



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará

Campus Universitário de Altamira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

PPGBC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Orlando de Figueiredo Junior

**CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS AMEAÇADAS DE
EXTINÇÃO EM ÁREAS DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Raírys Cravo Herrera

ALTAMIRA - PA
FEVEREIRO – 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE DE CONSERVAÇÃO

Orlando de Figueiredo Junior

**CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS AMEAÇADAS DE
EXTINÇÃO EM ÁREAS DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Raírys Cravo Herrera

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA - PA
FEVEREIRO – 2020

Agradecimentos

A Deus pela pelas orientações e bênçãos concedidas para que eu pudesse concretizar esse sonho.

Aos meus pais, Orlando de Figueiredo e Amélia Gomes da Cruz, pelo ensino, incentivo e apoio.

Aos meus irmãos, Nayane da Cruz Figueiredo e Orlaécio da Cruz Figueiredo pelo companheirismo.

À minha orientadora Raírys Herrera, pelas sábias orientações neste trabalho.

A NESA por viabilizar a realização da pesquisa.

Ao meu amigo de todas as horas, Onassis de Pablo, pela parceria e incentivo durante toda esta trajetória.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	5
INTRODUÇÃO GERAL.....	6
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel).....	8
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	9
<i>Cedrela odorata</i> L.....	10
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos.....	10
<i>Swietenia macrophylla</i> King	11
OBJETIVO GERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
LITERATURA CITADA.....	12
RESUMO	19
INTRODUÇÃO	19
MATERIAIS E MÉTODOS	21
Descrição da Área	21
Seleção, retirada e transporte de mudas	21
Plantio	22
Instalação das parcelas amostrais.....	23
Avaliação de sobrevivência e crescimento	23
Vestígio de Fauna.....	24
Fertilidade do Solo	24
Estrato herbáceo e árvores vizinhas	25
Análises Estatísticas	25
RESULTADOS.....	26
DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÕES.....	34
AGRADECIMENTOS.....	35
REFERÊNCIAS	35
FIGURAS.....	38
TABELAS.....	42
ANEXO.....	45

Resumo Geral

No Brasil, existe uma grande lacuna de estudos relacionados às espécies nativas protegidas e/ou ameaçadas de extinção, desmotivando seu uso em plantios, e consequentemente, favorecendo mais ainda a redução da sua biodiversidade e conservação. Nesse sentido, esta pesquisa teve como finalidade analisar se fatores bióticos (vestígio de fauna, fitossanidade das mudas, estrato herbáceo e árvores vizinhas) e abióticos (nutrientes do solo) influenciam no estabelecimento inicial de cinco espécies florestais ameaçadas de extinção com grande importância ecológica: *Bertholletia excelsa*/ castanheira, *Cedrela odorata*/ cedro, *Handroanthus impetiginosus*/ ipê roxo, *Swietenia macrophylla*/ mogno e *Apuleia leiocarpa*/ amarelão. As áreas de plantio estão localizadas em extensões cobertas por floresta secundária, na margem esquerda do Rio Xingu, Município de Vitória do Xingu/PA. A extensão total delineada para o enriquecimento com espécies florestais corresponde a 147,26 hectares, de propriedade da empresa Norte Energia S/A. Para avaliação das mudas plantadas, dos 147,26 hectares totais de floresta enriquecida, foram instaladas uma parcela para cada um hectare, totalizando 147 unidades amostrais de 800 m² (20 m x 40 m). A localização das parcelas foi definida de forma sistemática via rede de pontos com distância de 100 m x 100 m, sendo a primeira unidade de amostra aleatorizada e as demais distribuídas de forma equidistante. O inventário de sobrevivência das espécies e medição da altura foi realizado, nas amostras aos 30 e 180 dias após ao plantio. Foram avaliadas as condições fitossanitárias das mudas em campo sendo classificadas em uma das seguintes condições: sadia, atacada por praga ou atacada por doença. Nas parcelas, 30 dias após o plantio, foram identificados vestígios ou presença de fauna, estrato herbáceo e árvores vizinhas. As análises químicas do solo foram realizadas em cada uma das parcelas para verificar a diferença de fertilidade e uma possível relação com o crescimento das espécies. Entre os principais resultados destacam-se: (i) *C. odorata* revelou-se com maior índice de mortalidade; (ii) *A. leiocarpa* foi a espécie que apresentou maior taxa de crescimento absoluto com diferença significativa em relação a *B. excelsa*; (iii) foi registrada maior mortalidade aos 30 dias do que na segunda avaliação (iv) a presença de animais dentro das parcelas teve influência na mortalidade das mudas; (v) a variabilidade na quantidade de nutrientes do solo entre as parcelas não foi suficiente para gerar comportamento diferente entre as espécies; e (vi) o estrato herbáceo e as árvores circundantes não promoveram nenhuma interferência no crescimento das plantas.

Introdução Geral

A diminuição e a perda da diversidade de espécies é consequência das modificações significativas decorrentes de atividades antrópicas que resultam em alterações dos ambientes originais (BOGAERT et al., 2011). Ferreira, Sturaro e Peloso (2017) expõem que a maior floresta tropical do mundo e mais diversificada é a Amazônia, abrigando um elevado número de espécies de animais e plantas, muitas das quais são endêmicas desse bioma.

Na Amazônia, a exploração de árvores em razão da demanda de produtos madeireiros tem intensificado a redução de populações de espécies florestais, causando a redução da biodiversidade de flora (GIBSON et al., 2011). Dados do INPE (2014) indicam a perda de floresta de aproximadamente 75 milhões de hectares na região e que as áreas de vegetação secundária, que anteriormente eram destinadas à pecuária, respondem por 23% do uso das terras desflorestadas na Amazônia.

Apesar do grande acesso a informação dos padrões de desmatamento e uso da terra, pouco se sabe sobre como as populações de plantas têm sido afetadas e como o avanço do desmatamento irá afetá-las no futuro. Os poucos estudos que tentaram fazer essa previsão em escala amazônica calculam que entre 20-57% das espécies estarão ameaçadas de extinção nas próximas décadas (STEEGE et al., 2015; HUBBEL et al., 2008). Estes elevados valores associados ao cenário crítico para o futuro justificam a urgência de mais pesquisas voltadas para sua proteção e conservação, tal como das espécies em risco de extinção (MYERS et al., 2000).

Conforme ressaltam Cordeiro, Schwartz e Barros (2017) a substituição de florestas nativas por atividade agropecuária, o aumento do desmatamento e a ocupação humana são fatores importantes na formação de florestas secundárias. Essa crescente exploração levou o Ministério do Meio Ambiente do Brasil a revogar a Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008 e publicar a Portaria nº 443/2014 (BRASIL, 2014), trazendo nova lista da flora ameaçada. As espécies são classificadas nas categorias extinto (EX), extinto na natureza (EW), criticamente em perigo (CR), em perigo (EN), vulnerável (VU), quase ameaçado (NT), menos preocupante (LC), dados insuficientes (DD) e não avaliado (NE) (MARTINELLI; MORAES, 2013).

O estudo a respeito do plantio de espécies protegidas e/ou ameaçadas é importante, principalmente focando no diagnóstico da situação das mesmas na natureza

e na viabilização do uso de suas populações (SBRISSA; MELO, 2012). Porém, Cunha et al. (2005) e Suganuma, Torezan e Durigan (2018) afirmam que são insuficientes as informações sobre as espécies florestais nativas, sendo a maioria relacionada com suas características dendrológicas e botânicas.

Sabe-se que fatores bióticos e abióticos interferem no estabelecimento, desenvolvimento e sobrevivência das plântulas. Doenças e herbivoria, por exemplo, podem afetar de forma isolada e/ou combinada, o destino de plântulas na floresta Amazônica (FENNER, 1987). Isso ocorre em parte devido à elevada riqueza de organismos que habitam essas florestas e que desenvolveram habilidades para explorar sementes e plântulas como fonte de alimento (por exemplo, ungulados, roedores, insetos, microrganismos) e da enorme heterogeneidade do ambiente físico no interior destas florestas (MELO et al., 2004).

Segundo Sabogal et al. (2006), na região Amazônica, há vários exemplos de utilização eficiente do plantio de mudas de espécies nativas para o enriquecimento de florestas em processos de restauração. Plantio de enriquecimento consiste na introdução de espécies (através de sementes ou de mudas) em áreas já com presença de vegetação nativa, porém com baixa diversidade de espécies. É uma técnica que deve ser proposta para preencher espaços com falhas da regeneração natural, visando aumentar a biodiversidade aos níveis naturalmente encontrados no ecossistema de referência (FARAH; NAVE; RODRIGUES, 2014).

O modelo utilizado de linhas abertas na vegetação secundária já estabelecida e que são preenchidas por espécies comerciais de rápido crescimento, é uma, dentre as formas aplicadas no plantio de enriquecimento (CORDEIRO et al., 2017).

Diante desse contexto, em sentido mais amplo, Mendonça (1997) acredita que o enriquecimento de capoeiras com espécies úteis pode contribuir para uma fonte permanente de recursos para o pequeno produtor rural na Amazônia. O mesmo autor assinala que os plantios de enriquecimento fornecem diferentes tipos de produtos, como madeira, frutos, lenha, carvão, estacas, forragem, etc., além de outros benefícios indiretos como atração de caça, cascas, medicinais, condimentares e mel.

Mudas desenvolvidas em viveiro podem receber condições ótimas para seu desenvolvimento inicial, aumentando as suas chances de se estabelecerem no campo. Mudas com alto padrão de qualidade tem maior possibilidade de originarem plantios

sadios e mais produtivos. Todavia, para as espécies amazônicas, existe pouca informação sobre as técnicas de viveiro que produzem mudas mais vigorosas. Com o aumento da demanda por essas informações, principalmente em decorrência do avanço do desmatamento e multiplicação de áreas degradadas, é de vital importância que estudos sejam realizados visando contribuir com informações sobre as espécies nativas (UCHIDA; CAMPOS, 2000).

Desta forma, o presente trabalho visa contribuir para o aumento de informações acerca do desenvolvimento inicial de espécies nativas, analisando os fatores bióticos (vestígio de fauna, fitossanidade das mudas, estrato herbáceo e árvores vizinhas) e abióticos (nutrientes do solo) que influenciam no comportamento de cinco espécies florestais ameaçadas de extinção com grande importância ecológica, classificadas como vulneráveis (VU) pela Portaria nº 443/2014 (BRASIL, 2014) e lista vermelha da flora do Pará (COEMA, 2007): *Apuleia leiocarpa* (Vogel)/ amarelão, *Bertholletia excelsa* Bonpl./ castanheira, *Cedrela odorata* L./ cedro, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos/ ipê roxo, e *Swietenia macrophylla* King/ mogno.

***Apuleia leiocarpa* (Vogel)**

É uma espécie arbórea sul-americana andromonóica pertencente à subfamília caesalpinioide das Leguminosae (ZIMMERMAN; PRENNER; BRUNEAU, 2013). Vulgarmente conhecida por amarelão, garapa, garapeira, muirajuba, muiratauí, amarelinho, gema de ovo, grápia, jataí-amarelo, dentre outros (CASTRO et al., 2017).

É classificada quanto à classe sucessional como secundária (SÁ et al., 2012). Perde a folhagem na estação seca, brota e floresce entre outubro e novembro e apresenta frutos maduros entre julho e setembro (LORENZI, 2014).

Castro et al. (2017) ressaltam que a espécie arbórea pode alcançar entre 25 a 35 m de altura e 60 a 90 cm de diâmetro. É apontada como de considerável importância ecológica em vegetação secundária, além de propiciar madeira de alta qualidade (SPADETO et al., 2018).

De acordo com a Lista das espécies da Flora Ameaçada de Extinção (BRASIL, 2014), a espécie é classificada como espécie vulnerável. Spadeto et al. (2018) enfatizam que se trata de uma árvore que ocorre em menor frequência na floresta pluvial, estendendo-se do estado do Pará até o Rio Grande do Sul, com característica decídua,

heliófita ou de luz difusa.

