



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

**PLANTIO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS PARA A  
RESTAURAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO  
PERMANENTE NOSUL DA AMAZÔNIA**

Janaína Ferreira Pimentel

Lajeado/RS, setembro de 2022

Janaína Ferreira Pimentel

**PLANTIO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS PARA A  
RESTAURAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO  
PERMANENTE NOSUL DA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Taquari - Univates, com linha de pesquisa em Ecologia como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Claudete Rempel

Lajeado/RS, setembro de 2022

Janaína Ferreira Pimentel

**PLANTIO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS PARA A  
RESTAURAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO  
PERMANENTE NOSUL DA AMAZÔNIA**

A Banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Desenvolvimento, na área de concentração Espaço, Ambiente e Sociedade:

Prof. Dra. Claudete Rempel – orientadora  
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Profa. Dra. Jaqueline de Bortoli  
Universidade Federal de Pelotas - UFPel

Prof. Dr. Jonas Bernardes Bica  
Universidade Feevale

Profa. Dra. Mônica Jachetti Maciel  
Universidade do Vale do Taquari - Univates

À minha família,  
meus eternos  
amores e mestre.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus, por sua infinita misericórdia, me capacitando para chegar até aqui, através de caminhos desafiadores.

Quero agradecer também à minha mãe, “dona Cenira”, por tudo que fez, e faz, por mim e pelos meus filhos. Ao meu irmão, Aroaldo, por seus conselhos e apoio. Aos meus filhos, Laura, Artur e Benjamim, pela compreensão e paciência, durante a minha ausência em períodos de estudo intensivo.

Sou grata aos funcionários da PCH Guarantã Energética, por terem me recebido tão bem, por toda assistência e apoio durante a execução deste estudo, desde o reconhecimento das áreas até a coleta de dados. Agradeço especialmente ao técnico florestal da usina, responsável pelo viveiro e manejo das áreas, que se tornou um amigo, Armando Batista dos Santos, pois sem ele não seria possível obter os dados.

Ainda sou grata pelo empenho da orientadora Prof. Dra. Claudete Rempel, por seus ensinamentos e por sua educação ímpar, sempre buscando auxiliar seus mentorandos nas conquistas acadêmicas.

Minha gratidão também ao Prof. Milton Omar Córdova Neyra, que se dispôs a me ajudar com as análises estatísticas, além de enriquecer meu trabalho com suas sugestões, tornando possível a conclusão do trabalho proposto.

À todos, que direta ou indiretamente me ajudaram neste desafio, que acreditaram em mim e estão felizes com as minhas conquistas.

Finalmente, agradeço a minha querida amiga, irmã, parceira de todas as horas, Lucinere Propodolski Pinto, por sua paciência, sabedoria, conselhos, correções, e principalmente por acreditar mais em mim do que eu mesma, por me fazer enxergar e desenvolver as habilidades que ainda eu não conhecia. Muito obrigada por tudo que me ensinaste.

## RESUMO

No Brasil, as florestas tropicais sofrem com a constante perda de sua cobertura vegetal devido a vários fatores, como a expansão das fronteiras agrícolas, exploração de madeira e construção de usinas hidrelétricas, que afetam drasticamente o ambiente. Uma das formas mais comuns de restauração destas áreas, ocorre por meio da implantação de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas, com a produção e plantio de mudas de espécies arbóreas nativas, para isso, deve-se considerar a dinâmica florestal do ambiente a ser recuperado para a escolha da técnica de restauração mais adequada. No caso do plantio total é indispensável o monitoramento das mudas, avaliação das taxas de crescimento e sobrevivência dos indivíduos após o plantio, observando-se assim, o sucesso do processo de restauração. O estudo objetivou analisar o potencial do plantio de mudas de espécies arbóreas nativas em Áreas de Restauração Permanente, em comparação com o processo de regeneração natural, na Pequena Central Hidrelétrica Guarantã Energética S.A., localizada no município de Guarantã do Norte em Mato Grosso, no Sul da Amazônia. Os dados foram obtidos a partir da medição de altura e diâmetro à altura do peito (DAP), de todos os indivíduos que apresentaram, 5 cm ou mais de diâmetro, distribuídos em 7 unidades amostrais, sendo cinco destas restauradas por plantio de mudas e duas em processo de regeneração natural, havendo cinco parcelas em cada unidade amostral. Assim, analisou-se o índice do valor de importância –IVI, os parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas, as principais espécies, a relação alométrica entre DAP e altura, a estrutura horizontal baseada em classes diamétricas e a estrutura vertical das espécies. Foram identificadas dezessete espécies vegetais, todas nativas, distribuídas em doze famílias, com destaque para Fabaceae, com cinco espécies. Este estudo demonstrou que, no que se refere a composição e parâmetros fitossociológicos, as áreas apresentam diferença na ocorrência e abundância de espécies, entretanto, no que diz respeito a área basal e a dominância, as áreas se mantiveram semelhantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecologia vegetal. Restauração ecológica. Mudas nativas.

## **ABSTRACT**

In Brazil, tropical forests suffer from the constant loss of their vegetation cover due to several factors, such as the expansion of agricultural frontiers, logging and construction of hydroelectric plants, which drastically affect the environment. One of the most common ways of restoring these areas occurs through the implementation of Degraded Area Recovery Projects, with the production and planting of seedlings of native tree species, for this, the forest dynamics of the environment to be recovered must be considered. for choosing the most appropriate restoration technique. In the case of total planting, it is essential to monitor the seedlings, evaluate the growth rates and survival of individuals after planting, thus observing the success of the restoration process. The study aimed to analyze the potential of planting seedlings of native tree species in Permanent Restoration Areas, in comparison with the natural regeneration process, in the Small Hydroelectric Power Plant Guarantã Energética S.A., located in the municipality of Guarantã do Norte in Mato Grosso, in the South from the Amazon. Data were obtained from the measurement of height and diameter at breast height (DBH), of all individuals that presented 5 cm or more in diameter, distributed in 7 sample units, five of which were restored by planting seedlings and two in the process of natural regeneration, with five plots in each sampling unit. Thus, the importance value index – IVI, the phytosociological parameters of the tree species, the main species, the allometric relationship between DBH and height, the horizontal structure based on diameter classes and the vertical structure of the species were analyzed. Seventeen plant species were identified, all native, distributed in twelve families, with emphasis on Fabaceae, with five species. This study showed that, with regard to composition and phytosociological parameters, the areas present differences in the occurrence and abundance of species, however, with regard to basal area and dominance, the areas remained similar.

**KEYWORDS:** Plant ecology. Ecological restoration. Native seedlings.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ocupação do Bioma Amazônia em território Brasileiro .....	15
Figura 2 - Avanço da área desmatada na Amazônia Legal (Taxa anual de desmatamento), de 1988 até 2018.....	16
Figura 3 - O “Arco do Desmatamento” se estende ao longo das bordas sul e leste do bioma Amazônico, na região de contato com as formações savânicas do Cerrado. Desmatamento até o ano de 2015 na Amazônia Legal. ....	17
Figura 4 -Localização da PCH Guarantã Energética S.A. no município de Guarantã do Norte em Mato Grosso, Brasil .....	22
Figura 5 – PCH Guarantã Energética S.A.....	24
Figura 6 - Localização das áreas amostrais em processo de restauração, na PCH Guarantã Energética S.A., no município de Guarantã do Norte – MT .....	25
Figura 7 - Índice de valor de Importância das espécies arbóreas encontradas em áreas de plantio na PCH Guarantã Energética S.A., em Guarantã do Norte, MT. FR: Frequência relativa. DR: Densidade relativa. DomR: Dominância relativa .....	30
Figura 8- Índice de valor de Importância das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração na PCH Guarantã Energética S.A., em Guarantã do Norte, MT. FR: Frequência relativa. DR: Densidade relativa. DomR: Dominância relativa .....	31
Figura 09 - Parâmetros Fitossociológicos das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração e plantio na PCH Guarantã Energética S.A., em Guarantã do Norte, MT. A. Percentagem do Índice de valor de importância. B. Frequência relativa. C. Densidade relativa. D. Dominância relativa .....	32
Figura 10 - Análise de Coordenadas Principais das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração e plantio na PCH Guarantã Energética S.A., Guarantã do Norte, MT. A. Ausência e presença. B. Abundancia. C. Area basal. ....	34
Figura 11 - Relação alométrica entre DAP e Altura das espécies arbóreas encontradas em áreas de plantio (A) e regeneração (B) na PCH Guarantã Energética S.A., Guarantã do Norte, MT .....	35

Figura 12 - Estrutura vertical baseado em classes diamétricas das espécies arbóreas encontradas em áreas de plantio (A) e regeneração (B) na PCH Guarantã Energética S.A., Guarantã do Norte, MT.....36

Figura 13 - Parâmetros Fitossociológicos das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração e plantio na PCH Guarantã Energética S.A., Guarantã do Norte, MT. A. Percentagem do Índice de valor de importância. B. Frequência relativa. C. Densidade relativa. D. Dominância relativa .....36

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Espécies identificadas nas áreas de restauração na PCH Guarantã Energética S.A. no Sul da Amazônia, entre os meses de setembro a dezembro de 2021 .....29

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APP - Área de Preservação Permanente

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DAP - Diâmetro à Altura do Peito

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística MT

PCH - Pequena Central Hidrelétrica

PRA - Programa de Regularização Ambiental Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

PRODES - Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

RL - Reserva Legal

SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Mato Grosso

SISNAMA - Sistema Nacional de meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 DEGRADAÇÃO E RESTAURAÇÃO NA AMAZÔNIA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 O Bioma Amazônico: Degradação .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Restauração de áreas degradadas .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Sobrevivência e crescimento das mudas.....</b>	<b>21</b>
<b>3 MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Área de estudo.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Coleta de dados.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Análise dos Dados .....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Bioma Amazônico tem uma grande extensão chegando a ocupar uma área com mais de 4 milhões de Km<sup>2</sup>, isso equivale quase a metade do território nacional (em torno de 45%) é constituída em sua maioria por uma floresta tropical. Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima e parte do território do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins são os lugares por onde ele passa. Por conta da sua grande extensão, as florestas conseguem de forma significativa influenciar os climas regionais e globais. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE *apud* MARENGO; ESPINOZA, 2016).

É uma das maiores regiões de biodiversidade ainda existentes no mundo, contando com várias espécies da fauna e flora que constituem os ecossistemas, fontes de estudo da Ecologia (NOBRE, 2019).

Infelizmente, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, por meio do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite – INPE/PRODES (2018), no intervalo de aproximadamente trinta anos (1988 a 2017), estima-se que se perderam mais de 428 mil km<sup>2</sup> de vegetação nativa na Amazônia Legal.

Considerando a destruição contínua da Amazônia, estudos sobre a restauração dessas áreas degradadas têm reunido subsídios para a elaboração de planos de restauração mais eficientes, incluindo espécies arbóreas com ocorrência regional que podem ser utilizadas em plantios, contribuindo para a seleção de estratégias e técnicas de restauração mais adequadas para cada situação e ambiente em risco ecológico (MORAES *et al.*, 2013; WWF-Brasil, 2017).

A restauração de uma área degradada exige conhecimento da dinâmica das florestas e de suas formações, considerando a correlação entre as técnicas de

restauração e as formas com que os ambientes se restabelecem através de processos naturais, lentos e graduais, substanciais ao aumento no número de espécies vegetais e animais, além de possíveis mudanças na composição da fauna e da flora durante as etapas regenerativas do sistema ecológico (ROCHA *et al.*, 2016).

Dessa forma, os projetos de restauração de áreas degradadas requerem a utilização de estratégias mais viáveis, tanto do ponto de vista econômico quanto ecológico, visando maior quantidade de espécimes restauradas, mantendo ainda um detalhado preceito das características físicas relevantes ao cenário físico (tipo de solo, relevo), biológico (flora, fauna) e humano (forma a ser usado o solo, modelo de ocupação daquela área) (KAGEYAMA, GANDARA, 2000; ROCHA *et al.*, 2016; WWF-Brasil, 2017). Assim, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD, com o uso de espécies nativas, torna mais apto o processo de regeneração do meio (MORAES *et al.*, 2013).

A partir da elaboração e aprovação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD, considerando a técnica de produção e plantio direto de mudas, é indispensável que se faça o monitoramento das mudas, acompanhando as taxas de crescimento e de sobrevivência das espécies vegetais utilizadas no projeto, pois no início do processo de revegetação, as mudas implantadas não estão totalmente adaptadas ao novo ambiente (MORAES *et al.*, 2013).

