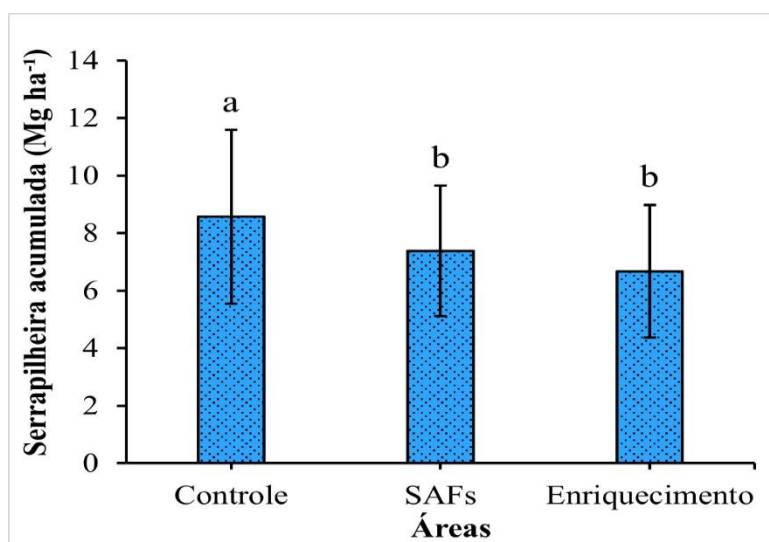
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme observado na Figura 2, houve diferença estatística entre os valores de serrapilheira acumulada (ou estoque), sendo que para área sob restauração passiva esse valor foi maior e significativo 8,57 Mg ha⁻¹ e nas áreas de SAF 7,38 Mg ha⁻¹ e enriquecimento 6,66

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

Mg ha⁻¹ as médias foram estatisticamente iguais.

Figura 3- Estoque de serrapilheira nas três áreas sob diferentes métodos de restauração na Amazônia Oriental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Com relação às frações do material formador de serrapilheira, de maneira geral, observou-se que, a fração foliar foi a que mais contribuiu para o aporte total para todas as áreas estudadas. Corroborando com trabalhos de Gomes et al. (2010), Lima (2015), Villa et al. (2016), Barreiros et al. (2022). Isso é explicado pelo fato de as folhas possuírem uma alta taxa de transpiração, portanto, as plantas depositam uma maior quantidade de fração foliar para diminuir a perda de água (PIMENTEL, 2021).

O'Connell e Sankaran (1997) apud Correia et al, (2016), mostram que os valores observados neste estudo estão de acordo com estoque previsto para florestas tropicais da América do Sul entre 3,1 Mg.ha⁻¹ a 16,5 Mg.ha⁻¹. Barreiros et al (2022), para floresta ombrófila densa manejada no estado do Amazonas, encontrou o valor de 8.9 Mg.ha⁻¹, para serrapilheira acumulada coletada no período chuvoso, resultado próximo ao encontrado na área sob restauração passiva.

Em estudo realizado no estado do Espírito Santo, em área de mata nativa (controle), área restaurada com eucalipto e acácia e área restaurada com espécies diversas, todas com 20 anos de implantação, apresentou resultados diferentes, observando-se que o estoque de serrapilheira não apresentou diferença estatística, tendo média geral para todas as áreas de 5,61

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

Mg ha⁻¹ (SPERANDIO et al, 2012). Em outro estudo realizado em quatro fragmentos de florestas secundárias na Mata atlântica no estado do Rio de Janeiro, com mais de 90 anos, também não houve diferença estatística na produção média de serrapilheira, tendo média geral para todas as áreas de 4,9 Mg ha⁻¹ (GOMES et al, 2010).

Na área controle, o fósforo apresentou a menor concentração (4.23 ± 0.77 g/kg) e a maior concentração de cálcio (13.61 ± 2.19 g/kg) e magnésio (2.05 ± 0.61 g/kg) (Tabela 1). Na área contendo o Sistema Agroflorestal (SAF), obteve-se o maior valor de nitrogênio (6.86 ± 0.68 g/kg) e os menores valores de potássio (0.68 ± 0.16 g/kg) e cálcio (6.86 ± 1.23 g/kg).

Tabela 1- Anova de macro e micronutrientes nas três áreas sob diferentes métodos de restauração na Amazônia Oriental.

Área	N	P	K	Na	Ca	Mg
			g/Kg			g/Kg
Controle	$5.85 \pm 0.76b$	$4.23 \pm 0.77b$	$1.12 \pm 0.46a$	$1.08 \pm 0.37a$	$13.61 \pm 2.19a$	$2.05 \pm 0.61a$
SAF	$6.86 \pm 0.68a$	$5.40 \pm 0.37a$	$0.68 \pm 0.16b$	$0.90 \pm 0.28a$	$6.86 \pm 1.23c$	$1.21 \pm 0.27b$
Enriquecimento	$5.75 \pm 0.79b$	$5.18 \pm 0.65a$	$1.15 \pm 0.35a$	$0.96 \pm 0.28a$	$9.39 \pm 2.26b$	$1.55 \pm 0.30b$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O menor valor encontrado para fósforo na parcela sob área controle, pode ser em razão dessa área ser a única entre elas onde não houve às adubações minerais de fertilizantes pré-plantio. Já cálcio e magnésio, a regeneração das espécies nativas afetou positivamente o nível no solo, corroborando com estudos de OLIVAL et al. (2021).