Aimi et al. (2017) ressaltam que espécies com tamanha importância na produção ecológica e madeireira, como o amarelão, devem ser estudadas quanto aos efeitos do ambiente de crescimento, possibilitando seu estabelecimento em plantios puros e/ou enriquecidos, com baixo risco de perdas no campo.

***Bertholletia excelsa* Bonpl.**

É a única espécie do gênero *Bertholletia* da família Lecythidaceae. Vulgarmente conhecida como castanheira (SCOLES et al., 2016). É classificada quanto ao grupo ecológico como sendo da classe clímax (SCOLES; GRIBEL; KLEIN, 2011). No Pará, as flores aparecem entre setembro e fevereiro e os frutos caem entre janeiro e abril (SHANLEY; SERRA; MEDINA, 2010).

De acordo com Paiva, Guedes e Funi (2011) o status de conservação vulnerável se deve à coleta extensiva de sementes e desmatamento, pois afetam a regeneração das populações sobre exploradas, o que reduz o alcance biogeográfico das espécies.

Em razão da sua elevada capacidade de sobrevivência e rebrotamento em ambientes perturbados, para alguns autores, a castanheira é uma espécie indicadora de distúrbios passados (SCOLES et al., 2011; SALOMÃO et al., 2014).

Souza et al. (2017) afirmam que por causa do potencial econômico e características ecológicas da espécie, várias iniciativas de plantios de *Bertholletia excelsa* têm sido implementadas na região Amazônica.

Conforme os autores Scoles et al. (2011) e Salomão, Santana e Brienza Júnior (2013), a Castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), é uma das espécies florestais mais usadas e indicadas para a composição de diversos sistemas de plantios na Amazônia.

Wandelli, Fernandes e Lima (2016) expõem que *B. excelsa* tem um ótimo desempenho vegetativo em sistemas agroflorestais praticados em áreas de pastagens degradadas.

As iniciativas de plantio na Amazônia da Castanheira têm se apresentado através de recuperação de áreas alteradas, plantios com fins de produção de frutos e sistemas agroflorestais (SCOLES; KLEIN; GRIBEL, 2014; SCHROTH; MOTA, 2015).

***Cedrela odorata* L.**

Pertencente à família Meliaceae, conhecida vulgarmente como cedro, estando classificada como vulnerável à extinção (BRASIL, 2014). Em relação à categoria sucessional é caracterizada como clímax (AMARAL et al., 2009). O período de floração da espécie ocorre nos meses de maio a fevereiro e a frutificação de março a novembro (LORENZI, 2014).

De acordo com Galvan-Hernández et al. (2018) a Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) considera a espécie como vulnerável porque suas populações naturais sofreram uma significativa redução de pelo menos 80% nos últimos dez anos.

Mesmo com poucos exemplares, é uma espécie encontrada em toda região Amazônica, sendo suas sementes viáveis por um período de até seis meses com germinação entre 5 e 20 dias, desenvolvendo-se melhor em solos úmidos e profundos (LOCATELLI; MACEDO; VIEIRA, 2007).

Martins et al. (2008) relatam que *Cedrela odorata* tem tido suas populações reduzidas em razão da fragmentação florestal e da exploração madeireira. Grogan et al. (2014) cometam que espécies madeireiras tropicais como *Cedrela odorata* e *Tabebuia spp.*, experimentam taxas de exploração mais altas do que aquelas permitidas para o mogno.

Santos, Mattos e Braz (2018) afirmam que a espécie apresenta importância econômica na maior parte dos estados da região Norte do Brasil e apesar de sua relevância, pouco se conhece sobre o ritmo de crescimento.

***Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos**

Pertence à família Bignoniaceae conhecida popularmente como ipê roxo, ipê-rosa (CARVALHO, 2003). Caracterizada quanto a classe sucessional como clímax de acordo com Oliveira et al. (2012). A floração da espécie ocorre de julho a agosto, enquanto a frutificação de setembro a outubro (CARVALHO; ZELAZOWSKI; LOPES, 1996).

Lima et al. (2014) descrevem esta espécie arbórea como sendo muito apreciada para produção de móveis e assoalhos finos, além de fornecer propriedades farmacológicas com ação anti-inflamatória, analgésica, antibiótica e antineoplásica.

É uma árvore que varia de 8 a 12 metros, podendo chegar a 20-30 metros dentro da floresta, com tronco de 60 a 90 cm de diâmetro e folhas coriáceas (ALVES; FREIRE, 2017).

Vieira, Camillo e Coradin (2016) destacam que se trata de uma planta decídua, heliófita, que ocorre no interior da floresta primária densa, em formações abertas e secundárias, sendo a espécie classificada como secundária, agindo como pioneira em áreas em que ocorreu ação antrópica.

As sementes do ipê roxo não apresentam dormência e a germinação é muito rápida, sendo amplamente utilizada para paisagismo e recuperação dos ecossistemas florestais (MARTINS; LAGO; CÍCERO, 2012; VIEIRA et al., 2010).

Ainda que não conste na lista de espécies ameaçadas de extinção nacional, CNCFlora (2012) afirma que a espécie pode ter declínio populacional devido à sobre-exploração. A espécie encontra-se atualmente na Lista Vermelha da Flora do Pará, recebendo a classificação de vulnerável (COEMA, 2007).

***Swietenia macrophylla* King**

Costa, Morais e Campos (2013) descrevem a espécie como pertencente à família Meliaceae. Vulgarmente conhecida como mogno brasileiro é uma espécie inclusa, pela União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (WCMC, 2018), na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável.

Quanto ao grupo ecológico é descrita por Meireles (2016) como espécie clímax. Apresenta característica heliófila, podendo atingir 70 metros de altura e tronco com até 3,5 metros de diâmetro (COSTA; MORAIS; CAMPOS, 2013).

A fim de assegurar que as taxas e os procedimentos de extração sejam sustentáveis, há um forte movimento para reduzir a comercialização de madeira da espécie, causando a partir disso, no ano de 2003 a incorporação da espécie no Apêndice II da Convenção para o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MEDINA et al., 2014).

Grogan et al. (2014) relatam que é decisivo para o ciclo de vida de espécies, como o mogno, a fase de estabelecimento das plântulas, em razão de ser nesta etapa que ocorrem as principais causas de mortalidade, estando entre elas a pouca disponibilidade de luz e elevada predação.

Objetivo Geral

Verificar a influência de fatores bióticos e abióticos na sobrevivência e crescimento inicial de cinco espécies ameaçadas de extinção plantadas em área de enriquecimento de floresta secundária da Amazônia brasileira.

Objetivos Específicos

- Avaliar a sobrevivência e taxas de crescimento das cinco espécies;
- Analisar a fitossanidade das mudas, vestígio de fauna e nutrientes do solo, identificando os fatores que podem influenciar no crescimento.

Literatura Citada

AIMI, S. C.; ARAÚJO, M. M.; TONETTO, T. S.; TABALDI, L. A.; SALDANHA, C. W.; FARIAS, J. G.; OLIVEIRA, G. G. Shading as a conditioning factor to forest species planting: a study with *Apuleia leiocarpa*. **Bosque**, v. 38, p. 371-379, 2017.

ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthu simpetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos. **Agropecuária Científica no semi-árido**, v. 13, p. 195-202, 2017.

AMARAL, D. D.; VIEIRA, I. C.; ALMEIDA, S. S.; SALOMÃO, R. P.; SILVA, A. S. L.; JARDIM, M. A. G. Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Botânica, v. 4, p. 231-289, 2009.

BOGAERT, J.; BARIMA, Y. S. S.; MONGO, L. I. W.; BAMBA, I.; MAMA, A.; TOYI, M. LAFORTEZZA, R. Fragmentação florestal: causas, impactos ecológicos e implicações para o manejo da paisagem. In: L. I, C.; LAFORTEZZA, R.; CHEN, J. **Ecologia da Paisagem em Manejo Florestal e Conservação: Desafios e Soluções para a Mudança Global**. Pequim, China. Educação Superior Press-Springer. p. 273-296, 2011.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 18 dez. 2014. p. 110-121.

CASTRO, D. S.; ARAUJO, E.F.; BORGES, E. E. L.; AMARO, H. T. R. Caracterização da testa de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr) após superação de dormência. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 1061-1068, 2017.

CARVALHO, P. E. R.; ZELAZOWSKI, W. H.; LOPES, G. L. Comparação entre espécies arbóreas leguminosas e não leguminosas, em arboreto em Santa Helena, PR.

Pesquisa em Andamento. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1996. 2 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, vol. 1. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1.039 p.

CNCFlora. *Handroanthus impetiginosus* in **Lista Vermelha da flora brasileira**, versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. 2012, Disponível em <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthusimpetiginosus>>. Acesso em 24 dezembro 2018.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, PARÁ. **Resolução COEMA nº 54 de 24 de outubro de 2007.** Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará. Belém, PA, 2007.

CORDEIRO, I. M. C. C.; SCHWARTZ, G.; BARROS, P. L. C. Estabelecimento de espécies comerciais sob plantio de enriquecimento em floresta secundária. In: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A..(Org.). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias.** 1 ed. Belém: Editora UFRA, p. 303-323, 2017.

COSTA, J. R.; MORAIS, R. R.; CAMPOS, L. S. **Cultivo e manejo do mogno (*Swietenia macrophylla* King).** Embrapa Amazônia Ocidental, 2013.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n.4, p.507-516, 2005.

FARAH, F. T.; NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. 2014. **Manual Técnico operativo de Restauração Florestal do Estado do Pará.** Belém-PA, 95p. Disponível em: <<https://www.nature.org/media/brasil/manual-de-restauracao-florestal>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

FERREIRA, G. C.; STURARO, M. J.; PELOSO, P. L. V. Amphibians and reptiles from Floresta Nacional de Pau-Rosa, Amazonas, Brazil: an important protected area at the heart of Amazonia. **Acta amazonica.** Vol. 47, n. 3, p. 259-268, 2017.

FENNER, M. 1987. Seedlings. **The NewPhytologist**, 106:35-47.

GALVÁN-HERNÁNDEZ, D. M.; VILLARREAL, M. A. M.; GONZÁLEZ, F. F. N. C.; GONZÁLEZ, A. S.; AGUILAR, P. O. Morphological variation of *Cedrela odorata* (Meliaceae): contrast between natural and managed populations. **Acta Botanica Mexicana**, v. 125, p. 157-171, 2018.

GIBSON, L.; LEE, T. M. ; KOH, L. P.; BROOK, B. W.; GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; PERES, C. A.; BRADSHAW, C. J. A.; LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; SODHI, N. S. Primary forests are irreplaceable for sustaining

tropical biodiversity, **Nature**, v. 478, p. 378-381, 2011.

GROGAN, J.; LANDIS, R. M.; FREE, C. M.; SCHULZE, M. D.; LENTINI, M.; ASHTON, M. S. Big-leaf mahogany *Swietenia macrophylla* population dynamics and implications for sustainable management. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n.3, p. 664-674, 2014.

HUBBELL, S. P.; CONDIT, F. H. E.; BORDA-DE-ÁGUA, R. L.; KELLNER, J.; TER STEEGE, H. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. 105, 11498–11504. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Projeto Terra class**: mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal. São José dos Campos, 2014. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/TerraClass_2012.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

LIMA, P. R.; HORBACH, M. A.; DRANSKI, J. A. L.; ECCO, M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação morfofisiológica em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos durante a rustificação. **FLORAM – Revista Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 316-326, 2014.

LOCATELLI, M.; MACEDO, R. S.; VIEIRA, A. H. Avaliação de altura e diâmetro de mudas de cedrosa (*Cedrela odorata* L.) submetidas a diferentes deficiências nutricionais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 645-647, 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa (SP). Editora Plantarum, v. 1, 6 edição, 384 p. 2014.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. D. (Org.). **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, 2013. v. 1. 1102 p .

MARTINS, K.; RIBAS, L. A.; MORENO, M. A.; WADT, L. H. O. Consequências genéticas da regeneração natural de espécies arbóreas em área antrópica, AC, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 22, p. 897-904, 2008.

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CÍCERO, S. M. Conservação de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 108-112, 2012.