Neste sentido, a Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, considerando a nova alteração e permanência do antigo Código Florestal brasileiro, aclamado pela Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, determina, em seu artigo primeiro, o estabelecimento de normas gerais para a proteção da vegetação das áreas de Preservação Permanente. De acordo com Milaré (2013), essas previsões legais são uma forma de garantir para a sociedade, a proteção da vegetação nativa, no intuito de restaurar as áreas consideradas degradadas ou modificadas, com a responsabilidade do Poder Público de prosperar sobre um ambiente mais saudável e com qualidade vital.

Segundo Durigan *et al.* (2010), o Brasil se destaca, sendo o único país capaz de legislar acerca das maneiras de restaurar uma área natural degradada, sendo São Paulo o estado pioneiro a publicar regras para a recuperação do meio ambiente. Para

este fim, entre os métodos previstos pela legislação brasileira, é comum a utilização de plantio misto de mudas de espécies arbóreas nativas (PALMA; LAURANCE, 2015).

Segundo WRI BRASIL (2021) o plantio misto é uma forma de preservar a área florestal ao atuar junto com o sistema econômico, utilizando o plantio de espécies nativas e exóticas economicamente interessantes; ainda baseando-se na ciência restaurativa.

Neste contexto, este estudo buscou analisar o potencial do plantio de mudas de espécies arbóreas nativas em Áreas de Restauração Permanente, em comparação com o processo de regeneração natural, na PCH Guarantã Energética S.A., localizada no município de Guarantã do Norte em Mato Grosso, no sul da Amazônia, averiguando:

- a) A composição florística e estrutura do componente arbóreo;
- b) Comparar a estrutura das áreas de restauração ecológica em área de plantio e em regeneração natural;
- c) Identificar as espécies florestais nativas que apresentaram melhor desenvolvimento em ambientes de restauração florestal em Áreas de Preservação Permanente no bioma Amazônia.

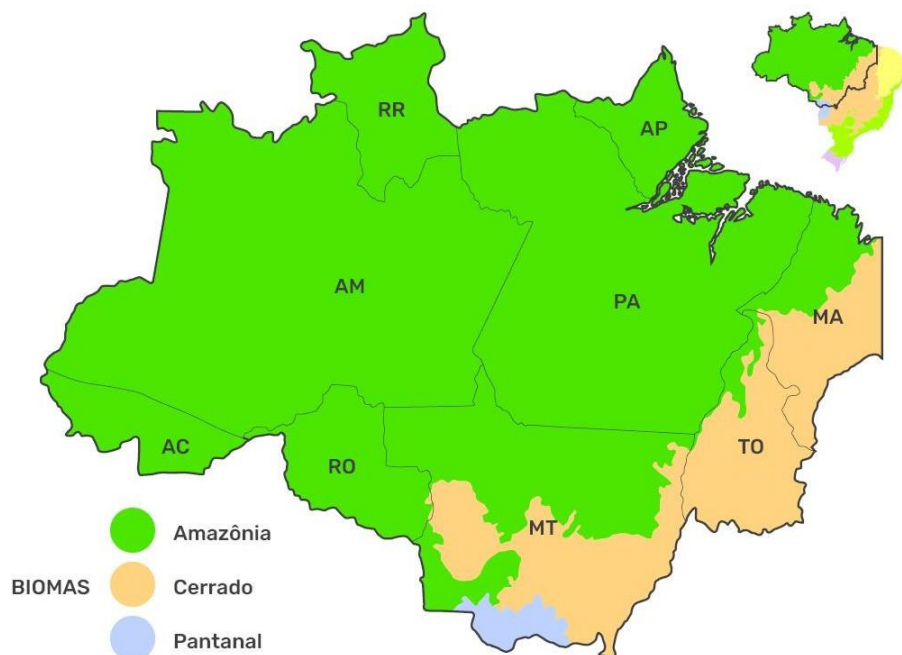
Neste sentido, a presente dissertação está organizada em 5 capítulos, já sendo objeto de inclusão toda esta parte introdutória, capítulo 1. No segundo capítulo, é realizada uma descrição e explanação de determinadas características do bioma amazônico, essenciais para contextualização e desenvolvimento deste trabalho científico. No terceiro capítulo, apresentamos os métodos, com a descrição da área de estudo, as ferramentas de coleta, assim como a análise de dados utilizada. No quarto capítulo, o ponto explorado se refere aos resultados das análises e as discussões a este respeito. No quinto e último capítulo, as considerações finais, com apresentação das contribuições desta pesquisa no que se refere ao tema abordado.

## 2 DEGRADAÇÃO E RESTAURAÇÃO NA AMAZÔNIA

### 2.1 O Bioma Amazônico: Degradação

O Bioma Amazônico desempenha papel fundamental na dinâmica da biosfera e no clima do planeta Terra, cobrindo 49% do território brasileiro (PORTO-GONÇALVES, 2015), estando, mais de 500.000 km<sup>2</sup>, em território mato-grossense (FIGURA 1), o que corresponde a 18,11% do território do Estado, regiões de densas florestas formadas por espécies de grande porte, com mais de 50 metros de altura, cortadas por grandes rios e protegidas em áreas de preservação como o Parque Estadual do Cristalino e Parque Nacional do Xingu (MORENO, HIGA, 2005; IBGE, 2020).

Figura 1 – Ocupação do Bioma Amazônia em território Brasileiro

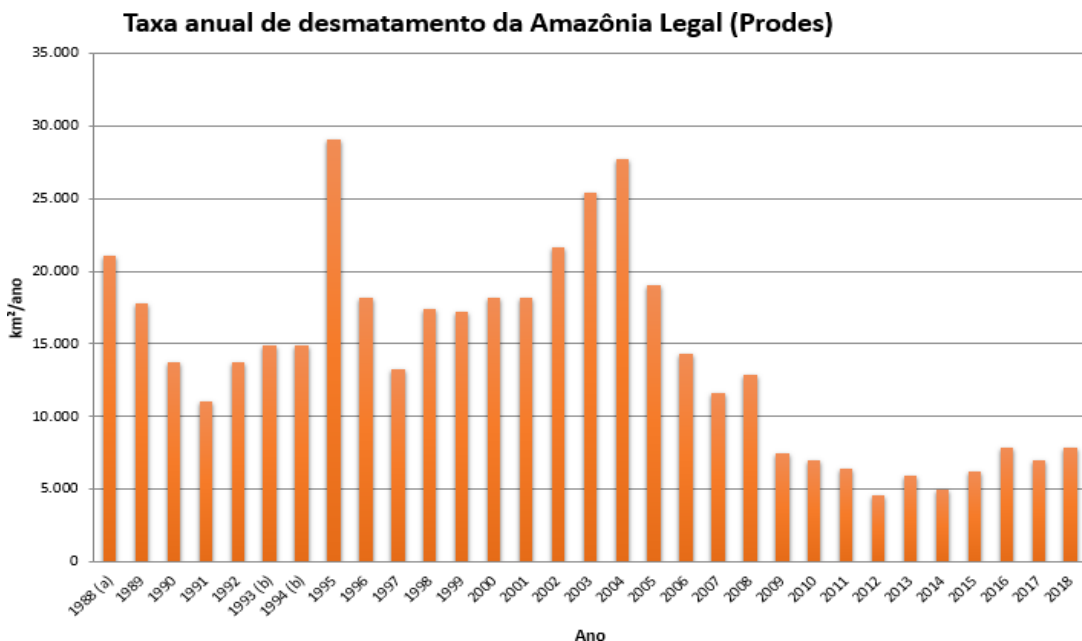


Fonte: Amazônia 2030 (2021).

Entretanto, o desflorestamento da Amazônia é uma realidade cada vez mais presente, tornando-se um o assunto de interesse internacional, considerando sua importância para a manutenção de diversas formas de vida e do clima no planeta, além da relação da evolução populacional em face da conservação do meio ambiente (LIMA AYRES, 2005).

Neste contexto, no intuito de monitorar e prevenir o desmatamento deste bioma, foram realizados estudos a partir da utilização de um Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), que indicou que o desmatamento vem aumentando consideravelmente desde 2013 (FIGURA 2), atingindo 10.000 km<sup>2</sup> por ano (TERRABRASILIS, 2020).

Figura 2 - Avanço da área desmatada na Amazônia Legal (Taxa Anual de desmatamento), de 1988 até 2018.



Fonte: Programa de Cálculo do Desmatamento da Amazônia (PRODES) – (2018)

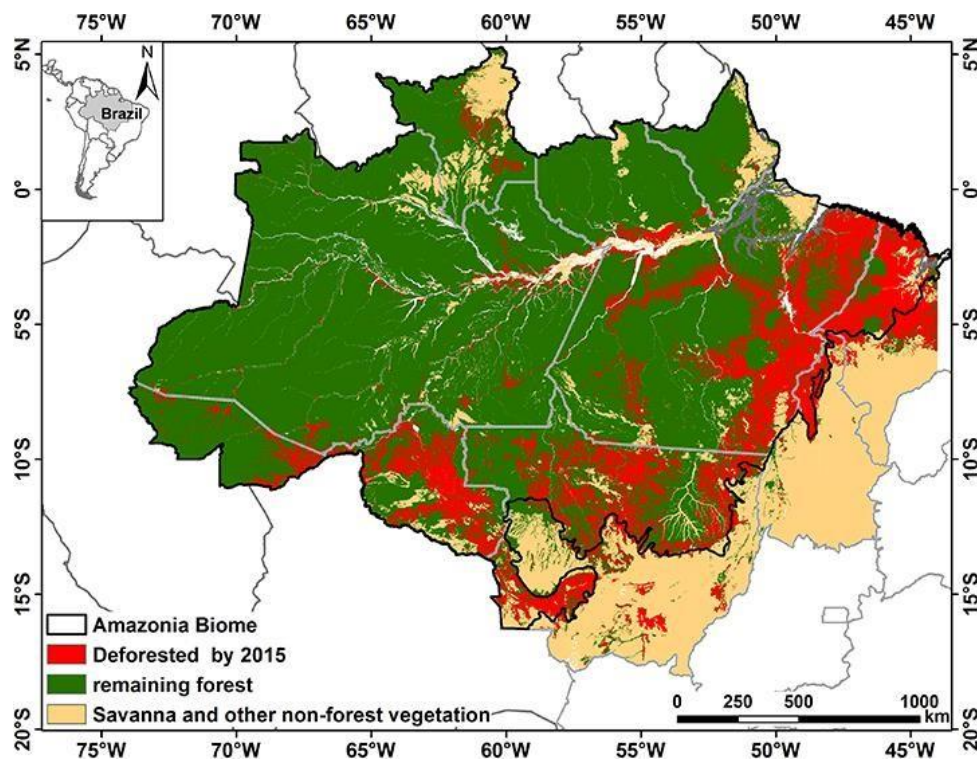
Este cenário se deve a inúmeros fatores, entre eles, o crescente avanço da infraestrutura, o crescimento econômico baseado na expansão da agropecuária, a extração ilegal de madeira, a implementação de usinas hidrelétricas e o próprio

crescimento populacional na região, promovendo o desmatamento de grandes áreas de floresta (WILLIAMSON *et al.*, 2012). Inevitavelmente, como resultado dessas ações, temos uma grande quantidade de áreas antropizadas, com mais de 700 mil km<sup>2</sup> de área desmatada ou degradada até 2019 (INPE, 2021).

Considerando este cenário, se continuarmos nesse ritmo, teremos consequências irreparáveis, pois esta é uma das principais problemáticas ambientais por desencadear uma série de impactos, como perda da biodiversidade, emissão de gases do efeito estufa, erosão do solo e desequilíbrio do regime hídrico (CORTÊS, 2017).

Figura 3 - O “Arco do Desmatamento” se estende ao longo das bordas sul e leste do bioma Amazônico, na região de contato com as formações savânicas do Cerrado.

Desmatamento até o ano de 2015 na Amazônia Legal.



Fonte: (FEARNSIDE, 2017).

No que se refere as áreas degradadas, com base na obra de Brienza Júnior e seus colaboradores (1995), a degradação ambiental ocorre em regiões onde os prejuízos se estabelecem na destruição de espécies de animais e/ou vegetais nativos de um bioma, podendo haver a falta de capacidade de mecanismos essenciais para

a continuidade do ciclo ecológico, em razão da diminuição do fluxo de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e de oxigênio (O<sub>2</sub>) que alteram o processo de transpiração das plantas, resultando em consequências para todos os organismos presentes.

