



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Onassis de Pablo Santos de Souza

**SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES
NATIVAS EM PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO EM ÁREA DE
RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DA UHE DE BELO MONTE**

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

Onassis de Pablo Santos de Souza

**SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES
NATIVAS EM PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO EM ÁREA DE
RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DA UHE DE BELO MONTE**

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

Dedicatória

Ao meu saudoso Pai, José Ricardo Rodrigues de Souza, e Mãe, Hélia Regina dos Santos, por sempre acreditarem no meu potencial.

Agradecimentos

A Deus por ter derrubado todos os Golias e muralhas que surgiram e providenciado cada etapa deste trabalho.

A Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação.

A minha família pelo constante apoio e confiança.

A minha orientadora Raírys Herrera pela confiança e credibilidade depositadas.

Ao meu amigo, “irmão” e agora também Mestre, Orlando de Figueiredo Junior, pelo apoio e parceria em todas as fases desta jornada.

A Norte Energia S.A pelo financiamento da pesquisa representados por José Maria e Bruno Bahiana. Obrigado pela paciência e colaboração.

A todos que torceram a favor, com uma palavra de ânimo e esperança durante esta trajetória minha gratidão.

*A Tua promessa sempre estará de pé
Tu És fiel
Descanso em Tuas mãos
Minha confiança é
Meu Deus jamais falhou*

(Ana Paula Valadão)

SUMÁRIO

Resumo Geral.....	7
Introdução Geral	8
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.....	9
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.....	10
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	11
<i>Hymenaea intermedia</i> Ducke	12
<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke.....	13
<i>Triplaris weigeltiana</i> (Rchb.) Kuntze.....	14
Objetivo Geral	15
Objetivos Específicos.....	15
Literatura Citada.....	15
SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES NATIVAS EM PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO EM ÁREA DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DA UHE DE BELO MONTE	22
RESUMO.....	23
INTRODUÇÃO	23
MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
Área de Estudo	25
Seleção, retirada e transporte de mudas.....	26
Plantio.....	27
Instalação das parcelas amostrais	27
Avaliação de sobrevivência e crescimento	28
Estrato herbáceo e árvores vizinhas.....	28
Fertilidade do Solo	28
Vestígio de Fauna	29
Estado fitossanitário das mudas.....	29
Análises estatísticas	30
RESULTADOS	31
DISCUSSÃO	34
CONCLUSÕES.....	40
AGRADECIMENTOS.....	41

REFERÊNCIAS	41
FIGURAS	45
TABELAS	49
APÊNDICE	50

Resumo Geral

A escolha das espécies que serão plantadas destaca-se como fator determinante no desempenho da restauração florestal, por serem de grande influência na formação de florestas biologicamente viáveis que contribuam para a reabilitação da biodiversidade de ambientes alterados. No entanto, ainda são raras as informações sobre o estabelecimento inicial de espécies florestais nativas em projetos de restauração florestal. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho quanto ao crescimento e sobrevivência de plantio de enriquecimento com seis espécies nativas da Amazônia (*Carapa guianensis*/ andiroba, *Dipteryx odorata*/ cumaru, *Hymenaea courbaril*/ jatobá, *Hymenaea intermedia*/ jutaí, *Cenostigma tocantinum*/ macharimbé, e *Triplaris weigeltiana*/ tachi da varzea) submetidas à diferentes condições edáficas e interações bióticas durante a fase de estabelecimento em campo, com a finalidade de subsidiar projetos de recomposição vegetal em condições ambientais semelhantes. As áreas de plantio estão situadas em ambientes de floresta secundária no Município de Vitória do Xingu/PA. Para avaliação das mudas plantadas, dentro de 147,26 hectares de floresta enriquecida, foram instaladas 147 unidades amostrais de 800 m² (20 m x 40 m). A localização das parcelas foi determinada 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. A extensão de plantio para as seis espécies foi subdividida em 39 talhões com tamanhos variados, com um total de 607 mudas plantadas. O inventário de sobrevivência das espécies e medição da altura foi realizado aos 30 e aos 180 dias após o plantio. Foram considerados na análise os fatores ecológicos referentes ao estrato herbáceo, árvores adjacentes, fertilidade do solo, vestígio de fauna e estado fitossanitário das mudas. Dentre os principais resultados obtidos destacam-se: (i) *H. intermedia* apresentou o maior número de indivíduos mortos; (ii) apesar do *C. tocantinum* ter apresentado a maior taxa de crescimento absoluto, o crescimento em altura foi similar entre as espécies; (iii) o estrato herbáceo e as árvores adjacentes não provocaram nenhuma influência no desenvolvimento das plantas; (iv) a variação na fertilidade do solo entre as parcelas não foi suficiente para influenciar o crescimento das mudas; (v) a ocorrência de animais dentro das parcelas não teve qualquer interferência sobre as plantas analisadas; e (vi) a ocorrência de plantas vivas foi notoriamente predominante em mudas com fitossanidade sadia. Nesse contexto, conclui-se que as espécies analisadas respondem às condições ambientais de maneira equivalente, sendo, portanto, recomendadas para utilização em plantios de enriquecimento com a finalidade de recomposição vegetal.