O maior valor encontrado para o nitrogênio na área contendo o SAF, pode estar relacionado a presença de *Acacia mangium Willd.*, que por ser uma leguminosa, portanto, mais eficiente na fixação de nitrogênio, e de rápido crescimento, contribuiu de maneira positiva para o maior aporte de serrapilheira e desse nutriente (TAIZ et al., 2017; ARÊAS et al, 2022).

Em relação ao potássio, Gama-rodrigues (2008) apud Costa et al (2017) observaram que quanto menos diverso é o ecossistema, menores serão os valores deste macronutriente, possivelmente devido a alelopatia presente nas espécies do gênero *Acacia* e nas espécies da família meliaceae *Azadirachta indica* e *Carapa guianensis* que podem ter diminuído a diversidade de espécies na área de SAF e consequentemente o teor deste nutriente (FRANÇA et al, 2008).O fator implicante para a baixa quantidade de potássio é a lixiviação, causada por erosão e falha do solo, além do tratamento inadequado do solo em cultivares.

Em relação ao cálcio, por ser um macronutriente de origem rochosa, portanto, presente

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

naturalmente no solo, e a área contendo SAF ficou por mais tempo exposta a fontes de degradação, visto que o gado foi substituído por ovinos, logo, pode ter ocasionado maiores perdas desse nutriente por lixiviação, explicando o menor teor desse nutriente nessa área. Esse fator diagnostica a quantidade de cálcio, pela compactação do solo pelas atividades de pastoreio de ovinos dentro das áreas de estudo, como no SAF, fazendo a compactação do solo favorecendo o acúmulo de cálcio, já que o mesmo é um elemento de pouca mobilidade, citado anteriormente.

CONCLUSÃO

Considerando a relação custo-benefício, o método controle se mostrou o mais eficiente, pois mesmo não tendo as adubações pré-plantio e outros custos referentes a plantio de mudas e tratos culturais, mostrou resultados superiores para um maior número de nutrientes e maior valor significativo para estoque de serrapilheira.

Cálcio é o macronutriente que mais retorna ao solo via serrapilheira nas três áreas sob diferentes métodos de restauração. O método de restauração utilizando o SAF, obteve melhores valores para nitrogênio, pela utilização de leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico e de uma espécie eficiente na produção serrapilheira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLEWELL, A. F; ARONSON, J. Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession. In: **The Science and Practice of Ecological Restoration**, 1ª ed, Washington: Island Press, 2012.

PEREZ MARIN, A. M. et al. **Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?** Parcerias Estratégicas, Brasília, v.17, n.34, p.87-106, jan./jun.2012.

PIMENTEL, C. R et al. Produção, acúmulo e decomposição de serrapilheira em três sistemas agroflorestais no Oeste do Pará. **Advances in forestry science**, Cuiabá, v. 8, n.1, 2021.

BARREIROS, J. L et al. Does selective logging affect litter deposition rates in central Brazilian Amazonia?. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 3. 2022.

COSTA, B. C. et al. Dinâmica da massa seca e propriedades químicas da liteira em *Virola surinamensis* e floresta sucessional na Amazônia oriental. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 12, n. 1, 2017.

PEREIRA, G.H.A et al. Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

invertebrados no solo em um fragmento de floresta atlântica. **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1317-1327, 2013.

ARONSON, E. L.; PHILLIPS, M. L.; WEBER, S. E.; ANDREWS, L. V.; ALLEN, M. F.; ALLEN, E. B. **Fungal community assembly in soils and roots under plant invasion and nitrogen deposition**. Fungal Ecology, ELSEVIER, v.40, Agosto 2019, páginas 107-117.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: jun. 2023.

GOMES, J. M et al. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.3, p.383-391, 2010.

LIMA, N. L et al. Acúmulo de Serapilheira em Quatro Tipos de Vegetação no Estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22, 2015.

VILLA, E. B. et al. Aporte de Serapilheira e Nutrientes em Área de Restauração Florestal com Diferentes Espaçamentos de Plantio. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n.1, 2016.

CORREIA, G. G. S et al. Estoque de serapilheira em floresta em restauração e em floresta atlântica de tabuleiro no sudeste brasileiro. **Revista Árvore**, v.40, n.1, 2016.

SPERANDIO, V. H.; CECILIO, A. R.; SILVA, H. V.; LEAL, F. G.; BRINATE, B. I.; CALDEIRA, W. V. M. **Emprego da Serrapilheira Acumulada na Avaliação de Sistemas de Restauração Florestal em Alegre-ES**. Florestal e Ambiente, 2012. Disponível em: <https://scielo.br/j/loram/a/JTtMxrHWgdKSR8jvfdXsrBb/>. Acesso em Jun, 2023.

OLIVAL, A. A et al. Effect of Amazonian tree species on soil and pasture quality in silvopastoral systems. Agronomy and Forestry. **Acta Amazônica**, v. 51, n.4, 2021. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202004692>.

TAIZ et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.
VALCARCEL, R.; SILVA, Z. S. **Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica**. UFRRJ, 1997. Disponível em: <http://www.if.ufrrj.br/pdf/revista03>. Acesso em: Jun. 2023.

ARÊAS, E. M. J et al. Banco de sementes do solo após 25 anos do plantio de leguminosas arbóreas em área de empréstimo - Seropédica, RJ. **Ciências Florestais**, n.32, v.2, 2022.

FRANÇA, A. C et al. Atividades alelopáticas de nim sobre o crescimento de sorgo, alface e picão-preto. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, 2008.