Para o Decreto Federal 97.632, de 1989, as áreas degradadas se promovem pelo conceito de uma região que sofreu degradação ambiental, conjunto de processos que geram danos ao meio ambiente, resultando em perda ou redução das características de qualidade de produção e dos recursos naturais daquela área.

Neste sentido, Ferreira *et al.* (2007), consideram que área degradada corresponde a toda e qualquer área de vegetação nativa que teve suas características naturais alteradas de forma permanente, ultrapassando o limite regenerativo em que a natureza possa atuar, necessitando de intervenção humana para acelerar o processo de cultivo e reestruturação da área vegetativa.

## **2.2 Restauração de áreas degradadas**

De acordo com a Constituição Federal (BRASIL, 1988) e o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), áreas degradadas, desmatadas e abandonadas, devem ser recuperadas, havendo disposição legal como é o caso da lei nº. 9.985/2000, em seu artigo 36, que estabelece a compensação ambiental.

Entretanto, há ainda uma diferença significativa entre o projeto de recuperar e restaurar, para Buzaglo Dantas (2022), a recuperação ambiental corresponde ao processo de suprir novamente condições de recursos naturais que foram destruídos, como a reposição da vegetação, reavendo um ecossistema produtivo, enquanto que na restauração, temos processos específicos de recuperação, com estudos complexos da flora e da fauna, recompondo com espécies já existentes antes da sua degradação.

Dito isto, as formas de recuperação e de restauração da fauna e flora nativas de uma região são estudadas com o intuito de reaver uma parcela importante da natureza que impacta estritamente na vida da sociedade (PÁDUA, 2010), entretanto, para este estudo, utilizamos o conceito de restauração.

Para tanto, deve ser levado em consideração os custos de implementação da

restauração da vegetação nativa, que pode variar, dependendo do tipo de técnica utilizada, sendo o plantio de mudas o mais comum, caracterizado pela produção, plantio e monitoramento de mudas de espécies nativas, reavendo o número de indivíduos que existia anteriormente. (BENINI *et al.*, 2017; EMBRAPA, 2022).

Neste contexto, quando uma área é degradada, em virtude de um empreendimento, a exemplo das hidrelétricas, a compensação ambiental é uma alternativa presente em dispositivo de lei, com a finalidade de que as empresas consigam diminuir ou reverter os danos que causaram diante da atividade de seu empreendimento no meio ambiente (ARAGÃO, 2014). Naturalmente, não é possível compensar ecologicamente, entretanto, é justo equivaler o prejuízo causado no respectivo lugar em que o empreendimento se sediou para seu exercício (MESQUITA *et al.*, 2001).

Neste sentido, para restaurar uma área degradada, é necessário entender o caminho da sucessão ecológica, os processos envolvidos nessa dinâmica e as técnicas utilizadas para mitigar os efeitos da degradação para alcançar a taxa de restauração exigida e para que a vegetação alcance sua resiliência (ROCHA *et al.*, 2016).

Desta maneira, de acordo com a Instrução Normativa nº 4/2011 do IBAMA (2011), são determinadas as exigências mínimas e orientações, visando nortear a elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projetos de Restauração, considerando as peculiaridades locais.

Assim, o processo de restauração deve mensurar e apontar a extensão e o estágio da degradação da área, possibilitando a definição de atividades e técnicas a serem usadas para mitigar ou reverter as consequências do desflorestamento, com métodos específicos e adequados, definindo as medidas corretivas, o monitoramento e a avaliação do ambiente (ROCHA *et al.*, 2016).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2022) utiliza e garante que um dos métodos de restauração de áreas degradadas mais adequados para o bioma Amazônia encontra-se no plantio de mudas, onde o objetivo principal é inserir espécies de vegetação nativa.

Neste sentido, durante a assembleia geral realizada em 1º de março de

2019, a Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou, considerando a Resolução 73/284 que, 2021–2030, será a Década das Nações Unidas sobre Restauração de Ecossistemas, com o propósito de restaurar 350 milhões de hectares de ecossistemas terrestres e aquáticos, prevenindo, interrompendo e revertendo a degradação dos ecossistemas no mundo (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019).

Assim, acelerar e aumentar a proporção dos programas de reflorestamento, ampliando a área plantada com espécies nativas arbóreas, tornou-se uma questão urgente (ROLIM *et al.*, 2019). Para isso, é essencial considerar a diversidade de indivíduos e a classe sucessional de cada grupo, definindo assim espécies arbóreas que cresçam rapidamente, as pioneiras, além de espécies de crescimento lento, as secundárias eclímax (MORAES *et al.*, 2013).

Assim, as espécies vegetais nativas adaptadas ao ambiente em restauração, apresentarão rápido crescimento além de alta produção de frutos, acelerando a colonização da área, pois os frutos atraem a fauna que, conseqüentemente, contribui para a dispersão de sementes, o que faz do plantio de mudas a técnica mais eficaz no processo de restauração de um ambiente degradado (MORAES *et al.*, 2013).

Desta maneira, é mais adequado que as mudas sejam produzidas a partir de sementes coletadas na região, tendo seu desenvolvimento monitorado, de acordo com a Lei nº 10.711/2003, que dispõe sobre o sistema nacional de sementes e mudas e dá outras providências (Resolução nº 480, de 10 de agosto de 2018 do Conselho Federal de Biologia – artigo 3º).

Neste contexto, em seus estudos sobre restauração de áreas degradadas, Aranha e Polisel (2020), apontam a importância do monitoramento do desenvolvimento das mudas, observando as necessidades da área e definindo a melhor forma de prosseguir, criando um ambiente mais favorável para o avanço da sucessão ecológica, de forma que o ambiente recupere sua resiliência.

### 2.3 Sobrevivência e crescimento das mudas

O sucesso do projeto de restauração de áreas degradadas por meio do plantio de mudas, depende do estabelecimento das espécies vegetais, considerando a taxa de sobrevivência e de crescimento dessas plantas, de maneira que o monitoramento, a partir do transplante da muda do viveiro para a área em restauração, é essencial (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Neste sentido, a evolução do crescimento em altura das mudas de espécies florestais, possibilita analisar o desempenho das espécies implantadas, permitindo determinar a rotação técnica e econômica dos indivíduos destinados para área em restauração (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010; RIGUEIRA; NETO, 2013).

Entretanto, considerando a diversidade de espécies florestais utilizadas no processo de restauração de áreas degradadas, há diferenças significativas na taxa de sobrevivência, indicando potenciais de adaptação e índices de sobrevivência e crescimento variáveis, assim como diferentes respostas ao local de plantio, de acordo com as diferentes condições abióticas (LIMA; ALMEIDA; SILVA, 2014).

Neste contexto, a análise do crescimento de espécies nativas tem sido realizada por diversos autores (MELO, 2006; MOURA, 2008; PORTO, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015), pois a variação da resposta das dessas espécies quanto ao crescimento é consequência dos fatores ambientais e genéticos de cada espécie em decorrência dos fatores que afetam a sobrevivência e o crescimento das mudas, como: competição entre espécies, herbivoria, carência de nutrientes, temperatura, luminosidade, substrato e disponibilidade de água, afetam o estabelecimento, desenvolvimento e a sobrevivência das mudas (TURCHETTO *et al.*, 2015; SIQUEIRA *et al.*, 2018).

A composição do substrato, por exemplo, é responsável por fornecer suporte físico para a muda e suprir adequadamente as necessidades hídricas e nutricionais da muda, fornecendo os nutrientes necessários para o crescimento, poisa estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e o grau de infestação de patógenos e insetos, podem variar de um substrato para outro, influenciando no processo de

crescimento e de sobrevivência (KOLB *et al.*, 2016).

Desta maneira, as necessidades e comportamento das mudas, refletem na adaptação aos fatores ambientais, apresentando crescimento variável (GORDIN *et al.*, 2016), assim, a produção e monitoramento de mudas arbóreas nativas, em quantidade e qualidade, é um desafio nos projetos de restauração de áreas degradadas.

Assim, o tempo ideal e a altura das mudas para transplante dependerá da espécie e das condições do ambiente em processo de restauração, sempre acompanhado pelos órgãos responsáveis, como a Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) e o Sistema Nacional de meio Ambiente (SISNAMA).

Durante os primeiros anos, após o plantio, o desenvolvimento radicular irá assegurar um maior acúmulo de reservas nutricionais, garantindo resistência e melhor fixação no solo (STURION; ANTUNES, 2000; MESQUITA *et al.*, 2015). Quando estiverem mais aptas para suportar as condições de estresse ambiental, conseqüentemente, apresentarão maiores taxas de crescimento e de sobrevivência após o plantio (FREITAS *et al.*, 2005; MESQUITA *et al.*, 2015).

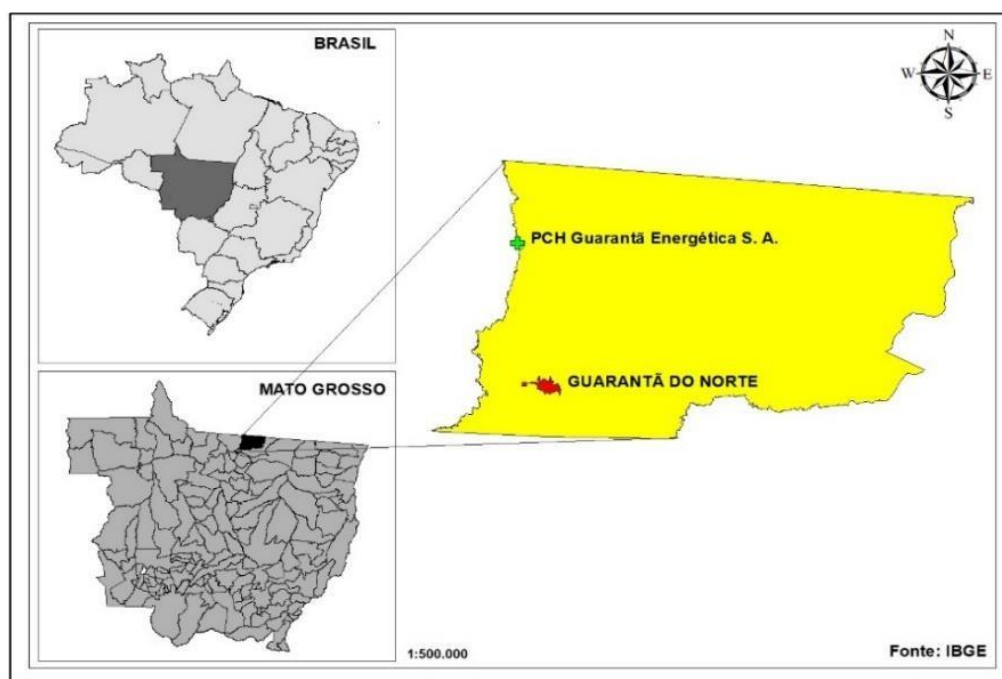
Desta forma, são objetos de avaliação durante o processo de restauração, a altura (h) e diâmetro à altura do peito (DAP), além da densidade dos indivíduos nas parcelas das amostras que foram implantadas (ISERNHAGEN, 2015). A partir daí, é possível mensurar o desenvolvimento de plantas nativas além de estruturar alinha sucessória básica de uma área em restauração.

## 3 MÉTODOS

### 3.1 Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido em uma área situada a jusante da barragem da Pequena Central Elétrica Guarantã Energética S.A., nas margens do rio Braço Norte, localizada no município de Guarantã do Norte (FIGURA 4) no estado de Mato Grosso, no sul da Amazônia (GUARANTÃ ENERGÉTICA S.A., 2021).

Figura 4 – Localização da PCH Guarantã Energética S.A. no município de Guarantã do Norte em Mato Grosso, Brasil.



Fonte: (IBGE, 2021).

A área da usina conta com 55,6 hectares e encontra-se na ecorregião da Amazônia, que abrange grandes áreas de Floresta Ombrófila, ainda possuindo características de vegetação em regeneração (BORSOI, 2005).

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Am: quente e úmido, uma transição entre o clima equatorial super-úmido (Af) da Amazônia e o tropical úmido (Aw) do Planalto central (ALVARES *et al.*, 2013), com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, sendo as médias anuais de precipitação pluviométrica e temperatura na região, de 1.974 mm e 24,7° C, respectivamente.