MEDINA, E.; LUGO, A. E.; TEREZOS, E.; OSORNIOS, J. J.; MACARIO-MENDOZA, P. A.; MONTAÑEZ, P. Conservative nutrient use by big-leaf mahogany (*Swietenia Macrophylla* king) planted under contrasting environmental conditions. **Revista Árvore**, v. 38, n. 3, p. 479-488, 2014.

MEIRELES, R. O. **Desenvolvimento inicial da vegetação nos sistemas de plantio de mudas e indução da regeneração natural em áreas de recuperação ambiental do**

Projeto Ferro Carajás S11D. Belém, 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em regiões tropicais) - Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável, Belém, 2016.

MELO, F. P. L.; AGUIAR NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 237-250.

MENDONÇA, M. A. F. **Seleção de leguminosas arbóreas para plantios de enriquecimento florestal: germinação das sementes e acompanhamento do crescimento após a introdução em capoeira em solo podzólico vermelho-amarelo.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 1997. 58 p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA, D. G.; FERREIRA, R. A.; MELLO, A. A.; OLIVEIRA, R. S. C.; OLIVEIRA, R. S. C. Análise da vegetação em nascentes da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Salgado, SE. **Revista Árvore**, v. 36, p. 127-141, 2012.

PAIVA, P. M.; GUEDES, M. C.; FUNI, C. Brazil nut conservation through shifting cultivation. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 3, p. 508-514, 2011.

SÁ, D.; LOPES, S. F.; PRADO JUNIOR, J. A.; SCHIAVINI, I.; VALE, V. S.; OLIVEIRA, A. P.; DIAS-NETO, O. C.; GUSSON, A. E. Estrutura e grupos ecológicos de um fragmento de floresta estacional semidecidual no Triângulo Mineiro, Brasil. **Caminhos da Geografia** (UFU. Online), v. 13, 2012.

SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; MARMILLOD, D.; CARVALHO, J. O. P. **Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas.** Belém, PA: CIFOR, 2006. 190 p.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; BRIENZA JÚNIOR, S. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 139-151, 2013.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; BRIENZA JÚNIOR, S.; ROSA, N. A.; PRECINOTO, R. S. Crescimento de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanheira) na Amazônia trinta anos após a mineração de bauxita. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, v. 9, p. 307-320, 2014.

SANTOS, A. T.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M. Crescimento de *Cedrela odorata* no município de Colniza, MT. In: XVII EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 2018, Colombo, PR. **Resumos...** p. 34, Documentos 322, 2018.

SBRISSA, F. C.; MELO, A. G. C. Caracterização morfológica e conservação de *Arthrocereus odoratus* F. Ritter. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 20, p. 19 a 28, 2012.

SCHROTH, G.; MOTA, M. S. S. Growth and nutrient accumulation of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in agroforestry at different fertilizer levels. **Journal of Forestry Research**, v. 26, p. 347-353, 2015.

SCOLES, R.; GRIBEL, R.; KLEIN, G. N. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, v. 6, p. 273-293, 2011.

SCOLES, R.; KLEIN, G. N.; GRIBEL, R. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) plantada em diferentes condições de luminosidade após seis anos de plantio na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, v. 9, p. 321-336, 2014.

SCOLES, R.; CANTO, M. S.; ALMEIDA, R. G.; VIEIRA, D. P. Sobrevivência e frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em áreas desmatadas em Oriximiná, Pará. **FLORAM, Revista Floresta e Ambiente**, v. 23, p. 555-564, 2016.

SHANLEY, P.; SERRA, M.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. 2 ed. rev. e amp. CIFOR, Imazon, Belém. 316 p, 2010.

SOUZA, C. S. C. R.; SANTOS, V. A. H. F.; FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C. Biomassa, crescimento e respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. submetidas a diferentes níveis de irradiância. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 557-569, 2017.

SPADETO, C.; MENGARDA, L. H. G.; PAULUCIO, M. C.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Embebição, osmocondicionamento e viabilidade de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J. F. Macbr. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 80-89, 2018.

STEEGE, T., H.; PITMAN, N. C. A.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, W. F.; PERES, C. A.; GUEVARA, J. E., ... & DE SOUZA COELHO, L.. Estimating the global conservation status of more than 15,000 Amazonian tree species. **Science advances**, 1(10). 2015

SUGANUMA, M. S.; TOREZAN, J. M. D.; DURIGAN, G. Environment and landscape rather than planting design are the drivers of success in long-term restoration of riparian Atlantic forest. **Applied Vegetation Science**, v. 21, p. 76-84, 2018.

UCHIDA, T.; CAMPOS, M. A. A. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. – Fabaceae), cultivadas em viveiro. **Acta Amazônica**, vol. 30, n. 1, p. 107-114, 2000.

VIEIRA, C. V.; SILVA, E. A. A.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; TOOROP,

P. E. Stress-associated factors increase after desiccation of germinated seeds of *Tabebuia impetiginosa* Mart. **Plant Growth Regulation**, v. 62, p. 257-263, 2010.

VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o Futuro: Região Centro-Oeste. Série Biodiversidade 44.** 1. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, v. 1. 1160 p, 2016.

WANDELLI, E. V.; FERNANDES, E. C. M.; LIMA, K. A. B. Desempenho de Castanheiras (*Bertholletia Excelsa* Bonpl.) em sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens com diferentes níveis de degradação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2016, Cuiabá. **Anais eletrônicos...** Cuiabá, 2016. Disponível em: <www.tmeventos.com.br/agrof2016/trabalhos/trab2/trabalho_2102.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. *Swietenia macrophylla*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2018. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/32293/9688025>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

ZIMMERMAN, E.; PRENNER, G.; BRUNEAU, A. Floral morphology of *Apuleia leiocarpa* (dialiinae: leguminosae), an unusual andromonoecious legume. **International Journal of Plant Sciences**, vol. 174, n. 2, p. 154-160. 2013.

Este capítulo está formatado nas normas da revista Acta Amazônica, disponível em:
https://acta.inpa.gov.br/guia_ingles.php.

Artigo 1

CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM ÁREAS DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL

1 Crescimento de espécies arbóreas ameaçadas de extinção em áreas de 2 recomposição florestal

3

4 RESUMO

5 No Brasil, existe uma grande lacuna de estudos relacionados às espécies nativas
6 protegidas, desmotivando seu uso em plantios, e conseqüentemente, favorecendo mais
7 ainda a redução da sua conservação. Nesse sentido, esta pesquisa teve como finalidade
8 analisar os fatores bióticos e abióticos que influenciam no estabelecimento inicial, em
9 plantio de enriquecimento, de cinco espécies florestais ameaçadas de extinção. As áreas
10 de plantio estão localizadas em extensões cobertas por floresta secundária no município
11 de Vitória do Xingu/PA. O perímetro total delimitado para o enriquecimento com
12 espécies correspondeu a 147,26 ha. Para avaliação das mudas foram instaladas 147
13 unidades amostrais de 800 m². O inventário de sobrevivência das espécies e medição da
14 altura foi realizado 30 e 180 dias posteriores ao plantio. Foram avaliadas as condições
15 fitossanitárias das mudas, vestígios de fauna, fertilidade do solo, estrato herbáceo e
16 árvores adjacentes. Entre os principais resultados destacam-se: (i) *C. odorata* revelou-se
17 com maior índice de mortalidade; (ii) *A. leiocarpa* foi a espécie que apresentou maior
18 taxa de crescimento absoluto com diferença significativa em relação a *B. excelsa*; (iii)
19 foi registrada maior mortalidade aos 30 dias do que na segunda avaliação (iv) a presença
20 de animais dentro das parcelas teve influência na mortalidade das mudas; (v) a
21 variabilidade na quantidade de nutrientes do solo entre as parcelas não foi suficiente
22 para gerar comportamento diferente entre as espécies; e (vi) o estrato herbáceo e as
23 árvores circundantes não promoveram nenhuma interferência no crescimento das
24 plantas. Recomenda-se a utilização das espécies avaliadas neste estudo em plantios de
25 enriquecimento.

26

27

28 **PALAVRAS-CHAVE:** espécies nativas; sobrevivência; restauração florestal;
29 crescimento de mudas; recuperação de áreas degradadas.

30

31 INTRODUÇÃO

32 Nos plantios de enriquecimento focado em espécies nativas ameaçadas, o
33 genoma das populações é conservado contra as perturbações no ecossistema natural,
34 possibilitando a conservação das espécies e sua realocação ao longo da recuperação de
35 áreas antropizadas (Henriques *et al.* 2018). Essa técnica é uma opção para recuperação
36 da produtividade ecológica de florestas secundárias (Lugo 1997; Gardner *et al.* 2009;
37 Lacerda e Figueiredo 2009; Melo *et al.* 2013).

38 Entre as condições determinantes no estabelecimento de mudas florestais, a
39 seleção de espécies com melhores índices de sobrevivência e crescimento, destaca-se
40 como característica fundamental no planejamento de plantios de reflorestamento
41 (Rodrigues *et al.* 2009; Salomão *et al.* 2014). Pesquisas a respeito da sobrevivência e do
42 desenvolvimento inicial de mudas são indispensáveis para assegurar o uso das mesmas
43 em plantios de enriquecimento (Gomes *et al.* 2010).

44 Contribuindo para manutenção das espécies existe a ação de fatores (Melo *et al.*
45 2004). Pellens *et al.* (2018) expõem que o plantio de espécies florestais sofre influência
46 de fatores ecológicos que, direta ou indiretamente, podem afetar o crescimento das
47 árvores, sendo estes fatores denominados bióticos (decorrentes da ação de seres vivos) e
48 abióticos (decorrentes da ação dos fatores físicos ou químicos do ambiente).

49 Existe uma grande lacuna de estudos no Brasil na área de plantas nativas
50 protegidas e/ou ameaçadas de extinção, desmotivando o uso das mesmas em plantios,
51 favorecendo, portanto, mais ainda a redução da sua biodiversidade e conservação
52 (Henriques *et al.* 2018). Essa falta de estudos relacionados às espécies nativas acaba por
53 influenciar na produção mudas. Silva *et al.* (2015) ao realizarem levantamento da
54 quantidade de viveiros, constataram que em somente 246, de um total de 1.276
55 identificados no país como potenciais produtores de sementes e mudas de espécies
56 nativas, foi possível confirmar a produção desses insumos.

57 Neste contexto, a presente pesquisa teve por objetivo verificar o nível de
58 influência de fatores bióticos e abióticos na sobrevivência e crescimento de cinco
59 espécies ameaçadas de extinção plantadas em área de enriquecimento de floresta
60 secundária da Amazônia brasileira.

61

62 **MATERIAIS E MÉTODOS**

63 **Descrição da Área**

64 As áreas de plantio estão localizadas em extensões cobertas por floresta
65 secundária com coordenada de referência -03°22'50" Sul e -51°53'63" Oeste, na
66 margem esquerda do Rio Xingu, município de Vitória do Xingu/PA, com antecedentes
67 de uso relacionadas à atividade agropecuária, pois se tratam de propriedades rurais
68 obtidas por meio de desapropriação por utilidade pública, que atualmente pertencem a
69 empresa Norte Energia S/A. A extensão total delimitada para o enriquecimento com
70 espécies florestais corresponde a 147,26 hectares.

71 O clima tropical da área, conforme classificação climática de Köppen-Geiger, é
72 do tipo Am, apresentando temperaturas médias de 26,8°C e precipitação pluviométrica
73 anual por volta de 2.013 mm (Silva *et al.* 2009).

74 Os solos dominantes em Vitória do Xingu são pertencentes às classes dos
75 Argissolos e Latossolos, ambos constituídos por material mineral, caracterizando-se nas
76 cores amareladas, amarelo-avermelhadas e avermelhadas, com boas propriedades físicas
77 e baixa fertilidade natural (Venturieri *et al.* 2010).

78

79 **Seleção, retirada e transporte de mudas**

80 As mudas plantadas no enriquecimento foram produzidas pela Norte Energia no
81 viveiro localizado no Centro de Estudos Ambientais (CEA), estando aptas para o plantio
82 com boas características fisiológicas e morfológicas. As mudas antes de serem levadas a
83 campo passaram pelo tratamento de rustificação, visando prepará-las para as condições
84 adversas no local definitivo do plantio.