Introdução Geral

Perante a urgência de reinserir áreas desmatadas aos processos produtivos e reduzir a pressão de exploração sobre as florestas, os programas de reflorestamento apresentam-se como mecanismo para a recomposição vegetal de áreas degradadas (GIBSON, et al., 2011; SALOMÃO; BRIENZA JUNIOR; ROSA, 2014).

O plantio de enriquecimento destaca-se como uma técnica recomendada para áreas em que houve a regeneração natural, caracterizadas pela baixa densidade do estrato arbóreo, constituídos principalmente por espécies pioneiras e secundárias iniciais da sucessão (LAMB; ERSKINE; PARROTTA, 2005; KUPTZ; GRAMS, 2010; NELSON et al., 2011; RONDON-NETO et al., 2011; MARTINS, 2014). Em todos os casos, os plantios com essa característica são aconselhados para ambientes já alterados, onde predominem florestas secundárias ou áreas abandonadas (SOUZA et al., 2010).

Uma estratégia de restauração bem-sucedida está interligada diretamente a aplicação de métodos específicos ao seu tipo de ecossistema, conhecimentos que nem sempre estão disponíveis nas pesquisas a respeito (PICKETT, 1983; VIEIRA; SCARIOT, 2006; PILON; BUISSON; DURIGAN, 2017). Fragoso et al. (2014) ratificam que a recomposição florestal por meio de plantio deve ser determinada com base em avaliações detalhadas do tipo de ambiente.

Restauração florestal é o esforço pelo restabelecimento de parte da diversidade local, favorecendo os meios biológicos relativos à conservação do ecossistema, por meio do plantio, condução e manejo de espécies florestais nativas (KAGEYAMA et al., 2003). A restauração destaca-se como um dos principais meios de recuperação de áreas alteradas ou degradadas, pois considera a complexidade dos ecossistemas para o desenvolvimento de metodologias e técnicas (HALLE, 2007; ARONSON et al., 2011; RODRIGUES et al., 2011; BANKS-LEITE et al., 2014).

A restauração ecológica por meio de enriquecimento de espécies carece ainda de muitas melhorias para que alcance a eficácia necessária, principalmente em florestas tropicais situadas em paisagens antrópicas (BRANCALION; LIMA; RODRIGUES, 2013). Parte dessa carência é devido a muitos projetos em andamento que não relatam seus resultados, tornando impossível aprender com as experiências já realizadas (PAQUETTE et al., 2009).

Para sanar essa questão, é fundamental investir no monitoramento regular de

plantios de enriquecimento desde a sua concepção, estabelecimento e desenvolvimento. Esse tipo de ação também gera informações para os órgãos de fiscalização e para as entidades executoras (SCHULZE, 2008; MILLET et al., 2013; SAMILA; FRANCO; RODRIGUES, 2017).

Brienza Júnior (2012) aponta parâmetros e atributos a serem observados nas espécies florestais para uso em enriquecimento: 1) disponibilidade e forma de coleta das sementes, 2) presença ou ausência de dormência; 3) tipo de copa; 4) florescimento em tempo de seca; 5) relação de carbono e nitrogênio nas folhas; 6) sistema radicular profundo ou superficial; 7) pragas e doenças; 8) taxa de crescimento; 9) demanda por nutrientes e tolerância a estresse hídrico; 10) fixação de nitrogênio; 11) acúmulo de fósforo e 12) baixa competição com a regeneração natural. Neste trabalho estão sendo considerados quanto à avaliação das mudas o estado fitossanitário, taxas de crescimento, nutrientes do solo e competição com a regeneração natural.

É fundamental a criação de programas de conservação que tenham como finalidade recomendar espécies nativas para plantios de restauração florestal, favorecendo o uso das mesmas em projetos de recomposição e contribuindo para a conservação da biodiversidade (CHAZDON, et al., 2009; HENRIQUES; VICHATO; VICHATO, 2018).