A PCH Guarantã Energética S.A. (FIGURA 5), foi inaugurada em 2003, tendo como medida compensatória para o barramento, o desenvolvimento do Plano de Restauração de Áreas Degradadas através do plantio de mudas de espécies nativas, atividade que teve início a partir de 2002, antes mesmo da inauguração do empreendimento (GUARANTÃ ENERGÉTICA S.A., 2021).

Figura 5 - PCH em Guarantã Energética S.A.



Fonte: (Guarantã Energética S.A, 2021).

A usina dispõe de viveiro particular, onde são produzidas as mudas, por meio de sementes provenientes de árvores de 20 espécies nativas, presentes no território da PCH: *Aspidosperma macrocarpon*, *Parapiptadenia rígida*, *Hymenaea courbaril*, *Dipteryx odorata*, *Handroanthus vellosoi*, *Astronium balansae*, *Physocalymma scaberrimum*, *Byrsonima crassifolia*, *Libidibia ferrea*, *Simarouba amara*, *Anacardium occidentale*,

*Cedrela fissilis*, *Genipa americana*, *Terminalia* spp, *Xylopia emarginata*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Copaifera landesdorffii*, *Cariniana legalis*, *Apuleia Molaris*, *Esenbeckia* sp (GUARANTÃ ENERGÉTICA S.A., 2021).

Ainda de acordo com Guarantã Energética S.A. (2021), as sementes são coletadas durante o período de frutificação de cada espécie, quando os frutos maduros estão caindo. Os frutos são macerados e lavados em água corrente para facilitar a retirada das sementes, que são secas em ambiente natural e posteriormente armazenadas em garrafas de vidro em um espaço dentro do viveiro.

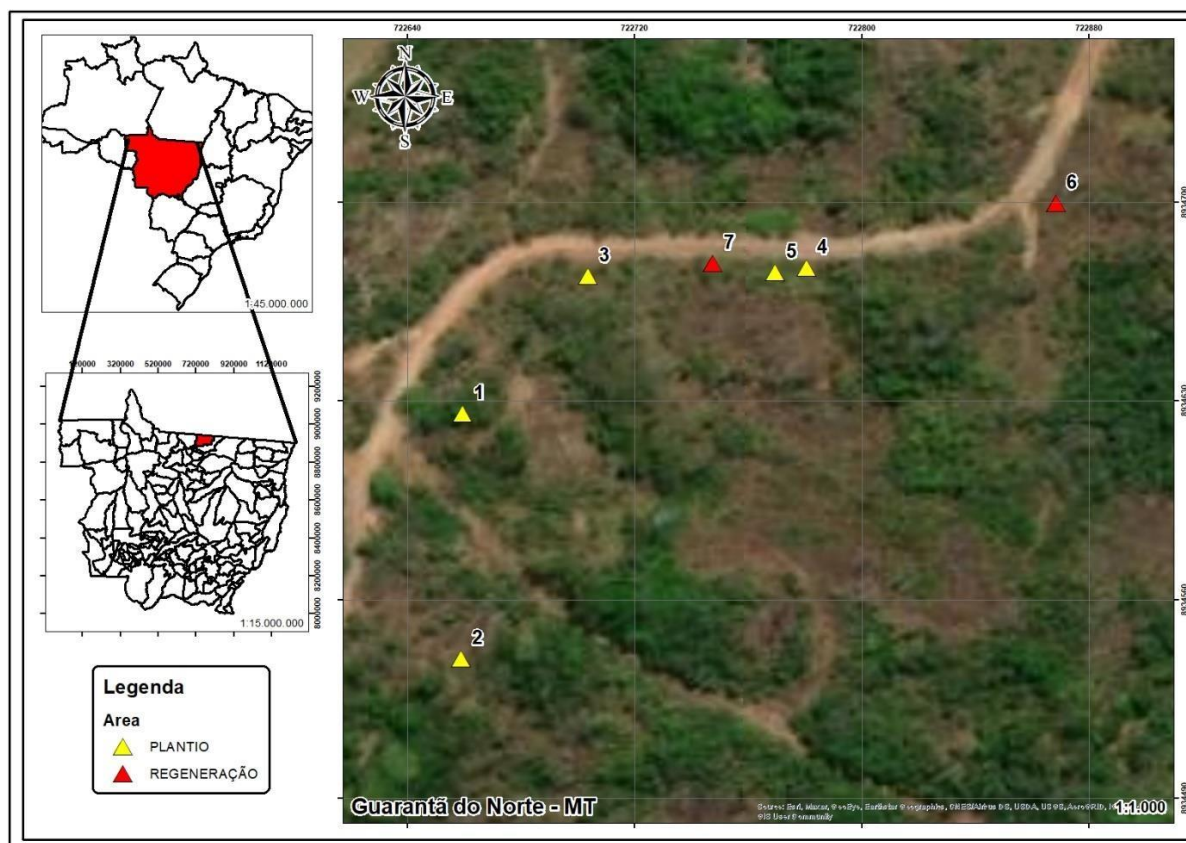
Para a sementeira, em canteiros de areia, as sementes são escarificadas. Após a germinação são transplantadas para sacos plásticos até atingirem o tamanho adequado para o transplante em área de restauração. A partir daí, as plantas são monitoradas, havendo o coroamento e a poda, além da detetização de pragas, fazendo as medidas de altura e diâmetro (DAP) a cada seis meses (GUARANTÃ ENERGÉTICA S.A., 2021).

### **3.2 Coleta de dados**

Para o levantamento fitossociológico do componente arborescente/arbóreo, realizado de setembro a dezembro de 2021, foram analisadas sete unidades amostrais, selecionadas por encontrarem-se em processo de restauração desde 2004, um trabalho que vem sendo realizado pela equipe técnica da usina. Destas unidades amostrais, cinco são restauradas por meio de plantio direto de mudas de espécies nativas e, apenas duas, são áreas em processo de regeneração natural, pois estas eram as únicas áreas de restauração natural que apresentavam o mesmo período de tempo em comparação com as áreas de plantio (2004-2021), por isso foram utilizadas apenas estas duas (FIGURA 6).

Para este estudo, as unidades amostrais foram denominadas de áreas de plantio: 1 (2.916,42 m<sup>2</sup>), 2 (2.126,98 m<sup>2</sup>), 3 (4.211,67 m<sup>2</sup>), 4 (1.583,57 m<sup>2</sup>), 5 (3.582,70 m<sup>2</sup>), e áreas de regeneração natural: 6 (3.221,32 m<sup>2</sup>) e 7 (3.721,93 m<sup>2</sup>). Para cada área, foram definidas 5 parcelas, aleatoriamente, medindo 5 x 6 m cada (30 m<sup>2</sup>), considerando uma distância de 6 entre as parcelas.

Figura 6 - Localização das áreas amostrais em processo de restauração, na PCH Guarantã Energética S.A., no município de Guarantã do Norte – MT.



Considerando a importância das variáveis altura e diâmetro de uma árvore para avaliar o desenvolvimento das espécies vegetais (SILVA; NETO, 1979), para cada uma das parcelas, em suas respectivas unidades amostrais, cada um dos indivíduos (arborescentes/arbóreos), plantados ou não, foram identificados e mensurados.

A identificação, realizada *in loco*, seguiu critérios de reconhecimento das características, através de consultas e comparações com literatura especializada (LORENZI, 2008) e com base no banco de dados da PCH Guarantã Energética.

Para a medida de DAP (Diâmetro à altura do peito) foram mensurados os indivíduos que apresentavam diâmetro  $\geq$  a 5 cm, por meio de paquímetro e/ou fita métrica, enquanto que para a variável altura total, as medições foram realizadas como auxílio de vara (SILVA, NETO, 1979).

### 3.3 Análise dos Dados

A partir dos dados obtidos durante o período de coleta na área em processo de restauração, considerando o ambiente de regeneração natural e o de plantio, e de acordo

com os objetivos preestabelecidos, analisou-se o potencial do plantio de mudas de espécies arbóreas nativas em comparação com áreas em processo de regeneração natural.

Nesta perspectiva, foi avaliada a composição florística e a estrutura dos componentes da vegetação, comparando as áreas de plantio e regeneração natural, e identificando as espécies florestais nativas que apresentaram maior sucesso de desenvolvimento em ambiente de restauração florestal no bioma Amazônia por meio de parâmetros fitossociológicos (Frequência, densidade, dominância e Valor de Importância).

Para tanto, utilizou-se Microsoft Excel, versão 2019, e realizando uma análise de estrutura vertical baseada em classes diamétricas para avaliar a altura das espécies vegetais nos dois ambientes, gerando um gráfico com o perfil de alturas das espécies. O critério de tamanho máximo permite estabelecer a amplitude da distribuição diamétrica das espécies (SOUZA; JESUS, 1994). A distribuição diamétrica foi feita mediante o cômputo dos indivíduos amostrados de cada espécie dentro da classe diamétrica a que pertencessem (HARPER, 1977).

No que se refere ao grau de conservação da comunidade, foi realizada uma análise alométrica usando a relação de DAP e altura (TAVARES *et al.*, 2015), e para determinar a similaridade das áreas estudadas, uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), no software estatístico R, usando matrizes de ausência e presença (Índice de Jaccard), abundância e área basal (Índice de Bray-Curtis).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 17 espécies arbóreas nativas do Bioma Amazônico, num total de 205 indivíduos, distribuídos em 12 famílias (QUADRO 1), com destaque para Fabaceae, com cinco espécies. Este mesmo padrão também foi observado no estudo de Vieira, Reis Jr e Ferreira (2000), com maior número de espécies para a família Fabaceae. De acordo com Amaral *et al.* (2015), essa predominância da família Fabaceae é resultado do sucesso adaptativo, que pode estar relacionado com relações simbióticas e com microrganismos, resultando no aumento da capacidade de absorção de fósforo e nitrogênio, essenciais para o crescimento e estabelecimento das espécies.

Com esse dado acerca da predominância da Fabaceae e seu destaque mutual para com esses microrganismos, podemos ilustrar o entendimento de Harper *et al.* (2010), pois em seus estudos há uma verificação de que a performance simbiótica é possível existir diante da variedade de espécies de uma região e preservando essa diversidade, também permite que um ecossistema sobreviva em contrapartida das mudanças climáticas ou das doenças reativas entre espécies de parasitas ou predadores.

A área de borda sul amazonense, próxima da região desse estudo já foi objeto de estudo de Fearnside e Castro (2005), pois se encontra ali o arco do desmatamento que desdobra em diversos potenciais prejuízos à flora brasileira já que a região é afetada pela perda da biodiversidade.

No que se refere ao número total de indivíduos amostrados, as espécies com maior representatividade foram *Aspidosperma macrocarpon* (19,5%), *Parapiptadenia rígida* (17,5%), *Vismia brasiliensis* (16,5%), *Hymenaea courbaril* (7,3%), *Dipteryx odorata* (7,3%), *Handroanthus vellosi* (5,8%), *Astronium balansae* (4,4%), *Physocalymma scaberrimum* (4,4%), *Byrsonima crassifolia* (3,4%), *Libidibia férrea* (3,4%), *Simarouba amara* (2,9%), *Anacardium occidentale* (1,9%), *Cedrela*

*fissilis* (1,9%), *Genipa americana* (0,9%), *Terminalia spp* (0,9%), *Xylopia emarginata* (0,9%) e *Enterolobium contortisiliquum* (0,4%).

Com essa quantidade de espécies diante de um pedaço amostral do que seria a imensidão da área amazônica, podemos destacar uma heterogeneidade acentuada que nos valida o fato da riqueza plúrima de indivíduos relevantes para a preservação do bioma. No entanto, Oliveira (1997) presume que mesmo com a diversidade das espécies, há uma baixa densidade delas e esse fato acabaria por dificultar uma comparação fitossociológica entre condições com diferenças regionais e em questões de larga escala, haveria também uma complexidade em analisar os padrões estruturais das plantas.

Ainda segundo estudos mais recentes (OLIVEIRA *et al.*, 2003) é plenamente capaz que o presente estudo possa conflitar com o fato de que haveria espécies locais raras em relação aos estudos de outras regiões semelhantes, pois existiria amostragem de apenas um indivíduo a partir da continuidade do processo sucessório e evolutivo.