85 A empresa realizou a avaliação e seleção das mudas antes da retirada do viveiro,

86 descartando-se as maiores que 50 cm pelo fato de conterem raízes muito desenvolvidas,
87 o que poderia causar enovelamento e diminuir a probabilidade de adaptação em campo.

88 As espécies analisadas neste estudo foram: *Apuleia leiocarpa* (Vogel)/ amarelão,
89 *Bertholletia excelsa* Bonpl./ castanheira, *Cedrela odorata* L./ cedro, *Handroanthus*
90 *impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos/ ipê roxo, e *Swietenia macrophylla* King/ mogno.

91

92 **Plantio**

93 O início das atividades de plantio, realizado pela empresa, ocorreu em 13 de
94 fevereiro de 2018 com a marcação dos pontos por GPS, abertura de picadas e capina do
95 local das covas. O acesso por picadas foi realizado com base nos pontos geográficos,
96 definidos por geoprocessamento, com largura de 1 metro para o acesso das mudas.

97 O espaçamento entre linhas e entre covas, adotado no plantio de enriquecimento,
98 foi de nove metros. A capina de coroamento foi realizada com uso de enxada
99 apresentando um metro de diâmetro e as covas foram abertas com 30 cm de
100 profundidade.

101 A adubação de fundação em cova correspondeu a 200 g de superfosfato simples,
102 levando em consideração que o adubo apresenta 18% de P₂O₅, sendo fornecidos 36 g de
103 P₂O₅ por planta. As mudas foram distribuídas em campo de forma a se ter a máxima
104 diversidade de espécies em cada talhão, evitando-se a repetição de espécies nas linhas
105 de plantio.

106 A extensão de plantio para as cinco espécies foi subdividida em 39 talhões com
107 tamanhos variados, com um total de 458 mudas plantadas (amarelão: 74, castanheira:
108 177, cedro: 86, ipê roxo: 76, e mogno: 45).

109

110 **Instalação das parcelas amostrais**

111 Para avaliação das mudas plantadas, dos 147,26 hectares totais de floresta
112 enriquecida, foram instaladas uma parcela para cada um hectare, totalizando 147
113 parcelas amostrais.

114 A localização das parcelas foi definida de forma sistemática via rede de pontos
115 com 100 m de distância de cada parcela, sendo a primeira unidade de amostra
116 aleatorizada e as demais distribuídas de forma equidistante, conforme metodologia de
117 Petersen e Calvin (1965) e Péllico Netto e Brena (1997) onde a escolha das parcelas é
118 realizada adotando-se uma rede de pontos, com distâncias predefinidas, proporcionando
119 desta forma maior representatividade da área.

120 As parcelas instaladas possuem 800 m² de tamanho (20 m x 40 m). Todas as
121 unidades amostrais foram instaladas no sentido Norte –Sul ou Sul –Norte, a depender do
122 perímetro de cada talhão.

123

124 **Avaliação de sobrevivência e crescimento**

125 A coleta das informações dos dados de sobrevivência e crescimento das mudas
126 foi realizada aos 30 e 180 dias após o plantio. Para análise da sobrevivência, foi
127 executada a contagem das mudas seguindo a classificação em morta, viva e sem
128 folha/rebrota. Para a medição da altura, foi utilizada uma fita métrica.

129 Foram calculadas a taxa de crescimento absoluto (TCA), determinada pela
130 diferença entre as medidas das alturas nos dois períodos, e a taxa de crescimento
131 relativo (TCR) definida conforme Bugbee (1996).

132

133 **Estado fitossanitário das mudas**

134 Foram avaliadas as condições fitossanitárias das mudas em campo
135 classificando-as em uma das seguintes condições, conforme metodologia adaptada de
136 Silva Filho *et al.* (2002): sadia, atacada por praga ou atacada por doença.

137

138 **Vestígio de Fauna**

139 Nas parcelas, 30 dias após o plantio, foram identificados vestígios ou presença
140 de fauna através da observação da existência de ninhos, fezes, pegadas e tocas,
141 conforme metodologia adaptada de Martins e Oliveira (1998), consistindo em percorrer
142 as áreas das parcelas visando obter o registro visual ou vestígios dos animais.

143

144 **Fertilidade do Solo**

145 As análises químicas do solo foram efetuadas no mês de março de 2019 em cada
146 uma das parcelas para verificar a diferença de fertilidade e uma possível relação com o
147 crescimento das espécies.

148 Em cada parcela foram coletadas duas unidades de amostras de solo com auxílio
149 de um trado holandês, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm. Essas amostras foram
150 homogeneizadas, obtendo-se uma amostra composta para cada profundidade, em cada
151 parcela. As análises do solo foram realizadas pelo Fullin - Laboratório de Análise
152 Agronômica e Ambiental, em Linhares-ES.

153 Os elementos químicos do solo analisados foram: pH em água, teor de fósforo
154 (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), saturação de
155 Alumínio (m), Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica (CTC) efetiva e a
156 pH 7.0, saturação de bases, teor de matéria orgânica, índice de saturação Na, H+Al 5 e
157 relações: Ca/K, Mg/K, Ca/Mg.

158 As análises químicas, seguiram Tanaka e Vieira (2006), Rodrigues *et al.* (2016)
159 e Fernandes *et al.* (2013) que em seus estudos, consideraram para diagnóstico, dentre
160 outros, a matéria orgânica, pH (H₂O), alumínio (Al) e os macronutrientes: P, K e Ca.
161 Os procedimentos para desenvolvimento das análises dos solos em laboratório foram
162 realizados conforme metodologia de Silva *et al.* (1998).

163 **Estrato herbáceo e árvores vizinhas**

164 Cada amostra foi diagnosticada, 30 dias após o plantio, quanto à existência de
165 árvores vizinhas com a identificação das espécies arbóreas adjacentes às mudas
166 plantadas e do estrato herbáceo classificado como subarbustos (planta de base lenhosa e
167 ápice herbáceo), camada de ervas (planta não lenhosa e terrestre) e arbustos (planta
168 lenhosa ramificada desde a base) conforme Richards (1996), predominante a 1,5 metros
169 de altura.

170

171 **Análises Estatísticas**

172 No que se refere à avaliação de sobrevivência das mudas, para comparar a
173 ocorrência de plantas mortas, vivas e sem folha/rebrota das espécies entre a primeira e
174 a segunda medição, optou-se por utilizar o teste do Qui-quadrado.

175 Em relação à taxa de crescimento, para verificar se as espécies possuem
176 desenvolvimento em altura diferente, os dados foram submetidos à análise de variância
177 (ANOVA) de medidas repetidas a 5% de probabilidade de erro.

178 Com o intuito de analisar a relação do estado fitossanitário das mudas e a
179 interferência do vestígio da fauna utilizou-se o teste do Qui-quadrado para a
180 comparação com a taxa de sobrevivência das plantas e a ANOVA a 5% de
181 probabilidade de erro para comparar com a taxa de crescimento.

182 Para verificar quais características do solo foram mais relevantes para a

183 ordenação das parcelas amostrais, realizou-se a Análise de Componentes Principais ou
184 PCA (Principal Component Analysis), que é uma técnica de análise multivariada que
185 pode ser usada para analisar inter-relações entre um grande número de variáveis e
186 explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes (Legender e Legender
187 2012).

188 Para avaliar se os nutrientes do solo afetam o crescimento das plantas, foi
189 utilizada uma análise de Correlação de Pearson entre a variável abstrata nutriente e a
190 média de tamanho das plantas por parcela, para cada medição e profundidade do solo.

191 Para analisar se houve influência do tipo do estrato herbáceo e das espécies
192 arbóreas adjacentes no crescimento das mudas, utilizou-se à ANOVA também a 5% de
193 probabilidade de erro. Vale ressaltar, que para a realização de todas as análises
194 estatísticas descritas neste trabalho utilizou-se os softwares: Statistica 8.0 e SPSS
195 Statistics 20.

196

197 **RESULTADOS**

198 Em relação a sobrevivência das espécies, a presença de *missing values* na
199 medição realizada aos 30 dias impossibilitou a comparação das espécies, pois algumas
200 informações não apresentaram grau de liberdade suficiente para a comparação e
201 cruzamento dos dados.

202 Contudo, na medição realizada aos 180 dias houve uma diferença no
203 comportamento das espécies ($p < 0,001$), sendo que *B. excelsa* apresentou a maior
204 porcentagem de indivíduos vivos (70,1%) e também o maior valor de indivíduos sem
205 folha/rebrota (17,5%). Na espécie *C. odorata* foi observado a maior porcentagem de
206 indivíduos mortos (29,1%) (Tabela 1).

207 No que se refere à comparação do desenvolvimento em altura das cinco
208 espécies, o resultado obtido através da ANOVA constatou que houve uma diferença
209 significativa ($p < 0,001$), sobretudo em relação às espécies *B. excelsa* e *C. odorata* que
210 apresentaram um tamanho menor na segunda avaliação. De modo que entre as espécies
211 *A. leiocarpa*, *H. impetiginosus* e *S. macrophylla* não houve diferenças estatísticas
212 significativas entre as duas avaliações (Figura 1).

213 Quanto à taxa de crescimento absoluto *A. leiocarpa* foi a espécie que apresentou
214 maior crescimento (13,69 cm). O menor índice foi observado nas mudas de *C. odorata*
215 (2,09 cm). Em relação à taxa de crescimento relativo *A. leiocarpa* permaneceu com o
216 maior resultado (3,26 cm/mês) em contrariedade ao *H. impetiginosus* (2,75 cm/mês)
217 (Tabela 2).

218 Visando verificar se a condição fitossanitária das plantas estaria influenciando
219 no crescimento das plantas, os dados revelaram que houve uma diferença significativa
220 ($p < 0,001$), de modo que a ocorrência de plantas com baixa média de altura foi muito
221 menor na segunda avaliação quando comparada com a medição realizada aos 30 dias
222 (Figura 2).

223 No que se refere à influência da fauna sobre o desenvolvimento das plantas, foi
224 possível concluir que houve diferença estatística entre os dados de sobrevivência ($p =$
225 0,020), de tal modo que em plantas vivas a ausência de vestígios de fauna apresentou
226 um valor muito pronunciado (n: 208), ou seja, esses resultados indicam que de alguma
227 forma a presença de animais esteja atrapalhando a sobrevivência das plantas.

228 Por outro lado, em relação aos dados de crescimento não foi detectado uma
229 diferença estatística significativa ($p = 0,107$) (Figura 3). Portanto, a ocorrência de
230 animais dentro das parcelas não teve qualquer interferência sobre o desenvolvimento em

231 altura das plantas.

232 Ao analisar quais aspectos químicos do solo foram mais importantes na
233 ordenação das parcelas amostrais, os dados da PCA indicaram que na profundidade de
234 0-20 cm, os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicam 57,6%
235 da variação total do conjunto de dados (Figura 4), sendo os parâmetros de saturação de
236 bases, saturação de cálcio, teor de cálcio, saturação de alumínio e pH os aspectos do
237 solo determinantes para a ordenação das parcelas (Tabela 3).

238 Por outro lado, na profundidade de 20-40 cm, os dois primeiros eixos da análise
239 foram responsáveis por explicar 59% da variação dos dados (Figura 5), e os
240 parâmetros de saturação de bases, saturação de cálcio, saturação de alumínio e pH em
241 H₂O 6 foram os fatores mais importantes para a ordenação das parcelas (Tabela 3).

242 Diante disso, buscando averiguar se os nutrientes do solo estariam
243 influenciando no crescimento das plantas, os resultados das análises da correlação de
244 Pearson para a profundidade de 0-20 cm indicaram que embora haja uma variação na
245 quantidade de nutrientes entre as parcelas, essa variação não foi suficiente para definir
246 um gradiente (de baixo a alto), ou seja, parcelas com poucos nutrientes e parcelas
247 muito ricas e, logo, a variação dos aspectos químicos do solo nas parcelas não afetou a
248 média de crescimento das plantas (Tabela 4).