O código florestal brasileiro, Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), estabelece que a recuperação de áreas degradadas e alteradas deve ser com a utilização de espécies nativas. A Instrução Normativa nº 1, de 15 de fevereiro de 2016, do estado do Pará também recomenda no seu Anexo I que as espécies utilizadas nos Projetos Recuperação de Área Degradadas e Alteradas (PRADA) sejam preferencialmente nativas (BRASIL, 2016). Todavia, a escassez de pesquisas a respeito de grande parte das espécies limita o uso delas em projetos de recomposição.

Dentre as espécies nativas da Amazônia estudadas foram: *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), *Dipteryx odorata* Aubl. Willd. (cumaru), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Hymenaea intermedia* Ducke (jutaí), *Cenostigma tocantinum* Ducke (macharimbé) e *Triplaris weigeltiana* (Rchb.) Kuntze (tachi da varzea).

***Carapa guianensis* Aubl.**

A andiroba pertence à família Meliaceae. Também é denominada de andirobasaruba, iandirova, iandiroba, carapá, carapa, nandiroba (LORENZI, 2014). É classificada como clímax quanto ao grupo ecológico por Ferretti et al. (1995).

De acordo com Shanley, Serra e Medina (2010) a andiroba floresce entre agosto e outubro e os seus frutos amadurecem entre janeiro e abril. As sementes devem ser colocadas para germinar logo após a colheita, não sendo necessário nenhum tipo de pré-tratamento, sendo seu poder germinativo superior a 90% quando recém-coletadas (LORENZI, 2014).

A andirobeira é uma árvore de uso múltiplo, podendo ser aproveitada para óleo, casca medicinal e madeira (FERRAZ; CAMARGO; SAMPAIO, 2002; COSTA; MARENCO, 2007; SHANLEY; SERRA; MEDINA, 2010).

A espécie ocorre tanto em áreas alagadas como em florestas de terra firme, sendo mais abundante nas margens e córregos do rio Amazonas, destacando-se por possuir boas características silviculturais, porte mediano, com alturas variando de 20 a 30 m e diâmetro de 50 a 120 cm (PINTO; MORELLATO; BARBOSA, 2008).

A madeira da andiroba é uma das mais valorizadas pela indústria madeireira, sendo considerada de alta qualidade, resistente a ataque de insetos, podendo ser utilizada em carpintaria, construção civil, construção naval, placas e compensados, móveis, vigas, trabalhos de interior, lápis, mastros e outros (TONINI; COSTA; KAMISKI, 2009; BARBOSA, et al., 2018).

Silva e Almeida (2014) destacam que as populações tradicionais costumam usar chá de folhas e cascas para os mesmos fins terapêuticos do óleo. Com todos esses atributos a andiroba passou a integrar a Lista Nacional de Plantas Medicinais do Sistema Único de Saúde, definida como a relação de espécies vegetais com potencial para avançar nas etapas da cadeia produtiva e gerar produtos de interesse para o Ministério da Agricultura e Saúde do Brasil, reforçando sua importância no país (VIEIRA et al., 2018).

Os plantios de andiroba devem ser feitos preferivelmente em áreas já alteradas pelas atividades de agricultura e pecuária, ou em capoeiras jovens, devido ao seu bom potencial para plantios de enriquecimento, uma vez que responde favoravelmente ao sombreamento (SHANLEY; SERRA; MEDINA, 2010).

***Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.**

Pertence à família Fabaceae, é conhecida principalmente por cumaru e outros nomes populares como camaru, camaru-ferro, cambaru, cambaru-ferro, champanha, cumaru-amarelo, cumaru-da-folha-grande, cumaru-escuro, cumaru-ferro, cumaru-rosa, cumaru-roxo, cumaru-verdadeiro, cumbari, cumbaru-ferro, muirapagé (IPT, 2013).

É classificada como clímax quanto ao grupo ecológico conforme Meireles (2016). A árvore floresce todos os anos durante os meses de agosto e setembro e os frutos amadurecem em janeiro-fevereiro, sendo as plantas caracterizadas por serem perenifólias e também indiferentes com relação às condições de solo (EMBRAPA, 2004).

A espécie tem ocorrência predominante em toda a Amazônia e em outros países como Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname, Venezuela (EMBRAPA, 2004). É uma planta de grande porte, nativa das florestas de terra-firme podendo alcançar 40 m de altura e 150 cm de DAP (CARVALHO, 2009).

O maior valor comercial do cumaru está na madeira que é muito pesada (densidade 1,09 g/cm³), dura ao corte, de textura fina e média, de resistência mecânica elevada e muito resistente ao ataque de cupins e de fungos (LORENZI, 2014).