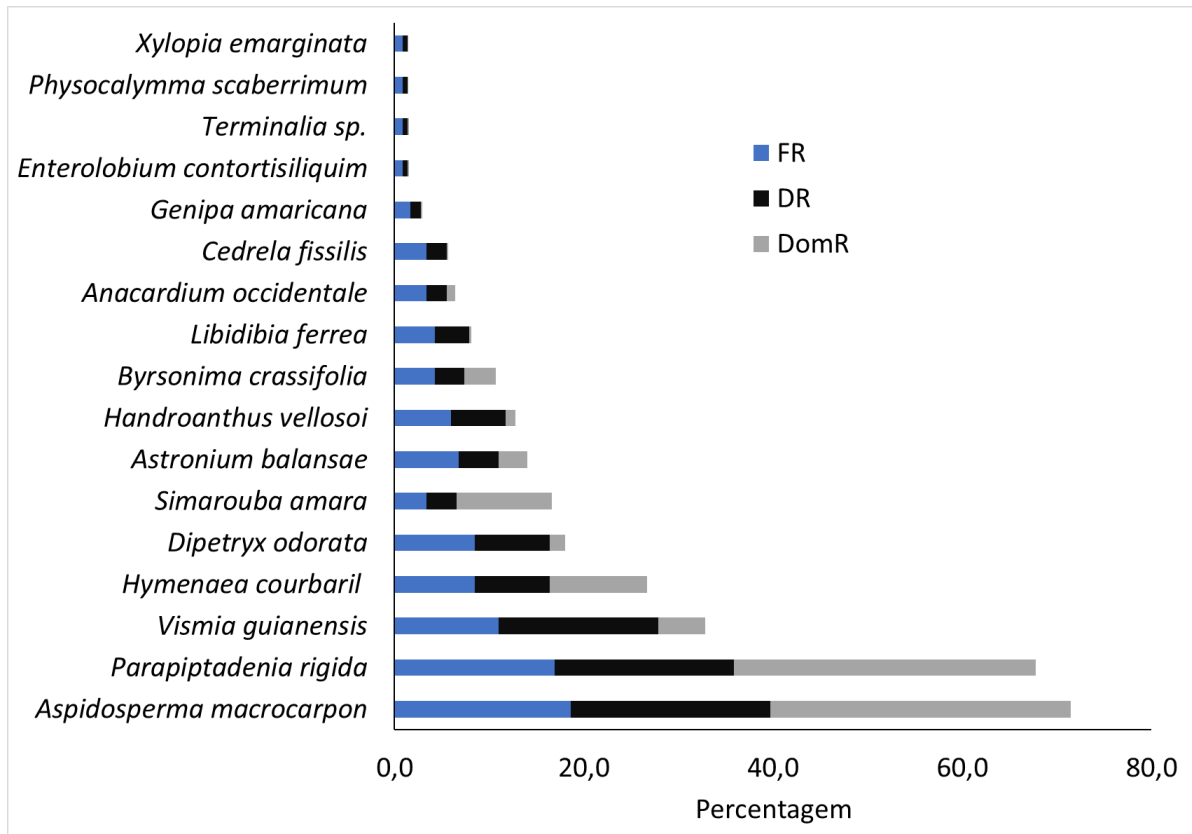
Dentre estas espécies anteriormente mencionadas, todas foram encontradas nas áreas de plantio, enquanto que apenas sete, estiveram presentes na área de regeneração: *Astronium balansae*, *Xylopia emarginata*, *Handroanthus vellosi*, *Byrsonima crassifolia*, *Terminalia spp*, *Vismia brasiliensis* e *Physocalymma scaberrimum*. Desta maneira, apenas 7,3% dos indivíduos totais foram encontrados em área de regeneração, enquanto que 92,7% foram encontrados nas áreas de plantio.

Quadro 1 – Espécies identificadas nas áreas de restauração na PCH Guarantã Energética S.A. no Sul da Amazônia, entre os meses de setembro a dezembro de 2021.

Família	Nome científico	Nome vulgar
Anacardiaceae	<i>Astronium balansae</i> (Engler) D. A. Santin	Aroeira
Annonaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju
	<i>Xylopia emarginata</i> L.	Pindaíba d'água
Apocynacea	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. & Zucc	Peroba mica
Bignoniaceae	<i>Handroanthus vellosi</i> (Toledo) Mattos	Ipê amarelo
Combretacea	<i>Terminalia</i> spp	Mirindiba do cerrado
Fabaceae	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz.	Pau ferro/ jucá
	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd	Cumarú ferro
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan.	Angico vermelho
Hypericaceae	<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	Lacre
Lythraceae	<i>Physocalymma scaberimum</i> Pohl	Aricá
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> L.	Murici
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro rosa
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá

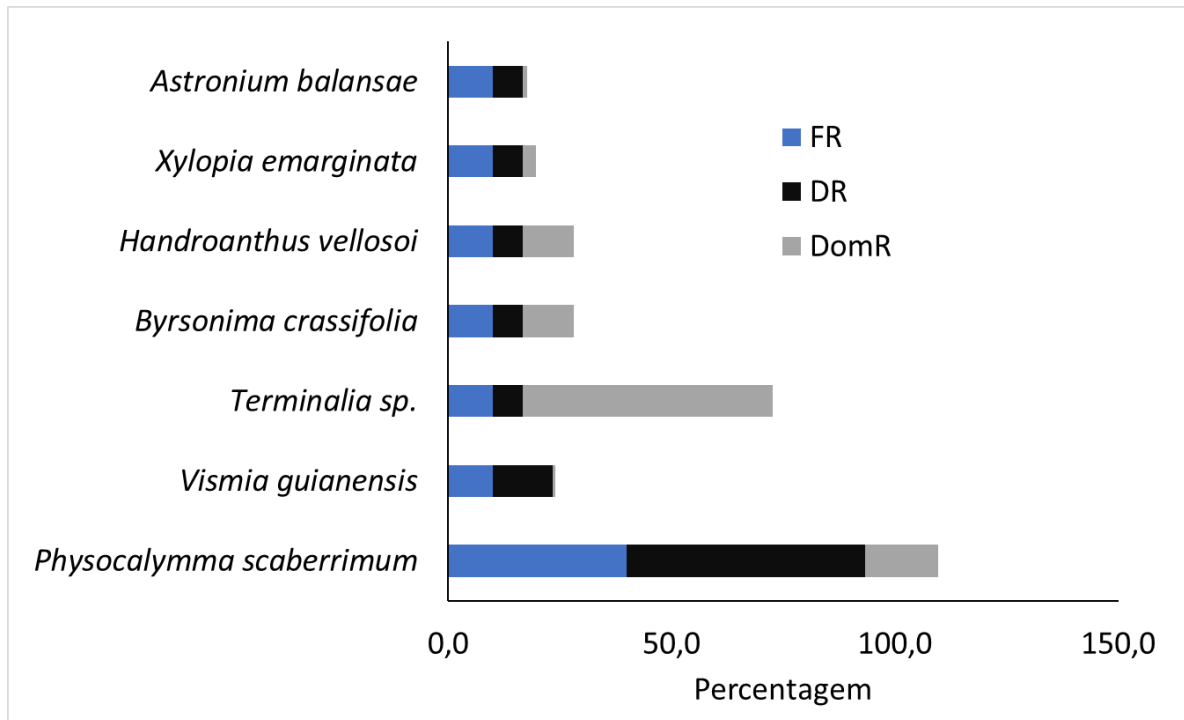
As espécies, *Aspidosperma macrocarpon* (23,85%), *Parapiptadenia rígida* (22,6%) e *Vismia guianensis* (10,9%), apresentaram maior Índice de Valor de Importância (IVI %) nas áreas de plantio. As duas primeiras atingiram esses valores por serem frequentes, abundantes e dominantes. Já a última se destacou por ser frequente e abundante. As demais espécies identificadas apresentaram indivíduos pouco frequentes (FIGURA 7).

**Figura 7** - Índice de valor de Importância das espécies arbóreas encontradas em áreas de plantio na PCH Guarantã Energética S.A., em Guarantã do Norte, MT. FR: Frequência relativa. DR: Densidade relativa. DomR: Dominância relativa.



Nas áreas de regeneração natural, as espécies com maior IVI foram *Physocalymma scaberrimum* (36,5%) e *Terminalia sp.* (24,3%). A primeira apresentou uma alta frequência e densidade, enquanto que a segunda atingiu esses valores por apresentar indivíduos grandes (maior dominância).

**Figura 8** - Índice de valor de Importância das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração na PCH Guarantã Energética S.A., em Guarantã do Norte, MT. FR: Frequência relativa. DR: Densidade relativa. DomR: Dominância relativa.



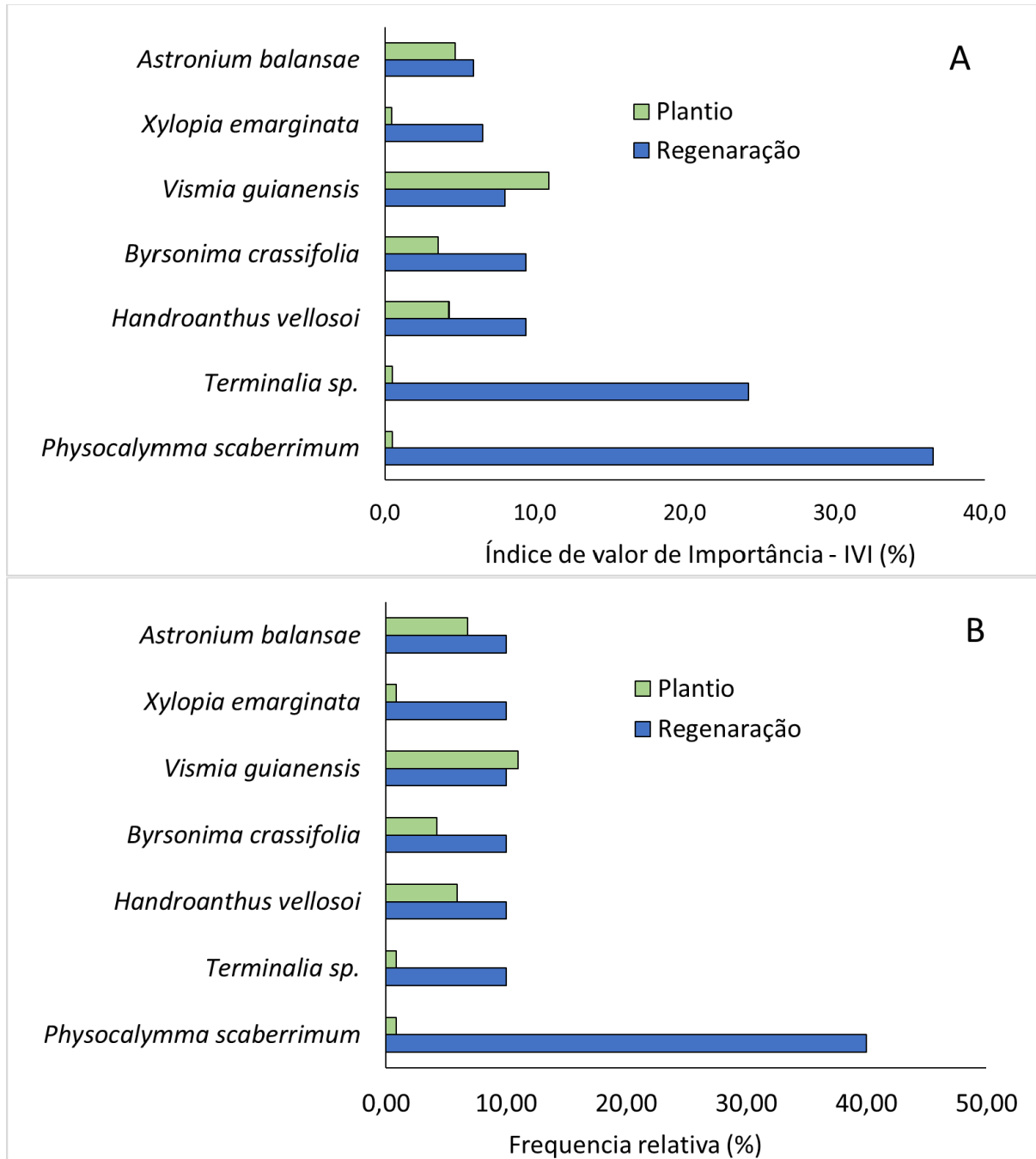
Cabe destacar que a *Vismia guianensis* é a única, entre todas espécies identificadas na área de estudo (QUADRO 1), que não é utilizada no projeto de restauração da PCH Guarantã Energética S.A., entretanto, se destacou por ser abundante. É caracterizada como indicadora de regeneração natural, espécie lenhosa nativa e pioneira da América tropical, caracterizada como colonizadora de áreas degradadas da Amazônia brasileira (ALBUQUERQUE, 1980).