249 Em relação à profundidade de 20-40 cm, foi constatado apenas uma fraca
250 relação negativa entre o teor de sódio (Na) com o crescimento das plantas na segunda
251 medição (-0,161) (Tabela 5). Portanto, de forma definitiva, as variações dos aspectos
252 químicos do solo não influenciaram de forma significativa no crescimento das plantas.

253 O estrato herbáceo foi classificado de acordo com as espécies mais abundantes,
254 sendo categorizado em: arecaceae (família das palmeiras), *Bambusa* Schreb (taboca),

255 *Canna glauca* L (helicônia, bananeira do mato), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott
256 samambaia (vegetais vasculares), *Pennisetum purpureum* Schum. (gata loura),
257 *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs (capim mombaça), *Cyperus*
258 *haspan* L. (tiririca - planta daninha), *Brachiaria Brizantha* cv Marandu (capim
259 braquiarião), arbusto semi-lenhoso, *Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.
260 (capim quicuío), *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (pimenta-de-macaco), *Guzmania*
261 *lingulata* (L.) Mez (bromélia), *Etlintera elatior* (Jack) R.M. Sm. (bastão do
262 imperador), e ausente, para as parcelas em que não havia vegetação até 1,5 metros de
263 altura.

264 Quando comparado os dados de crescimento das plantas nos diferentes estratos
265 herbáceos, apesar das plantas apresentarem maiores valores de altura nos estratos com
266 predominância de palmeiras, pimenta-de-macaco e arbustos semi-lenhosos, verificou-
267 se que não houve diferença estatística no desenvolvimento das mudas nos vários
268 estratos ($p = 0,792$) (Figura 6).

269 No que se refere à análise das árvores vizinhas, apesar de haver valores
270 bastante divergentes para os valores de crescimento das plantas, em que a maior média
271 de altura (74,5 cm) foi para *Simarouba amara*. Aubl. (marupá) como árvore adjacente,
272 enquanto que a menor média (13,5 cm) foi para *Couratari guianensis* Aubl. (tauari)
273 não houve diferença estatística entre os dados ($p = 0,228$) (Figura 7).

274 DISCUSSÃO

275 Em pesquisa similar com *B. excelsa*, Scoles *et al.* (2011) obtiveram resultados
276 semelhantes a este estudo encontrando alto índice de sobrevivência para a espécie. De
277 144 mudas avaliadas pelos autores apenas onze morreram em um período de
278 monitoramento de dois anos.

279 Considerando que o teste estatístico revelou que há diferença no comportamento
280 das espécies ($p < 0,001$), é válido afirmar que a espécie *Bertholletia excelsa* Bonpl.,
281 dentre as espécies estudadas, possui potencial para reflorestamento ou plantios de
282 enriquecimento. Tal fato é corroborado por Costa *et al.* (2009) e Souza *et al.* (2008) que
283 declaram em seus trabalhos, que devido às altas taxas de sobrevivência das mudas
284 plantadas, a espécie é propícia para reflorestamento de áreas degradadas e/ou
285 desflorestadas.

286 Em relação ao cedro, que apresentou maior mortalidade, Rondon-Neto *et al.*
287 (2011) constataram respostas divergentes ao analisar o comportamento da espécie em
288 floresta secundária. Os pesquisadores em experimento realizado com 100 mudas em
289 enriquecimento registraram a ocorrência da morte de apenas um indivíduo em
290 acompanhamento de trinta meses. Vieira *et al.* (2018) também evidenciaram, em
291 avaliação de indivíduos plantados em clareiras de exploração florestal, que tal espécie
292 se adapta a ambientes de clareiras e poderá ser indicada para plantios de
293 enriquecimento.

294 Quanto às taxas de crescimento, o amarelão apresentou a maior média de Taxa
295 de Crescimento Absoluta (13,687 cm) e Taxa de Crescimento Relativo (3,260 cm/mês).
296 Tal evidência, embora não tenha sido destacada em termos de taxa, também foram
297 encontradas por Souza *et al.* (2010) que relataram em seu estudo que a *Apuleia*
298 *leiocarpa* (Vogel) destacou-se como espécie de rápido crescimento no enriquecimento
299 de capoeira.

300 A menor média de TCA (2,0930 cm) e a segunda menor média de TCR (3,0010
301 cm/mês) foi do cedro, provavelmente, em decorrência da alta taxa de mortalidade, a
302 maior observada entre as espécies estudadas. Diferentemente do presente trabalho,

303 Paiva e Poggiani (2000), em estudo de plantio na forma de enriquecimento de um
304 fragmento florestal, encontraram uma média de 0,50 m aos doze meses de idade.
305 Rondon-Neto *et al.* (2011) afirmam em relação a esta espécie em comento, que as
306 diferenças de taxas de crescimento em altura observadas em diferentes estudos podem
307 ser atribuídas aos níveis de sombreamento das florestas e das qualidades dos sítios.

308 O ipê-roxo apresentou a menor média de TCR (2,7515). Chaves *et al.* (2018)
309 avaliando o crescimento inicial de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex
310 DC.) Mattos sob diferentes sombreamentos e substratos, identificaram que o
311 sombreamento levou as plantas a condicionarem uma maior parte de seus recursos para
312 crescer em altura, por meio do alongamento dos entrenós, o que corrobora a situação
313 observada. Algumas das áreas de plantio, objeto do presente estudo, se tratam de
314 capoeira com grande exposição das mudas à luz, o que pode ter ocasionado o baixo
315 crescimento do ipê-roxo.

316 Problemas fitossanitários são recorrentes em áreas reflorestadas. Resultados da
317 pesquisa de Souza *et al.* (2010), constataram que entre os fatores bióticos importantes
318 que afetaram o desenvolvimento das mudas, se destacou o ataque da *Hypsipyla*
319 *grandella* às espécies da família Meliaceae, independente do sistema de plantação,
320 influenciando negativamente a sobrevivência e o crescimento durante os primeiros anos.
321 As espécies da família Meliaceae (*Swietenia macrophylla*, *Carapa guianensis* e *Cedrela*
322 *odorata*) tiveram 100% de suas árvores atacadas, causando alta mortalidade,
323 principalmente, nas árvores de *S. macrophylla*.

324 Ainda de acordo com o estudo desses autores, *C. guianensis* e *C. odorata*
325 também sofreram ataques, mas de menor intensidade, o que não afetou
326 significativamente a sobrevivência destas espécies.

327 Sob essa mesma perspectiva, trabalho desenvolvido por Matinez-vento *et al.*
328 (2010), que tinha por objetivo estabelecer um método de controle ecológico e eficiente
329 de *Hypsipyla grandella* Zeller em plantações de *Cedrela odorata* L, puderam constatar
330 que no caso do tratamento testemunha houve uma perda severa de seu aumento em
331 estatura, evidenciando novamente a necessidade de estabelecer métodos de controle
332 para *H. grandella* que sejam eficientes e sem impacto ao meio ambiente.

333 Contudo, apesar de ser amplamente divulgada na literatura a interferência de
334 fitopatógenos no desenvolvimento de mudas em áreas de plantio, na presente pesquisa a
335 ocorrência de pragas e doenças não teve influência significativa sobre a taxa de
336 crescimento das mudas.

337 Observou-se que a ocorrência de fauna é muito mais pronunciada para as mudas
338 mortas, indicando que de algum modo a presença de animais esteja influenciando na
339 sobrevivência das plantas, em especial as mudas de cedro, ao qual apresentaram uma
340 elevada taxa de mortalidade.

341 Dentro dessa perspectiva, pesquisa realizada por Barni e Martins (2018), sobre a
342 avaliação do enriquecimento de capoeira por meio de semeadura direta de *S.*
343 *macrophylla* e *C. odorata*, concluiu que sem dúvidas os ataques por herbívoros foram
344 os maiores causadores da mortalidade de plântulas no campo, tanto de mogno como do
345 cedro. Muitos ataques se davam, possivelmente por formigas cortadeiras, que cortavam
346 as plântulas acima do coleto, tombando-as, cortando também suas folhas. Esses autores
347 relataram ainda que na fase de emergência também houve predação das plântulas de
348 mogno, provavelmente, por roedores, que arrancavam as plântulas na cova e comiam as
349 reservas das sementes.

350 No que se refere à influência dos atributos químicos do solo sobre o

351 desenvolvimento das plantas, Sarcinelli *et al.* (2004) inferem que o conhecimento das
352 exigências nutricionais em espécies florestais permite tanto a identificação quanto a
353 correção de deficiências que podem ocorrer em exemplares plantados em diferentes
354 substratos degradados, possibilitando, dessa maneira, intervenções corretas, sem
355 desperdícios e de menor impacto ambiental durante a formação das mudas no campo em
356 programas florestais.

357 Conforme ressalta Gonçalves (2015), pequenas variações na composição físico-
358 química embora não altere de maneira geral a fertilidade do solo podem influenciar no
359 desenvolvimento das populações que compõem a comunidade florestal.

360 Contudo, de forma divergente ao exposto acima, na presente pesquisa, as
361 variações dos aspectos químicos do solo não afetaram o crescimento das mudas,
362 demonstrando que as plantas escolhidas para o plantio de enriquecimento da área
363 estudada tiveram respostas semelhantes ao gradiente natural de nutrientes do solo.

364 Por outro lado, a adubação de fundação e a abertura de covas podem ter
365 aliviado os efeitos da fertilidade do solo nesse período de estabelecimento inicial e
366 reforça a necessidade desse tratamento cultural (fertilização) em plantios de espécies
367 florestais (Campoe *et al.* 2014). Novas pesquisas devem investigar os efeitos da
368 fertilização, com diferentes doses e nutrientes, sobre o crescimento de espécies
369 arbóreas plantadas em projetos de recomposição florestal, sobremaneira aqueles com
370 plantio de enriquecimento onde a competição por recursos é pronunciada.

371 Em áreas degradadas por atividades antrópicas o plantio de mudas para a
372 restauração florestal pode não se efetivar, sobretudo, devido à competição das mudas
373 das essências florestais com as gramíneas e com árvores adjacentes. Nesse sentido,
374 corroborando com esses achados, Camargo *et al.* (2002) mencionam que a principal

375 limitação ao processo de germinação e estabelecimento das espécies arbóreas (lenhosas)
376 em áreas que foram usadas como pastagens ou lavouras é a presença e,
377 conseqüentemente, a competição com espécies herbáceas, especialmente gramíneas.

378 Contudo, apesar desta pesquisa constatar a ocorrência de estrato herbáceo e de
379 árvores próximas às mudas, o que poderia provocar a competição por água e nutrientes
380 do solo, não houve interferência significativa desses aspectos com a taxa de crescimento
381 das mudas, indicando que a população da vegetação já existente na área de floresta
382 secundária não foi suficiente para provocar uma alteração no desenvolvimento das
383 plantas analisadas.

384 **CONCLUSÕES**

385 As espécies *B. excelsa* e *C. odorata* apresentaram comportamentos diferentes em
386 relação aos aspectos de sobrevivência e crescimento. *A. leiocarpa* obteve maior taxa de
387 crescimento absoluto, divergente de *C. odorata* em que foi observado o menor valor.
388 Quanto a Taxa de Crescimento Relativo, a espécie *A. leiocarpa* manteve-se com o
389 melhor índice enquanto o *H. impetiginosus* obteve o valor mais ínfimo entre as cinco
390 espécies. No que se refere à influência dos fatores bióticos e abióticos, os dados desta
391 pesquisa revelaram que as condições fitossanitárias tiveram influência sobre o
392 crescimento, enquanto os vestígios de fauna afetaram o índice de sobrevivência das
393 plantas. Por outro lado, tanto as variações dos nutrientes do solo, quanto às diferentes
394 caracterizações do estrato herbáceo e dos indivíduos arbóreos adjacentes às plantas, não
395 foram suficientes para provocar respostas fisiológicas distintas nas espécies. Desta
396 forma é possível concluir que a utilização dessas espécies ameaçadas em plantios de
397 enriquecimento denota-se como uma alternativa eficiente para a promoção da sua
398 conservação.

399 **AGRADECIMENTOS**

400 Ao Grupo Norte Energia S.A por financiar e autorizar a realização da pesquisa
401 na área de estudo, tal como dar todo o suporte e logística na coleta dos dados.