O mesmo autor acrescenta que a espécie é indicada para construção civil, como vigas, caibros, ripas, tábuas e tacos para assoalhos, batentes de portas, lambris, forros, para uso externo, como postes, esteios, estacas, cruzetas, dormentes, para confecção de carrocerias, vagões para construção naval, bem como para a fabricação de móveis.

Uchida e Campos (2000) tal como Maltarolo et al. (2016) comentam que trata-se de uma árvore de alto valor econômico juntamente também com os produtos farmacêuticos, alimentícios e biocosméticos, sendo o óleo das sementes usado para a aromatização de chocolates, bebidas, tabacos, perfumes e fabricação de sabonetes.

Na Amazônia brasileira, o cumaru destaca-se como uma das espécies mais usadas na prática de enriquecimento de florestas secundárias (SOUZA et al., 2010), assim como em Sistemas Agroflorestais (SILVA et al., 2008), além de ter alto potencial para recuperação de áreas degradadas (AZEVEDO; BARBOSA; MENDONÇA, 2018).

***Hymenaea courbaril* L.**

Pertencente à família Leguminosae-Caesalpinioideae, popularmente denominada de jatobá, jutaí, jutaí-açu, jutaí-bravo, jutaí-grande, jataí, jataí-açu, jataí-grande, jataí-peba, jataí-uba, jataí-uva, jataíba, jataúba, jatioba, jatiúba, jupati, copal, jatobá-da-mata, entre outros (COSTA; SOUZA; SOUZA, 2011; MORI et al., 2012).

A espécie é classificada quanto a categoria sucessional como secundária de acordo com Dionísio et al. (2016). No Pará, a árvore de jatobá floresce entre março e maio e frutifica entre agosto e outubro, sendo de característica semidecídua (SILVA; SANTANA, 2009; SHANLEY; SERRA; MEDINA, 2010).

O indivíduo arbóreo alcança altura de 30 a 45 metros, com ocorrência desde o sul do México até grande parte da América do Sul, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia; no Brasil, ocorre do norte até o sudeste (COSTA, SOUZA; SOUZA, 2011; RISTAU et al., 2018).

Lorenzi (2014) descreve o jatobazeiro como uma árvore de madeira com alto valor comercial sendo intensamente utilizado na construção civil, movelaria, instrumentos musicais e mobílias. É uma espécie que permanece sem proteção quanto a extinção e sua população está ameaçada pela extração predatória de madeira na maior parte da Amazônia, o que também pode provocar a redução da disponibilidade dos produtos medicinais insubstituíveis da árvore (SHANLEY; SERRA; MEDINA, 2010).

Mangueira, Holl e Rodrigues (2019) em experimento observaram que a espécie teve a maior taxa de sobrevivência em todos os tratamentos e foi a única a sobreviver quando semeada diretamente. Todavia, os mesmos autores ressaltam que a maior parte das sementes de jatobá que germinou na sombra morreu depois de quatro meses.

Assim como observado em *H. intermedia* as sementes são descritas como ortodoxas com superação de dormência recomendada por escarificação mecânica ou com aplicação rapidamente em água quente e depois gelada (MORI et al., 2012; SHANLEY; SERRA; MEDINA, 2010).

***Hymenaea intermedia* Ducke**

Pertence à família Leguminosae-Caesalpinioideae, de grande porte, encontrada em áreas de mata de terra firme e margens de rios, nos estados do Pará e Amazonas (CAMARGO, 2001).

A espécie é conhecida vulgarmente como jutaí, copal, courbaril, jataí, jataíba,

jatobá-curuba, jatobazinho, jutaí, jutaí-açu, jutaí-do-igapó, jutaí-grande, jutaí-mirim, jutaí-vermelho e quebra machado (MONTEIRO; PINTO; BARBOSA, 2012; IPT, 2013).

Quanto ao grupo ecológico de sucessão, jutaí é caracterizada como sendo da classe clímax (AZEVEDO et al., 2008). Araújo (1970) caracterizou *H. intermedia* como do tipo semi-caducifólia cuja floração ocorre nos meses de julho e agosto e frutificação nos meses de fevereiro a abril.

Há poucas informações na literatura sobre a espécie, principalmente quanto ao desenvolvimento em plantios de enriquecimento, sendo encontrados mais dados atribuídos ao gênero. IPT (2013) observa que como as madeiras da classe são semelhantes quanto à densidade de massa e caracteres anatômicos, no comércio apresentam praticamente o mesmo valor comercial.

As sementes do gênero *Hymenaea* são caracterizadas como sendo de comportamento ortodoxo, demonstrando alto potencial de armazenamento em câmara fria (5 a 6°C), podendo, inclusive, ampliar a porcentagem de germinação em períodos de armazenamento de até 260 dias (BARBOSA; BARBOSA, 1985).