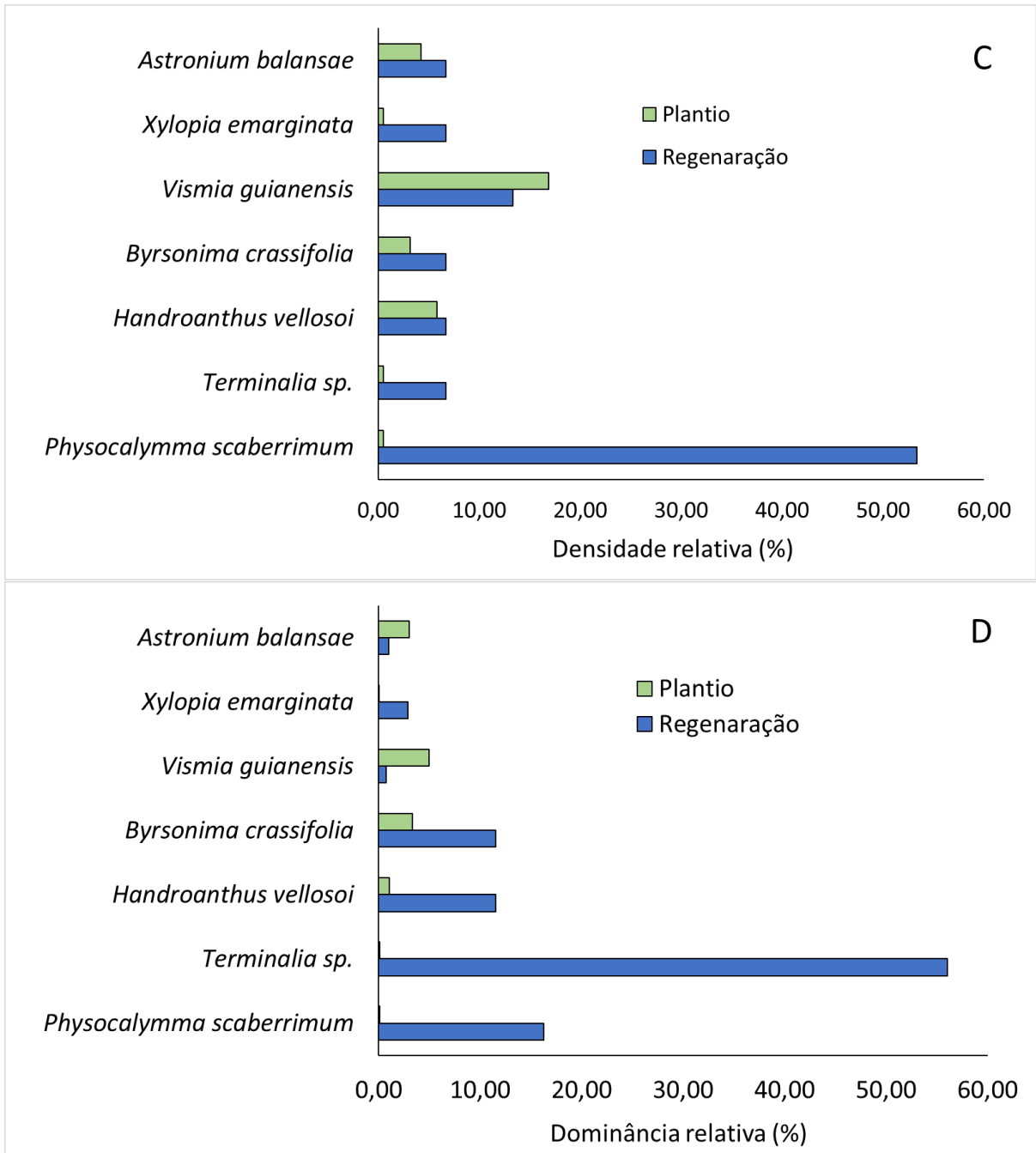
Comparando os ambientes de plantio e de regeneração natural, em relação ao IVI, evidenciando que, as espécies *P. scaberrimum*, *Terminalia sp.*, *Handroanthus vellosi*, *Byrsonima crassifolia* e *Xylopia emarginata* apresentaram uma diferença entre as duas áreas, sendo maior em áreas de regeneração (FIGURA 9A). Esse mesmo padrão foi observado na frequência relativa (FIGURA 9B) e na densidade relativa (FIGURA 9C). Em relação à dominância, as espécies apresentaram padrões diferentes, assim, *Terminalia sp.* tem indivíduos maiores nas áreas de regeneração, atingindo uma alta dominância relativa, além disso, todas as espécies apresentaram maior dominância nessas áreas quando comparadas com áreas de plantio. A única exceção a este padrão é a *Vismia guianensis*, que apresentou valores maiores dos parâmetros fitossociológicos em áreas de plantio, quando comparadas com áreas de

regeneração (FIGURA 9). Fazendo conexão com o estudo de recuperação de solo realizado por outros pesquisadores, observou-se que também houve uma sucessão abundante em dominância dessa espécie na região Amazônica (ARAUJO *et al.*, 2009; MASSOCA *et al.*, 2012). No entanto, podemos observar que uma espécie como a *Vismia* garantiu seu lugar na estrutura e na parte de composição florestal quando ela é visualizada em todos os estratos amostrados, no caso de plantio e regeneração, pilares desse presente estudo (FINOL, 1971).

Com a observação dos dados de dominância ainda encontrados na mesma Figura 9, podemos estabelecer um parâmetro parecido com os estudos de Nelson e Oliveira (2001), onde as famílias apresentam uma maior situação dominante do que em relação aos gêneros quando nos referimos às áreas florestais do bioma Amazônia.

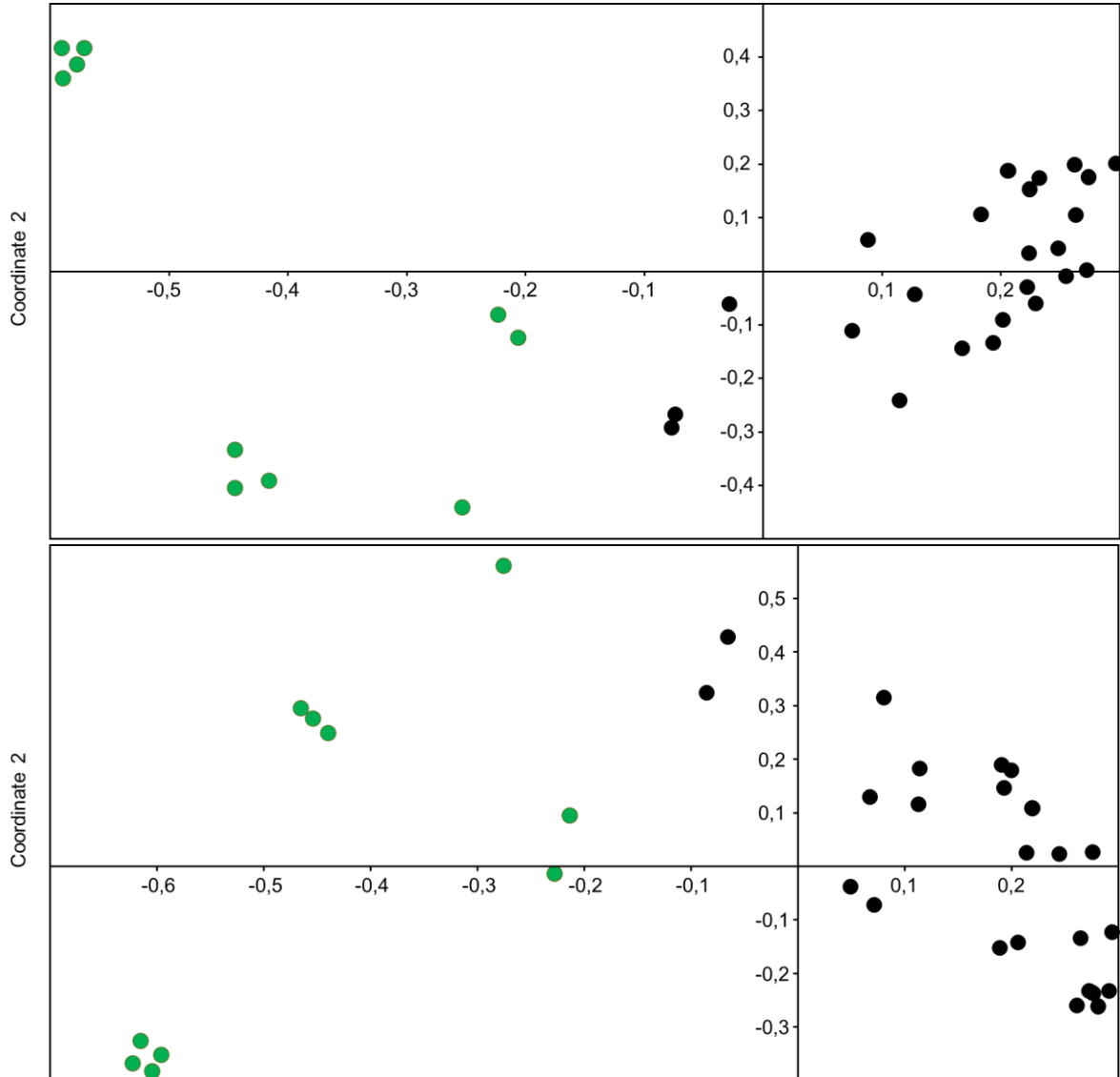
**Figura 9** - Parâmetros Fitossociológicos das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração e plantio na PCH Guarantã Energética S.A., em Guarantã do Norte, MT. A. Percentagem do Índice de valor de importância. B. Frequência relativa. C. Densidade relativa. D. Dominância relativa.

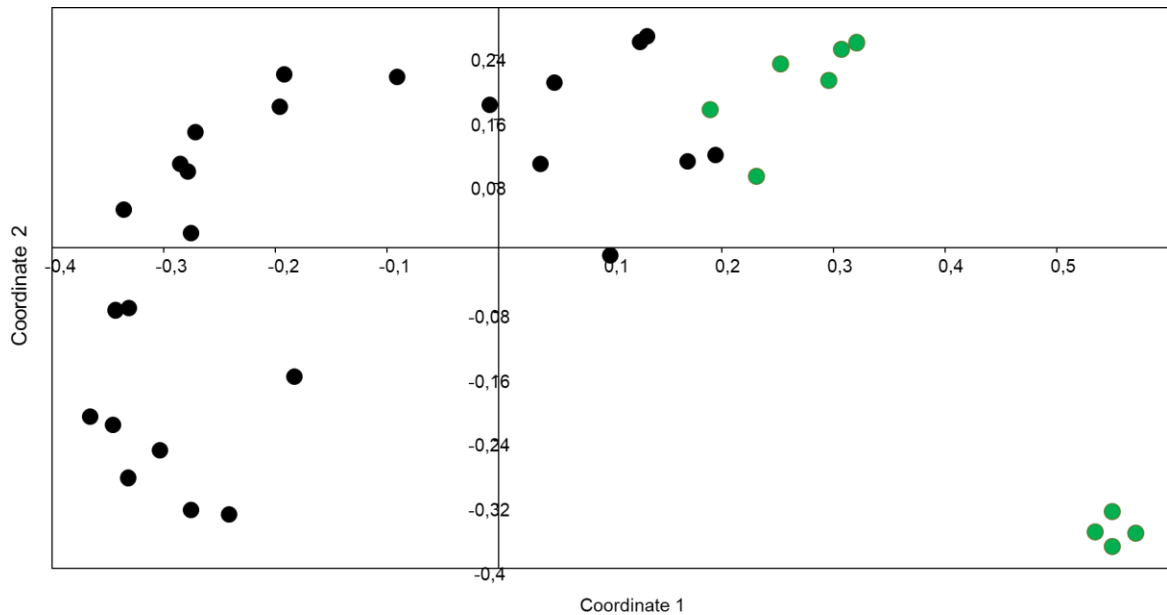




Comparando as ordenações das espécies (PCoA), foi possível observar que a menor diferença está na área basal, sendo que a frequência e a abundância, nas áreas de plantio e de regeneração, as espécies não se agruparam, mantendo-se dispersas. Assim, quando considerada a área basal, as áreas de plantio e regeneração não evidenciaram grupos dispersos (FIGURA 10).