402

403 **REFERÊNCIAS**

404 Barni, PE; Martins, NOA. 2018. Avaliação do enriquecimento de capoeira por meio de
405 sementeira direta de mogno e cedro. *Revista Eletrônica Casa de Makunaim* 1(2): 90-99.

406

407 Bugbee, BG 1996. Growth, analyses and yield components. In: SALISBURY, F. B.
408 (Ed.). *Units, symbols and terminology for plant physiology*. Oxford: Oxford
409 University Press p.115-119.

410

411 Camargo, JLC; Ferraz, IDK; Imakawa, AM. 2002. Rehabilitation of degraded areas of
412 Central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. *Restoration Ecology* 10(4):
413 636-644.

414

415 Campoe, OC; Iannelli, C; Stape, JL; Cook, RL; Mendes, JCT; Vivian, R 2014. Atlantic
416 forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration
417 plantation: From leaf physiology to survival and initial growth. *Forestry Ecology and
418 Management* 313: 233-242.

419

420 Chaves, PMS; Silva, JR; Braga, MO; Marques, NS; Freitas, ADD. 2018. Qualidade
421 fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Handroanthus impetiginosus*
422 sob diferentes sombreamentos e substratos. *Revista Verde de Agroecologia e
423 Desenvolvimento Sustentável* 13(1): 22-26.

424

425 Costa, JR.; Castro, ABC; Wandelli, EV; Coral, SCT; Souza, SAG. 2009. Aspectos
426 silviculturais da castanha-dobrasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na
427 Amazônia Central. *Acta Amazonica* 39(4): 843-850.

428

429 Fernandes, JS; Barreto, PAB; Conceição Júnior, V; Rocha, AJ; Amorim, CHF 2013.
430 Avaliação da qualidade de solo sob cultivo de *eucalyptus* em diferentes ciclos.
431 *Enciclopedia Biosfera* 9: 352-361.

432

433 Gardner, TA; Barlow, J; Chazdon, R; Ewers, RM; Harvey, CA; Peres, CA; Sodhi, NS
434 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human- modified world. *Ecology
435 Letters* 12: 561-582.

436

437 Gomes, JM; Carvalho, JOP; Silva, MG; Nobre, DNV; Tafarel, M; Ferreira, JER;
438 Santos, RNJ 2010. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas
439 pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas
440 na Amazônia brasileira. *Acta Amazonica* 40: 171-178.

441

- 442 Gonçalves, TS. 2015. Influência da composição físico-química do solo na sucessão
443 ecológica em florestas estacionais decíduais. *Revista Científica Eletrônica de*
444 *Agronomia* 27: 65-76.
- 445
- 446 Henriques, LCM; Vichiato, RM; Vichiato, M. 2018. Conservação de espécies florestais
447 protegidas ou ameaçadas de extinção. *Tecnologia e Ciência Agropecuária* 12: 15-24.
- 448
- 449 Lacerda, DM; Figueiredo, PS 2009. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no
450 Município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias
451 de reflorestamento. *Acta Amazonica* 39: 295-304.
- 452
- 453 Legendre, P. Legendre, L. 2012. *Numerical Ecology*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier
454 Scientific Publishing Company, 1006p.
- 455
- 456 Lugo, EA 1997. The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded
457 lands with tree monocultures. *Forest Ecology and Management* 99: 9-19.
- 458
- 459 Martínez-Vento, N; Estrada-Ortiz, J; Góngora- Rojas, F; López-Castilla, R; Martínez-
460 González, L; Curbelo-Gómez, S. 2010. Bioplaguicida de *Azadirachta indica* A. Juss
461 (Nim) Y la poda, una alternativa para el control de *Hypsipyla grandella* Zeller em
462 plantaciones de *Cedrela odorata* L. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del*
463 *Ambiente* 16(1): 61-68.
- 464
- 465 Martins, M; Oliveira, ME 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus
466 Region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6: 78-150.
- 467
- 468 Melo, FPL; Aguiar-Neto, AV; Simabukuro, EA; Tabarelli, M. 2004. Recrutamento e
469 estabelecimento de plântulas. Pp. 237-250. In Ferreira, AG; Borghetti F. *Germinação:*
470 *do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre. p. 237-250.
- 471
- 472 Melo, FPL; Arroyo-Rodríguez, V; Fahrig, L; Martínez-Ramos, M; Tabarelli, M. 2013.
473 On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends in Ecology e Evolution*
474 28: 462-468.
- 475
- 476 Paiva, AV; Poggiani, F. 2000. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas
477 plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. *Scientia Forestalis* 2: 141-151.
- 478
- 479 Pellens, GC; Lessa, PR; Schorn, LA; Fenilli, TAB 2018. Influência da matocompetição
480 em povoamentos jovens de *Pinus taeda* L. *Ciência florestal* 28: 495-504.
- 481
- 482 Péllico Netto, S; Brena, DA 1997. *Inventário Florestal*, v. 1, Editado pelos autores.
483 Curitiba, PR, 316p.
- 484
- 485 Petersen, RG; Calvin, LD 1965. Sampling. In: BLACK, C. A. *Methods of soil analysis:*
486 *Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and*
487 *sampling*. Madison, American Society of Agronomy, Part 1, p.54-71.
- 488
- 489 Richards, PW 1996. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge:

- 490 University Press, 587p.
491
- 492 Rodrigues, AL; Watzlawick, LF; Genú, AM; Hess, AF; Ebling, AA 2016. Atributos de
493 um solo florestal em uma toposequência e relações com a comunidade arbórea.
494 *Floresta* 46: 145-154.
495
- 496 Rodrigues, RR; Lima, RAF; Gandolfi, S; Nave, AG 2009. On the restoration of high
497 diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological*
498 *Conservation* 142: 1242-1251.
499
- 500 Rondon-Neto, RM; Lage, CA; Bilibio, F; Santos, AR 2011. Enriquecimento de floresta
501 secundária com cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) e sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.)
502 Gaerth.), em Alta Floresta (MT). *Ambiência* 7: 103-109.
503
- 504 Salomão, RP; Brienza Junior, S; Rosa, NA 2014. Dinâmica de reflorestamento em áreas
505 de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. *Revista*
506 *Árvore* 3: 81-24.
507
- 508 Salomão, RP; Santana, AC; Brienza Júnior, S; Rosa, NA; Precinoto, RS 2014.
509 Crescimento de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanheira) na Amazônia trinta anos após
510 a mineração de bauxita. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. *Ciências Naturais*
511 9: 307-320.
512
- 513 Sarcinelli, TS; Ribeiro Júnior, ES; Dias, LE; Lynch, LS. 2004. Nutrient deficiency
514 symptoms in seedlings of *Acacia holosericea* in response to the omission of
515 macronutrients. *Árvore* 28 (2): 173-181.
516
- 517 Scoles, R; Gribel, R; Klein, GN 2011. Crescimento e sobrevivência de castanheira
518 (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio
519 Trombetas, Oriximiná, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. *Ciências*
520 *Naturais* 6: 273-293.
521
- 522 Silva, FC; Eira, PA; Barreto, WO; Perez, DV; Silva, CA 1998. *Manual de métodos de*
523 *análises químicas para avaliação da fertilidade do solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA –
524 CNPS, 56p.
525
- 526 Silva, CS; Augusto, SG; Andrade, AU 2009. *Caracterização agrometeorológica de*
527 *Altamira, PA*. In: IX Semana de Integração das Ciências Agrárias, 2009, Altamira,
528 Anais... Altamira, UFPA, 9: 148-154.
529
- 530 Silva, AP; Marques, HR; Santos, TVMN; Teixeira, AMC; Luciano, MSF 2015.
531 *Diagnóstico da Produção de Mudanças Florestais Nativas no Brasil*. Relatório de
532 Pesquisa. IPEA, Brasília, 58p.
533
- 534 Silva Filho, DF; Pivetta, PVC; Almeida, JBSA; Pivetta, KFL; Ferraudo, AS 2002.
535 Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização urbana.
536 *Revista Árvore* 26: 629-642.
537

538 Souza, CR; Lima, RMB; Azevedo, CP; Rossi, LMB. 2008. Desempenho de espécies
539 florestais para uso múltiplo na Amazônia. *Scientia Forestalis* 36: 7-14.

540

541 Souza, CR; Azevedo, CP; Lima, RMB; Rossi, LMB. 2010. Comportamento de espécies
542 florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na
543 Amazônia. *Acta Amazonica* 40: 127-134.

544

545 Tanaka, A; Vieira, G. 2006. Autoecologia das espécies florestais em regime de plantio
546 de enriquecimento em linha na floresta primária da Amazônia central. *Acta Amazonica*
547 36: 193-204.

548

549 Venturieri, A; Monteiro, MA; Menezes, CRC 2010. *Zoneamento ecológico e econômico*
550 *da Zona Oeste do Estado do Pará*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 386p.

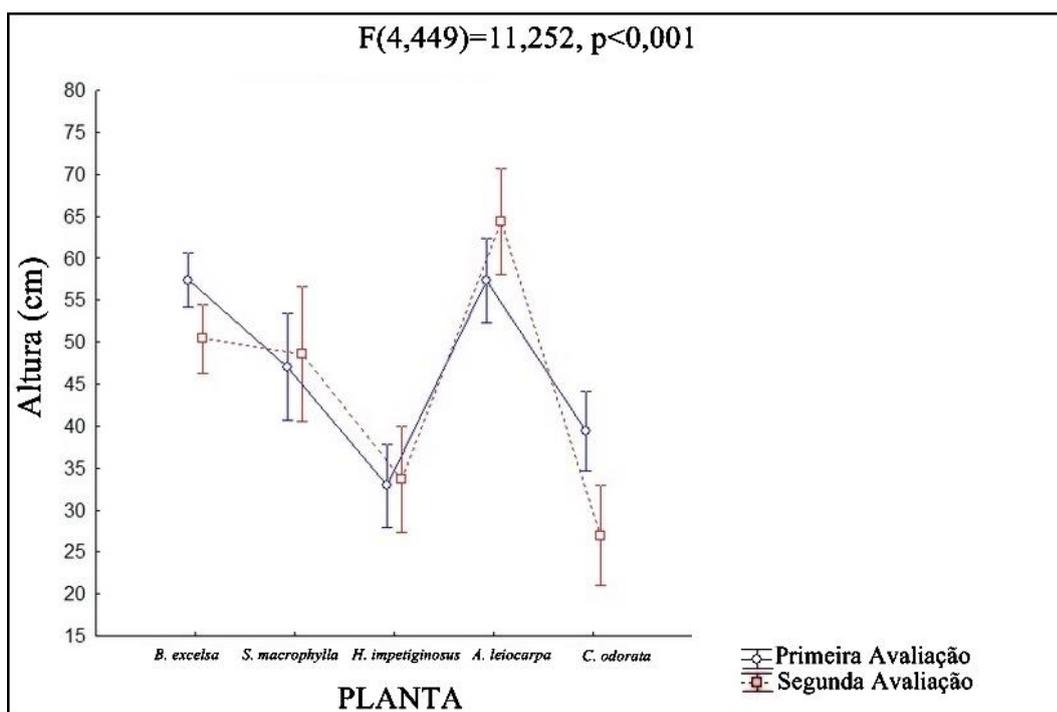
551

552 Vieira, SB; Carvalho, JOP; Gomes, JM; Silva, JCF; Ruschel, AR. 2018. Cedrela
553 Odorata L. tem potencial para ser utilizada na silvicultura pós-colheita na amazônia
554 brasileira? *Ciência Florestal* 28: 1230-1238.

555

556 FIGURAS

557



576

577 **Figura 1.** Crescimento das espécies florestais ameaçadas de extinção na
578 primeira e segunda avaliação em plantio de enriquecimento de floresta
579 secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

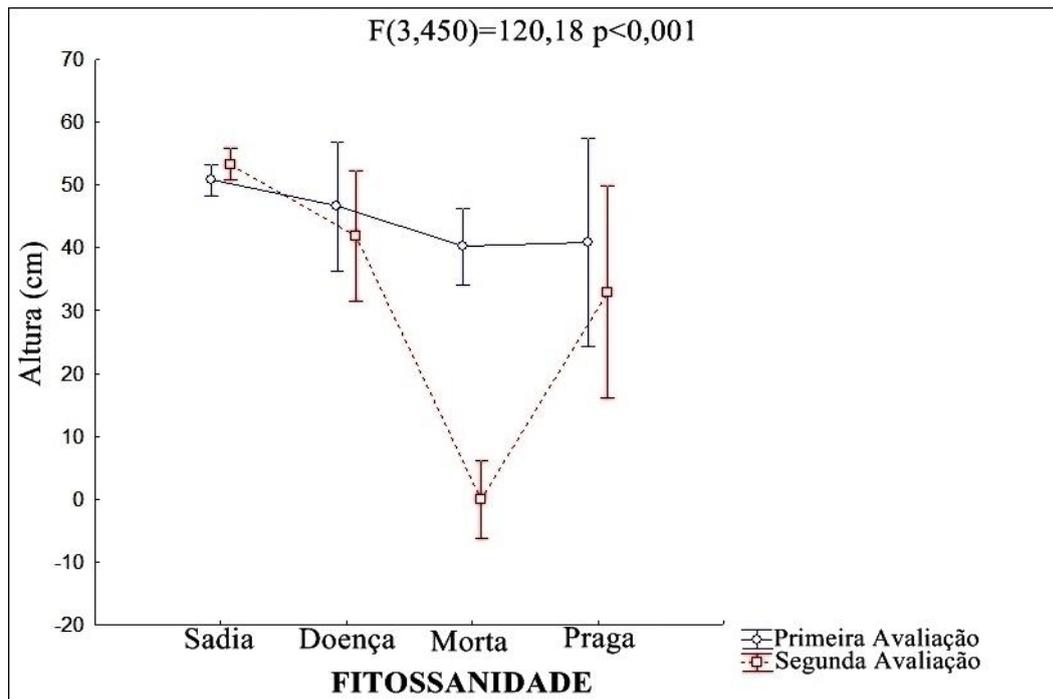
580

581

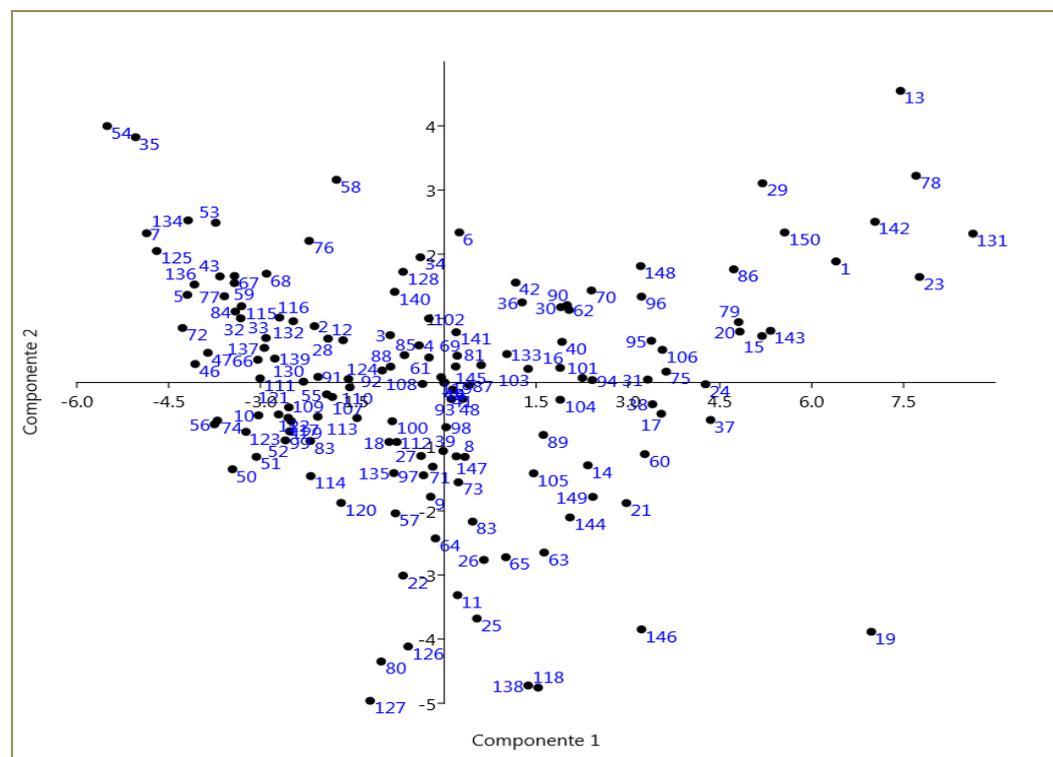
582

583

584



605 **Figura 2.** Crescimento das espécies florestais ameaçadas de extinção em
606 relação à condição fitossanitária situadas em plantio de enriquecimento de
607 floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.



629 **Figura 3.** Análise dos Componentes Principais (PCA) dos aspectos químicos
630 do solo na profundidade de 0-20 cm.
631
632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

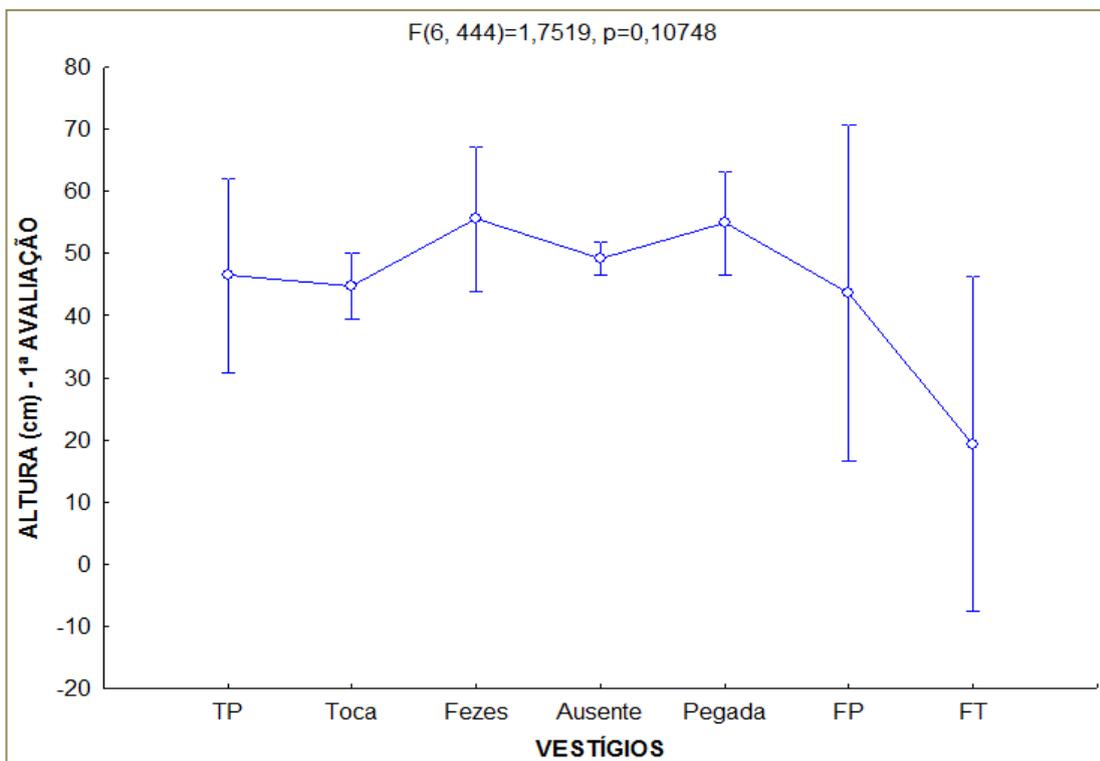
649

650

651

652

653



654

655

656

657

658

Figura 4. Crescimento das plantas em relação aos vestígios de fauna. (TP = Toca e Fezes, FP = Fezes e Pegada, e FT= Fezes e Toca) situadas em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

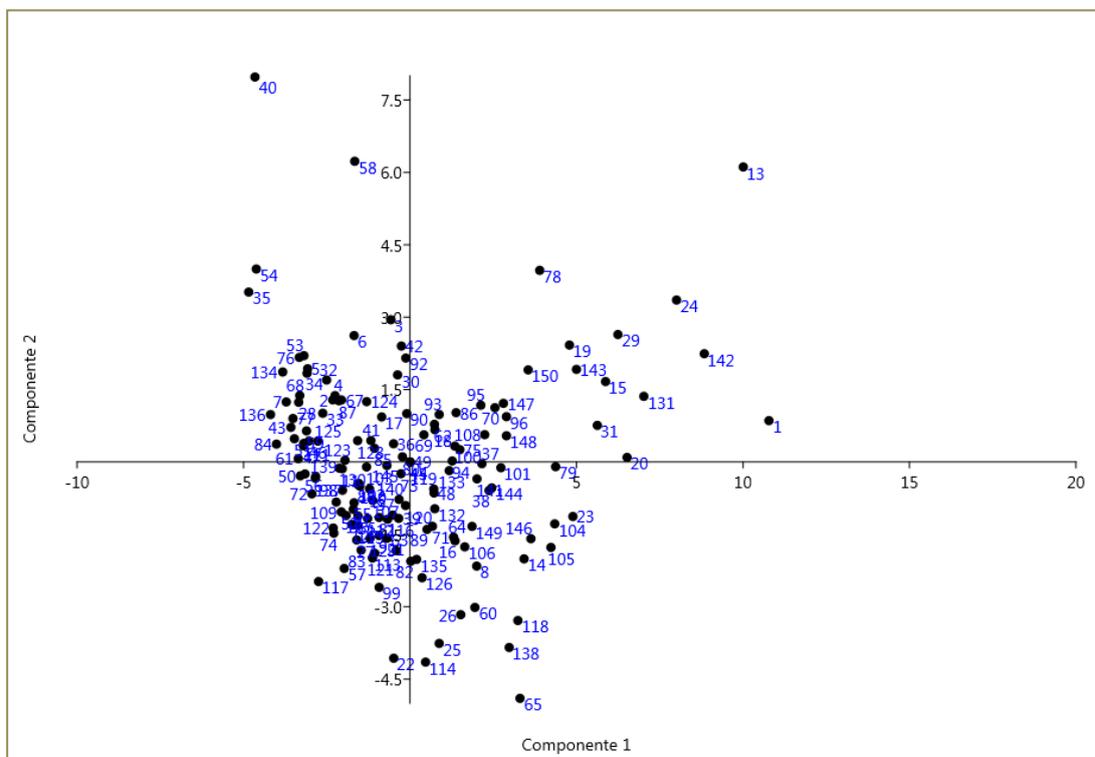
674

675

676

677

678



679

680

Figura 5. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos aspectos químicos do solo na profundidade de 20-40 cm.