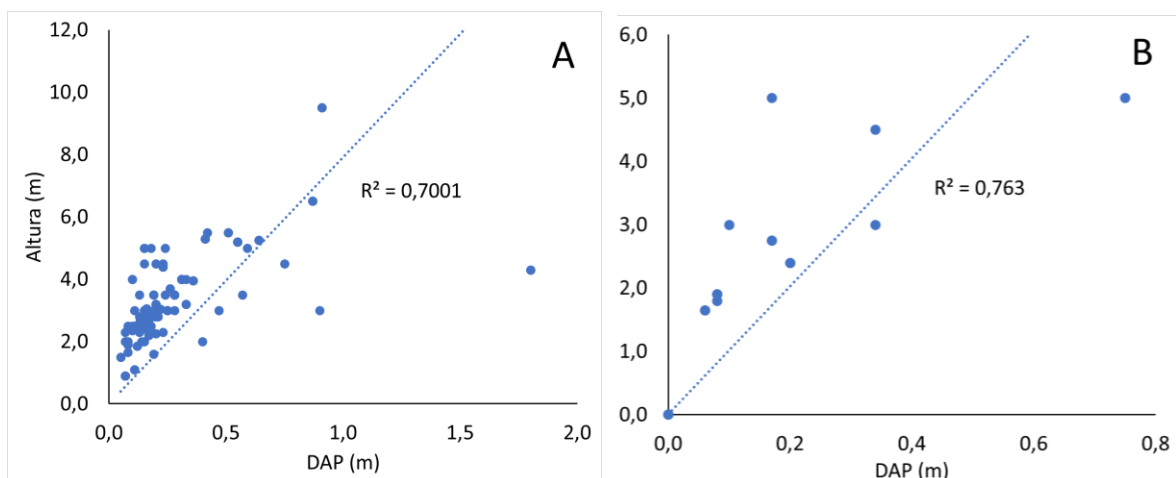
**Figura 10** - Análise de Coordenadas Principais das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração e plantio na PCH Guarantã Energética S.A., Guarantã do Norte, MT. A. Ausência e presença. B. Abundancia. C. Area basal.





No que se refere ao diâmetro e altura das árvores ( $R^2=0,75$ ), a análise alométrica mostrou que existe uma relação forte entre o que geralmente se espera em uma comunidade, tanto em área de plantio quanto de regeneração, indicando que a comunidade está em desenvolvimento e que com o tempo essa relação ficará mais expressa (FIGURA 11).

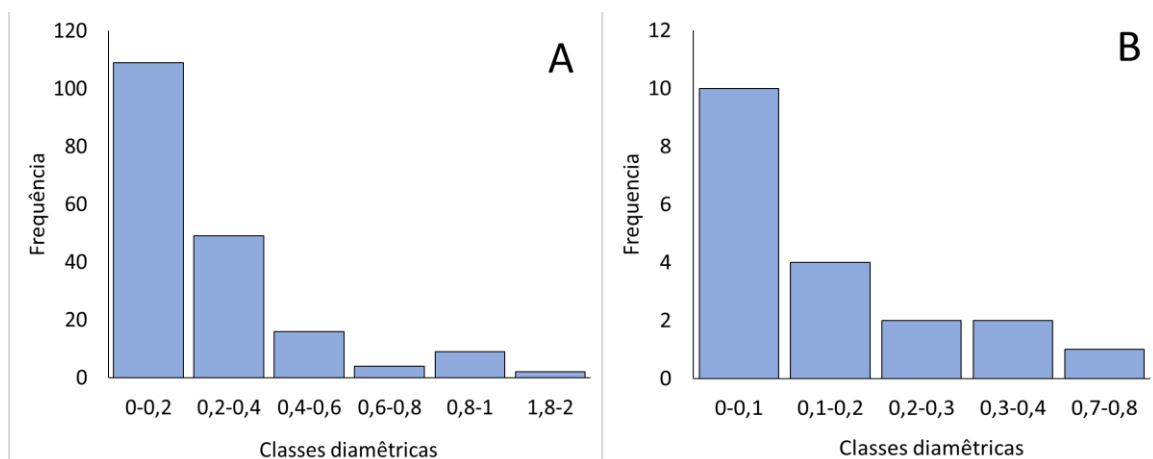
**Figura 11** - Relação alométrica entre DAP e Altura das espécies arbóreas encontradas em áreas de plantio (A) e regeneração (B) na PCH Garantã Energética S.A., Garantã do Norte, MT.



Já a estrutura horizontal mostrou o perfil em J invertido, o que reforça o padrão anterior de crescimento da comunidade tanto na área de plantio quanto na regeneração (FIGURA 12). Com essa observação também é possível constatar uma

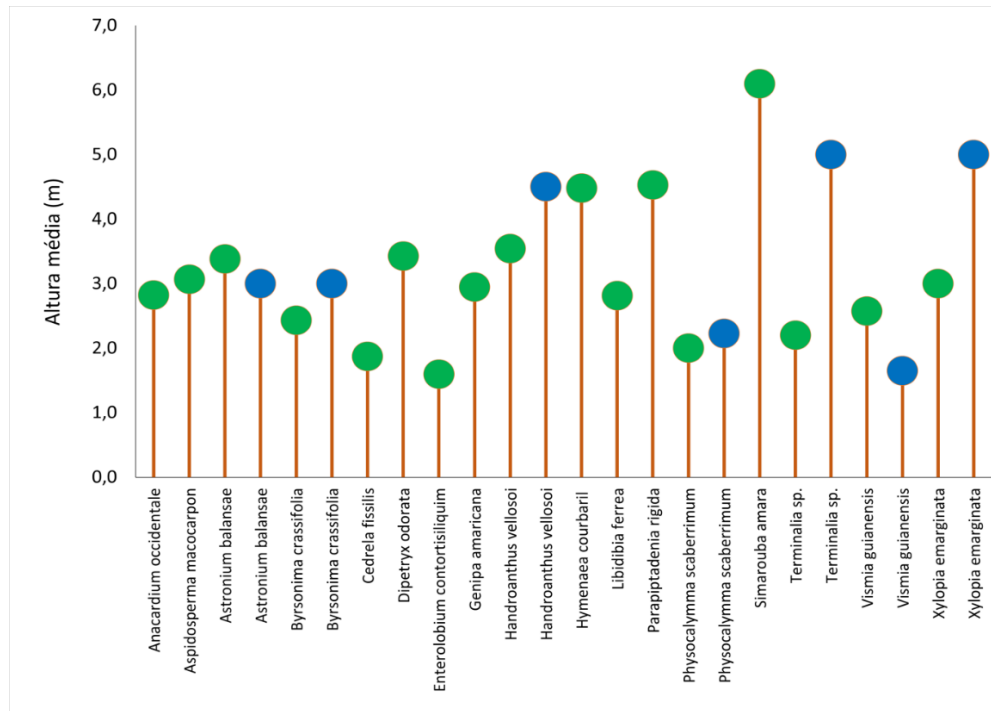
referência nos estudos de Lamprecht (1990), pois segundo ele há uma diminuição das classes diamétricas ao número dos indivíduos justamente se equiparando ao modelo J invertido, nos mostrando que essa trajetória analítica se assemelha tanto na região desta pesquisa quanto em parte das pesquisas do bioma Amazônia.

**Figura 12** - Estrutura horizontal baseado em classes diamétricas das espécies arbóreas encontradas em áreas de plantio (A) e regeneração (B) na PCH Guarantã Energética S.A., Guarantã do Norte, MT.



No que diz respeito ao perfil com a altura média, identicou-se que as espécies em comum tenderam a ser mais altas em áreas de regeneração do que em áreas de plantio, entretanto, a *V. guianenses* apresentou indivíduos com menor altura na regeneração do que no plantio.

**Figura 13** - Estrutura vertical das espécies arbóreas encontradas em áreas de regeneração e plantio na PCH Garantã Energética S.A., Garantã do Norte, MT.



Cabe destacar a *Simarouba amara* como emergente e presente apenas nas áreas de plantio, atingindo alturas até de 10m (FIGURA 13), apresenta grande facilidade de regeneração em técnicas de plantio, sendo uma espécie importante para esta finalidade, por apresentar excelente crescimento (CARVALHO, 2008).

Ainda é devido salientar que a importância do estudo não se deu em identificar espécies raras ou como já mencionadas, as espécies locais, pois mesmo existindo uma importância biodiversa importantíssima, não condiz com a essencialidade do bioma Amazônia em relação plantas comuns à região em âmbito de restauração/recuperação.

Dessa forma, distingue-se do estudo de Oliveira & Amaral (2004) e também nos estudos de Silva *et. al.* (2015), realizados em 20 parcelas de 500 m<sup>2</sup> e 15 parcelas de 1ha respectivamente. Isso porque o presente estudo dessa dissertação analisa apenas em um ambiente controlado, as condições de regeneração natural e de plantio de uma parcela uniregional e não multiregional de análises florísticas e fitossociológicas; sendo a proporção de quanto maior as zonas estaduais do bioma estudados, maior a quantidade de indivíduos raros em cada localidade.

Com as análises desta pesquisa é possível ver a predominância nas zonas restaurativas de composições arbóreas como é o gênero da *Terminalia*, sendo importante em predominância (IV) e com as regiões renerativas similares às da zona

mais densa da Amazônia Florestal, corroborando com demais estudos realizados na Floresta Atlântica que também observou que estas espécies arbóreas iniciam o reflorestamento de uma área e são destacadas em 50% da totalidade de riqueza de um bioma de floresta como é o caso do bioma Amazônia (IVANAUSKAS *et al.*, 2002).

Nas regiões de plantio, não temos uma condição satisfatória no processo regenerativo nas espécies basais do bioma, no entanto como já mencionado a condição das *Vismias* colonizam de forma introdutória o terreno independentemente da forma como é feita a restauração, seja por plantio ou apenas por consequências de regeneração natural (MESQUITA *et al.*, 2001). Isso expõe a independência da regeneração da flora, não necessitando da ação humana para que possa se desenvolver, porém há espécies importantes que não conseguem atingir uma questão diamétrica interessante para os padrões de restaurações em todas as estratificações.

É observável diante da zona de plantio que essa forma de restauração, com uma diversidade grande de espécies que serão inseridas no solo e germinadas, não garante que as demais espécies possam alcançar sempre uma linha sucessional maior em relação à forma de regeneração natural, pois de qualquer forma, se as invasoras como gramíneas fossem controladas, as outras plantas colonizadoras de uma região como a tropical, seriam capazes de formar dosséis suficientes para a reinauguração de uma paisagem nativa (RODRIGUES, 2009).

Portanto, pela região do Guarantã do Norte ser formada por uma vegetação similar do bioma Amazônia, há uma densidade florestal que sempre pode ser regenerar sem o auxílio humano, mas com limites em sua predominância ou até em número de indivíduos, mas que não representariam grandes diferenças em consequência da manipulação antropóloga de sementes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restauração de áreas degradadas depende das condições ambientais, sociais e econômicas locais, assim, as metodologias e técnicas de recuperação de áreas degradadas devem considerar a caracterização do ambiente para a aplicabilidade da técnica escolhida.

De forma geral, a regeneração natural não gera custos, entretanto, é um processo lento, quando comparado à técnica do plantio, que por sua vez gera altos custos, mas oferece rápida cobertura do solo além de diversidade de espécies, geralmente zoocóricas, atraindo a fauna que, conseqüentemente, contribui para a restauração.

Este estudo demonstrou que, a restauração arbórea em área degradada com plantio de mudas, quando comparada a área de regeneração natural, no que se refere a composição e parâmetros fitossociológicos, apresenta diferença na ocorrência e abundância de espécies, entretanto, no que diz respeito a área basal e a dominância, as áreas se mantiveram semelhantes. Neste sentido, a frequência relativa e a densidade relativa, seguem um padrão de distinção em relação ao IVI, nas áreas de plantio e de regeneração natural, sendo as de regeneração maiores em condição de análise IVI e de análise de frequência relativa *versus* densidade relativa.