681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728

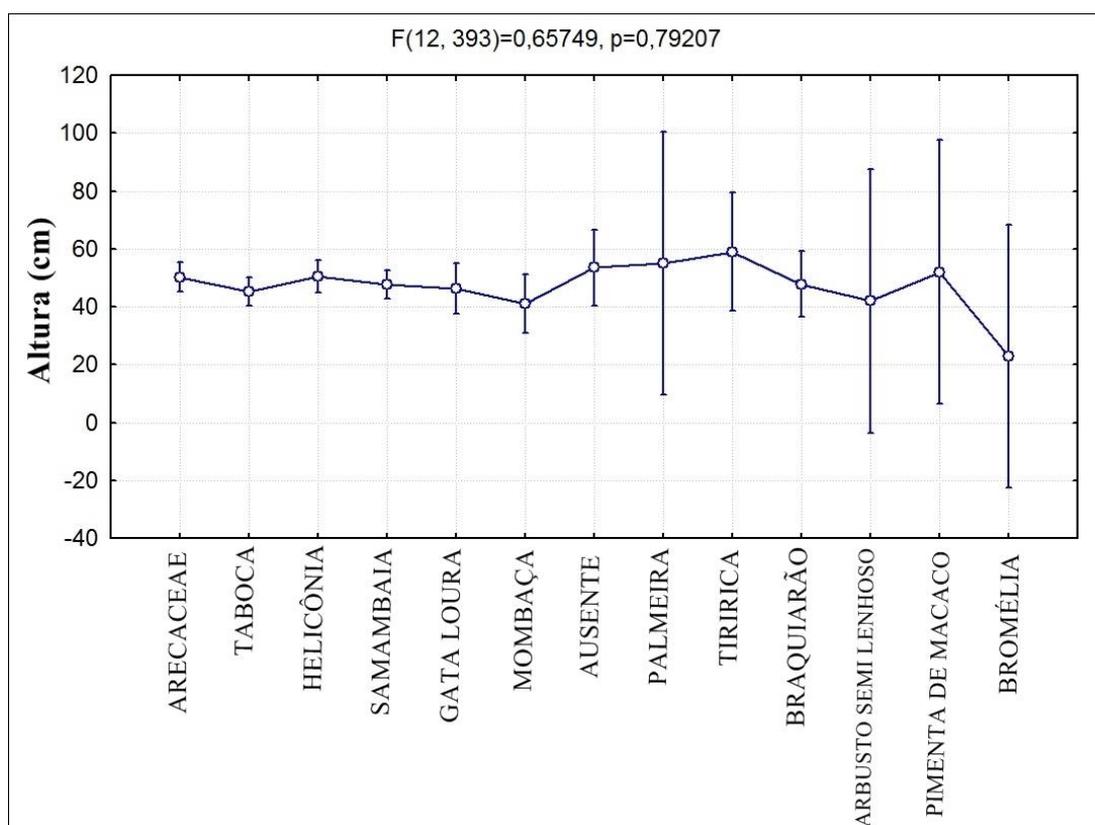


Figura 6. Crescimento das plantas em relação ao estrato herbáceo das parcelas situadas em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

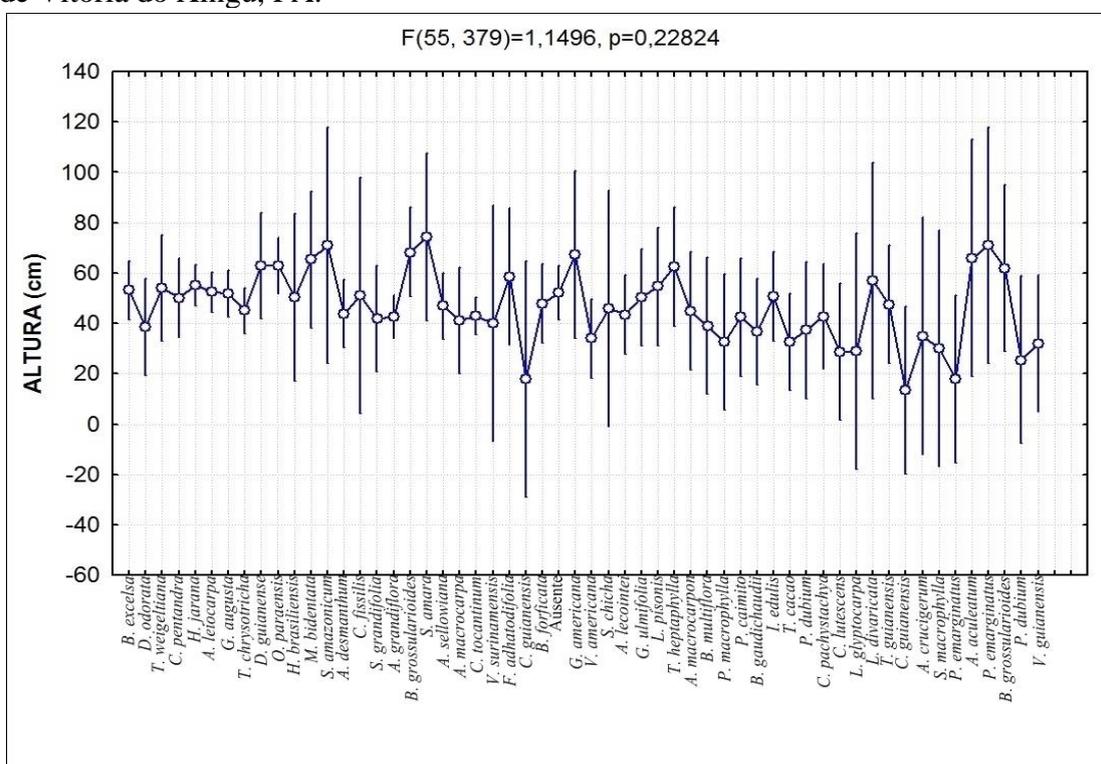


Figura 7. Taxa de crescimento das plantas em relação às árvores vizinhas situadas em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

729 **TABELAS**
730**Tabela 1.** Dados de sobrevivência de espécies florestais ameaçadas de extinção em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

Espécies	Morta (%)	Sem folha/rebrota (%)	Viva (%)
<i>A. leiocarpa</i>	5,4	10,8	83,8
<i>B. excelsa</i>	12,4	17,5	70,1
<i>C. odorata</i>	29,1	22,1	48,8
<i>H. impetiginosus</i>	10,5	19,7	69,7
<i>S. macrophylla</i>	11,1	8,9	80,0

731 * A presença de missing values na medição realizada aos 30 dias impossibilita a comparação das
732 espécies.
733734 **Tabela 2.** Taxa de Crescimento Absoluto e Relativo das espécies florestais ameaçadas
735 de extinção em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de
736 Vitória do Xingu, PA.

Espécie	Taxa de Crescimento Absoluto (cm)	Taxa de Crescimento Relativo (cm/mês)
<i>A. leiocarpa</i>	13,69	3,26
<i>B. excelsa</i>	3,18	3,25
<i>C. odorata</i>	2,09	3,00
<i>H. impetiginosus</i>	7,00	2,75
<i>S. macrophylla</i>	5,84	3,13

737

738 **Tabela 3.** Dados da PCA para os parâmetros do solo nas profundidade de 0-20 cm e 20
739 a 40 cm.

Variáveis do Solo	0-20 cm		20-40 cm	
	PC 1	PC 2	PC 1	PC 2
Alumínio (Al) 4	-0.2843	0.18266	-0.27802	0.18978
Cálcio (Ca) 4	0.3049	0.15835	0.29758	0.20857
CTC a pH 7,0 (T)	0.069607	0.38705	-	0.39125
CTC efetiva (t)	0.25973	0.23819	0.13681	0.39927
Fósforo Mehlich 1	0.02962	-0.049663	0.072518	-0.097375
H+Al 5	-0.22095	0.27851	-0.16921	0.32743
Índice saturação Na	-0.0093667	-0.20493	0.11797	-0.33282
Magnésio (Mg) 4	0.27235	0.014696	0.26075	0.011398
Matéria Orgânica 8/pH em H2O 6	0.037783	0.091887	0.066548	0.33611
pH em H2O 6	0.30385	-0.1078	0.30605	-0.081234
Potássio (K) 1	0.11143	-0.33608	0.091418	-0.12596
Relação Ca/K	0.22951	0.32067	0.21471	0.2445

Relação Ca/Mg	0.096392	0.20243	0.16406	0.23065
Relação Mg/K	0.17268	0.23692	0.14454	0.13442
Sat. Alumínio (m)	-0.30472	0.12444	-0.31398	0.058424
Sat. Ca na CTC (T)	0.31995	0.034061	0.32033	0.055106
Sat. K na CTC (T)	0.075318	-0.4621	0.14392	-0.19588
Sat. Mg na CTC (T)	0.26908	-0.15731	0.26111	-0.18968
Saturação de bases	0.32639	-0.029739	0.32811	-0.027564
Sódio (Na) 1	-0.012556	-0.13632	0.026679	-0.062997
Soma de Bases (SB)	0.22803	0.073618	0.30661	0.17071

740

741 **Tabela 4.** Dados da Correlação de Pearson para os parâmetros do solo na profundidade
742 de 0-20 cm.

	Means	Std.Dev.	Primeira Avaliação	Segunda Avaliação
Média Primeira Avaliação	45,18142	25,07157	1,000000	0,683102
Média Segunda Avaliação	40,22788	31,57350	0,683102	1,000000
Fósforo Mehlich 1	3,94690	6,48223	-0,060980	-0,079027
Potássio (K) 1	41,67920	26,43607	0,021448	0,004553
Cálcio (Ca) 4	1,62788	1,17795	-0,012147	-0,040968
Magnésio (Mg) 4	0,31903	0,21224	-0,028985	-0,079860
Alumínio (Al) 4	0,59580	0,48759	-0,000137	-0,002444
H+Al 5	4,27588	1,42546	-0,005238	-0,017145
pH em H2O 6	5,05907	0,48300	-0,042433	-0,029324
Matéria Orgânica 8/pH em H2O 6	2,30619	1,68123	-0,041931	-0,043168
Sódio (Na) 1	4,30199	4,00209	-0,016955	-0,042326
Relação Ca/Mg	5,32699	2,32632	0,052097	0,050456
Relação Ca/K	17,37788	11,47446	0,003531	0,024066
Relação Mg/K	3,41858	1,96982	-0,028798	-0,012682
Sat. Ca na CTC (T)	25,02389	14,26668	-0,020849	-0,028640
Sat. Mg na CTC (T)	4,99535	2,60244	-0,042959	-0,068917
Sat. K na CTC (T)	1,74181	1,10980	0,026757	0,026665
Índice saturação Na	0,29181	0,36144	-0,016083	-0,029058
Soma de Bases (SB)	2,22876	2,21136	-0,043023	-0,052836
CTC efetiva (t)	2,66726	1,08595	-0,016770	-0,058326
CTC a pH 7,0 (T)	6,34668	1,44267	-0,017620	-0,059831
Sat. Alumínio (m)	27,39712	21,77126	0,026355	0,027783
Saturação de bases	31,98739	16,26308	-0,023388	-0,034881

743

744

745

746

747

748

749

750 **Tabela 5.** Dados da Correlação de Pearson para os parâmetros do solo na profundidade
751 de 20-40 cm.

	Means	Std.Dev.	Primeira Avaliação	Segunda Avaliação
Média Primeira Avaliação	45,23198	25,22616	1,000000	0,684158
Média Segunda Avaliação	40,14640	31,55909	0,684158	1,000000
Fósforo Mehlich 1	1,55856	1,11978	-0,041037	-0,072455
Potássio (K) 1	23,19144	18,49719	0,028094	-0,022028
Cálcio (Ca) 4	0,76597	0,51945	-0,031254	-0,033726
Magnésio (Mg) 4	0,15023	0,07345	-0,007643	-0,041742
Alumínio (Al) 4	0,66306	0,44284	-0,014568	0,009578
H+Al 5	3,75405	2,04256	-0,042463	-0,037074
pH em H2O 6	4,98716	0,40146	-0,020680	-0,029285
Matéria Orgânica 8/pH em H2O 6	1,19572	0,37634	-0,016326	-0,069301
Sódio (Na) 1	2,14865	0,52519	-0,068036	-0,161207
Relação Ca/Mg	5,11419	2,39205	-0,029952	0,006742
Relação Ca/K	16,00203	10,22028	-0,030601	0,013455
Relação Mg/K	3,11059	1,44023	-0,044660	0,002603
Sat. Ca na CTC (T)	17,29932	11,04730	-0,025252	-0,011198
Sat. Mg na CTC (T)	3,44910	1,79074	0,000047	-0,010321
Sat. K na CTC (T)	1,35023	1,06746	0,035906	-0,002122
Índice saturação Na	0,19369	0,08150	-0,030799	-0,067220
Soma de Bases (SB)	0,97770	0,59191	-0,027318	-0,044572
CTC efetiva (t)	1,64820	0,44577	-0,049214	-0,046827
CTC a pH 7,0 (T)	4,73243	1,97253	-0,052267	-0,051865
Sat. Alumínio (m)	41,81419	24,23379	0,018683	0,020797
Saturação de bases	22,26914	12,56141	-0,019153	-0,011934

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

ANEXO

Anexo A – Mapa de localização da área de estudo. Fonte: STCP (2018).

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