Além disso, os conhecimentos da estrutura e dinâmica dessas áreas em regeneração poderá servir como ferramenta para tomada de decisões em projetos de restauração de ambientes degradados.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. M. Identificação de plantas invasoras de cultura da região de Manaus. **Acta Amazonica**, v. 10, p. 47-95, 1980
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; PAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMARAL, G.M. *et al.* Aspectos da distribuição de Mimosoideae (Fabaceae) arbóreas no planalto de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 10, p. 74-84, 2015.
- ARAGÃO, M. A. de S. **O princípio do poluidor-pagador: pedra angular da política comunitária do ambiente.** Boletim da Faculdade de Direito – Universidade de Coimbra, p. 146, 2014.
- ARAUJO, R. A. *et al.* Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 865-877, 2009. DOI: 10.1590/S0044-59672009000400015.
- BENINI, R.; ISERNHAGEN, I. **Custos de restauração da vegetação nativa Brasileira. Economia da Restauração Florestal.** São Paulo: The Nature Conservancy, 2017.
- BORSOI, G. A. **Subsídios para o manejo florestal de uma Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de regeneração natural.** 154p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- BRASIL Presidência da República. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm) Acesso em 24 abr. 2022.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988).** Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 12 mar. 2022.
- BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de**

**Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>>. Acesso em: 27 Jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 36, § Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do meio ambiente – MMA. **Roteiro de Apresentação para Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) terrestre.** Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/images/stories/o\\_que\\_fazemos/gestao\\_e\\_manejo/Roteiro\\_PRAD\\_versao\\_3.pdf](https://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/images/stories/o_que_fazemos/gestao_e_manejo/Roteiro_PRAD_versao_3.pdf) Acesso em 22 abr. 2022.

CASTRO, E. **Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia.** Editora Novos Cadernos, Belém, v. 8, p. 10-38, 2005.

CARVALHO, J. *et al.* Regeneração natural em povoamentos de *Araucaria angustifolia* e *Pinus* sp. em Tunas do Paraná, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 8-12, 2016. DOI: 10.4336/2016. pfb.36.85.892.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas Brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR : Embrapa Florestas, 2008.

CORTÊS, J. C. **Ciclo de vida familiar e distribuição** populacional na dinâmica do desmatamento e uso da terra na Amazônia Paraense. 2017. 267 f. Tese (Doutorado em Demografia) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Campinas-SP, 2017.

DURIGAN, G. *et al.* Normas Jurídicas para a Restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, 2010.

EMBRAPA. Recuperação das áreas degradadas ou alteradas na Amazônia. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1143156/1/Doc157.pdf> Acesso em 29 de jun. 2022

EMBRAPA; **Estratégia de recuperação | Regeneração natural sem manejo.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/regeneracao-natural-sem-manejo>> Acesso em: 12 mar. 2022.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation of the Brazilian Amazon. In: Shugart H. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford University Press, New York. 2017.

FEARNSIDE, P.M. **Desmatamento na Amazônia brasileira:** história, índices e consequências. Editora Megadiversidade, Belo Horizonte, p.112-122, 2005.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVI, A. C.; FARIA, J. M. R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.177-185, 2007 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n1/20.pdf>. Acesso

em: 27 Jun. 2022.

FINOL, U.H. **Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vigentes tropicales.** Revista Forestal Venezolana, Mérida, v.14, n.21, p.28-41, 1971.

FREITAS, T. A. S. *et al.* Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853–861, 2005.

GORDIN, C. R. B.; MARQUES, R. F.; SCALON, S. P. Q. Emergence and initial growth of *Hancornia speciosa* (Gomes) seedlings with different substrates and water availability. **Revista de Ciências Agrárias (Belém)**, v. 59, p. 352-362, 2016.

HARPER, C. **Fundamentos em Ecologia.** Artmed Editora, 2010. ISBN. Disponível em: <https://books.google.ca/books?id=U6CboHxF0oIC&hl=pt-BR>> Acesso em 26 set. 2022.

HARPER, J. L. 1977. **Population biology of plants.** Academic Press, New York.

IBAMA. **Instrução Normativa 4, de 13 de abril de 2011.** Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=118064#:~:text=DAS%20DISPOSI%C3%87%C3%95ES%20GERAIS-,Art.,e%20II%20desta%20Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa>. Acesso em: 29 jun. 2022.

IBAMA. **Instrução normativa nº 4/2011.** Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/supes\\_go/in\\_04\\_11\\_prad.doc](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/supes_go/in_04_11_prad.doc)>. Acesso em: 26 fev. 2022.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE atualiza Mapa da Amazônia Legal.** 2020. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28089-ibge-atualiza-mapa-da-amazonia-legal>>. Acesso em: 08 mar. 2022.

INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**, 2017. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em 19 mar. 2022.

INPE. **Taxas anuais do desmatamento – 2018 até 2019.** Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5294](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294)>. Acesso em: 11 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Bioma Amazônia.** Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico> Acesso em: 18 jul. 2022.

ISERNHAGEN, I. **Listagem florística de espécies arbóreas e arbustivas de Mato Grosso: um ponto de partida para projetos de restauração ecológica.** Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril, 2015.

- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. p. 261. Universidade de São Paulo/ Fapesp. São Paulo. 2000
- KOLB, R. M.; PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Factors influencing seed germination in Cerrado grasses. **Acta Botânica Brasilica**, v. 30, n. 1, p. 87-92, 2016.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, Caracas, 1990.
- LIMA AYRES, D. de M. **Amazônia socioambiental: sustentabilidade ecológica e diversidade social**. Dossiê Amazônia Brasileira II • Estud. av. 19 (54) • Ago 2005.
- LIMA, P. A. F. **Eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária (fase de implantação) no bioma cerrado, Gama – DF**. 2014. xvi, 96 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- LIMA, S. F. I.; ALMEIDA, D. P.; SILVA, U. R.. Supressão de plantas daninhas na formação de braquiárias sob três métodos de semeadura. **Planta Daninha**, v. 32 n. 4, p. 699-707, 2014
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5 ed. Instituto Plantarum de Estudo da Flora, 2008. v. 1, 384 p.
- MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: Editora UFLA, 2010. 331p.
- MASSOCA, P. E. S. *et al.* Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 235-250, 2012.
- MELO, V.G. **Uso de espécies nativas do bioma Cerrado na recuperação de área degradada de Cerrado sentido restrito, utilizando lodo de esgoto e adubação química**. Brasília, DF. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, 96 p. 2006
- MESQUITA, R.C.G., ICKES, K., GANADE, G., WILLIAMSON, G.B. Alternative sucesional pathways in the amazon basin. **J. Ecol.** v. 89, p. 528–537, 2001.
- MESQUITA, R.D.C.G.; MASSOCA, P.E.D.S.; JAKOVAC, C.C.; BENTOS, T.V., MILARÉ, Edis; COSTA JUNIOR, Paulo José da. **Direito penal ambiental: comentários à lei 9605/98**. Campinas: Millennium, 2015, p. 320-340.
- MORAES, L. F. D., ASSUMPÇÃO, J. M., PEREIRA, T. S., LUCHIARI, C. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro: Jardim Botânico**. Embrapa Agrobiologia-Livro científico (ALICE), 2013.
- MORENO, G.; HIGA, T.C.S. (orgs). **Geografia de Mato Grosso**. Cuiabá- MT: Entrelinhas, 2005

MOURA, A.C.C. **Recuperação de áreas degradadas no Ribeirão do Gama o envolvimento da comunidade do núcleo hortícola de Vargem Bonita, DF.** Brasília, DF. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, 125 p. 2008.

NELSON, B.W.; OLIVEIRA, A. **Estado do conhecimento florístico da Amazônia** São Paulo: Editora (Eds). Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. 2001.

NOBRE, C. A. **Projeto “Amazônia 4.0”**: Definindo uma Terceira Via para a Amazônia. Revista Futuribles. 2019.

OLIVEIRA, M.C.; RIBEIRO, J.F.; PASSOS, F.B.; AQUINO, F.G.; OLIVEIRA, F.F.; SOUSA, S.R. **Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil.** Revista Brasileira de Biociências, v. 13, n. 1, p. 25-32, 2015.

OLIVEIRA, A. A. **Diversidade, Estrutura e Dinâmica do Componente Arbóreo de uma Floresta de Terra Firme de Manaus, Amazonas.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, 1997. p. 185-188.

OLIVEIRA, A.N.; AMARAL, I.L. **Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil.** Acta Amazonica, v.34, n.1, p.21-34, 2004.

PÁDUA, J. A. Bases teóricas da História Ambiental. **Estud. av.** v. 24, n. 68, p. 80-105, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/250982747\\_As\\_bases\\_teoricas\\_da\\_historia\\_ambiental](https://www.researchgate.net/publication/250982747_As_bases_teoricas_da_historia_ambiental)> Acesso em 27 jun. 2022.

PALMA, A.C.; LAURANCE, S.G. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: what do we know and where should we go? **Applied Vegetation Science**, v. 18, p. 561-568, 2015

PORTO, A.C. **Concentração e estoque de nutrientes em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação de área degradada, Paracatu – MG.** Brasília, DF. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 91p.2012.

RIGUEIRA, D.M.G.; NETO, E.M. Monitoramento: uma proposta integrada para avaliação do sucesso em projetos de restauração ecológica em áreas florestais brasileiras. **Revista Caititu**, v. 1, n. 1, 2013.

ROCHA, G.P.E., VIEIRA, D.L.M., SIMON, M.F. **Fast natural regeneration in abandoned pastures in southern Amazonia.** For. Ecol. Manage, v. 370, p. 93-101, 2016.

ROLIM, S. G.; PINÃ-RODRIGUES, F. C.; PIOTTO, D.; BATISTA, A; FREITAS, M. L; BRIENZA JUNIOR, S.; CALMON, M. **Research gaps and priorities in sivaticulture**

**of native species in Brazil.** São Paulo: WRI Brasil 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes>. Acesso em: 15 Working Paper mar. 2022.

SILVA, J. A. A.; NETO, F. P. **Princípios Básicos de Dendometria.** Recife, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, 1979.

SILVA, K.E. et al. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. *Scientia Forestalis*, v.43, p.190-200, 2015.

SOUZA, A.; JESUS, R. **Distribuição diamétrica de espécies arbóreas da Floresta Atlântica: análise de agrupamento.** Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais (Boletim Técnico, 10), 1994. 30 p.

STURION, J. A. ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.** Colombo: 2000, p. 125-150.

TAVARES, G. G., Goliatt, L., Neves, G. H. C., Bastos, F. S., Chaves, F. O., and Sabino, T. L. R. **Estimativa da biomassa arbórea de regiões de manguevia escaneamento tridimensional a laser - comparação de métodos computacionais.** Proceedings of XXXVI Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, 2015.

TERRABRASILIS. **Plataforma de dados geográficos.** Disponível em: <http://terrabilis.dpi.inpe.br/sobre/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

TURCHETTO, F. *et al.* Aspectos eco-fisiológicos limitantes da regeneração natural. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 3, n. 1, p. 18-30, 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **New UN decade on ecosystem restoration offers unparalleled opportunity for job creation, food security and addressing climate change opportunity.** 2019. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/new-un-decade-ecosystem-restorationoffers-unparalleled-opportunity>. Acesso em: 23 mar. 2022.

VIEIRA, P. R.; REIS JUNIOR, O.; FERREIRA, M. DO S. Opções de uso de florestas secundárias com idade entre 30 e 40 anos por pequenos agricultores rurais na zona bragantina paraense. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS- FOREST, 6. **Anais [...]**, 2000, p. 351-352.

WILLIAMSON, G.B., BENTOS, T. V., LONGWORTH, J.B., MESQUITA, R.C.G. Convergence and divergence in alternative successional pathways in Central Amazonia. **Plant Ecol. Divers.** v. 7, p. 341–348, 2012.

WRI BRASIL. **Silvicultura de nativas:** reflorestamento pode trazer retornos ambientais e econômicos. 2021. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/silvicultura-de-nativas-reflorestamento-pode-trazer-retornos-ambientais-e-economicos> Acesso em: 24 de Maio de 2022.

WWF-BRASIL. **Restauração Ecológica No Brasil: Desafios e Oportunidades**, 2017. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?60742/Restaurao-ecolgica-no-Brasil-desafiose-oportunidades>>. Acesso em: 22 fev. 2022.