A espécie possui dormência tegumentar, o que representa um fator negativo na semeadura causando irregularidade na germinação, afetando a homogeneidade das plântulas e o tempo de formação das mudas (MELO; MENDONÇA; MENDES, 2004).

Todavia, Cruz, Martins e Carvalho (2001) ressaltam que as baixas porcentagens de plântulas anormais (2,0 e 2,5%) e de sementes mortas (1,5 e 2,5%) em experimento com sementes escarificadas e não escarificadas demonstraram que o método de escarificação mecânica é eficiente para a espécie, não provocando injúrias às sementes. Os autores, portanto, afirmam que a aplicação do procedimento é eficaz para superação da dormência e indução da germinação.

Trata-se de uma espécie arbórea de grande valor econômico com utilização na construção civil, assoalhos, móveis, cabos de ferramenta, artigos de esporte e brinquedos sendo altamente resistente aos térmitas e fungos de podridão branca e parda (IPT, 2013).

***Cenostigma tocantinum* Ducke**

Pertence à família Fabaceae e subfamília Caesalpinioideae. Reconhecida por

diversos nomes: pau-pretinho, pau-preto, macharimbé, cássia rodoviária, mangiribá e inharé (GARCIA; MORAES; LIMA, 2008).

É caracterizada quanto à classe sucessional como secundária (MEIRELES, 2016). As sementes da espécie caracterizam-se por comportamento ortodoxo, não apresentando dormência, com floração de agosto a setembro e frutificação de outubro a dezembro (LIMA JUNIOR; MENDES; ARRUDA, 2017).

A espécie é encontrada nos estados do Pará e Tocantins (WARWICK; LEWIS 2009). Por se tratar de uma árvore nativa da Amazônia, apresenta baixa suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças (BATISTA et al., 2012).

É uma planta perenifólia, heliófita ou de luz difusa, altura de 4 a 20 m, de crescimento rápido, secundária, peculiar e exclusiva da mata pluvial Amazônica de terra firme, onde apresenta frequência média, porém com dispersão um tanto descontínua e irregular (LIMA JUNIOR; MENDES; ARRUDA, 2017).

Santos e Mitja (2011) destacam que a árvore é uma das espécies nativas cultivadas do Norte do Brasil mais utilizadas na arborização urbana. Após a coleta, os frutos da árvore devem ser colocados à sombra em local ventilado para completar a abertura, sendo a extração das sementes realizada de forma manual (LIMA JUNIOR; MENDES; ARRUDA, 2017).

Os mesmos autores destacam que a madeira de *C. tocantinum* é usada na construção civil (caibros, vigas, ripas e para obras externas) e na extração de corantes (tintorial da cor verde-azeitona), sendo também uma espécie recomendada em sistemas silvipastoris, devido sua resistência ao fogo e versatilidade de uso (sombra, medicinal, mourão e estaca, lenha e carvão).

***Triplaris weigeltiana* (Rchb.) Kuntze**

Pertence à família Polygonaceae, denominada pelos nomes: tachi, tachi-da-várzea, tachizeiro. Trata-se de uma espécie nativa que ocorre em áreas da Amazônia, nos estados do AC, AM, AP, PA e RO (MELO, 2015).

Quanto ao grupo sucessional é caracterizada como secundária segundo Vieira (2014). Melo (2015) caracteriza a floração como ocorrente entre os meses de maio e agosto e frutificação entre julho e setembro, sendo a dispersão das sementes realizada

por meio do vento.

A árvore alcança entre 15 e 25 m de altura com madeira leve e moderadamente resistente, podendo ser usada na construção civil, caixotaria e confecção de objetos leves. Devido as suas características ornamentais, a espécie é recomendada para o paisagismo, em especial na arborização urbana (ZAPPI, 2015).

Lorenzi (2014) comenta que a espécie é encontrada no interior de matas mais preservadas e em formações secundárias, sendo apropriada para reflorestamento de florestas ciliares degradadas.

O mesmo autor acrescenta que *T. weigeltiana* permanece com as folhas por todo o ano e necessita de intensa luz solar para sobreviver, destacando-se também por ser uma espécie de crescimento rápido.

Há informações limitadas na bibliografia disponível a respeito do tachi da várzea, especialmente quanto ao desempenho em plantios, o que evidencia a necessidade de mais estudos sobre a espécie.

Objetivo Geral

Analisar o crescimento inicial e sobrevivência de plantio de enriquecimento com seis espécies nativas da Amazônia durante a fase juvenil em campo, com a finalidade de subsidiar projetos de recomposição vegetal.

Objetivos Específicos

- Analisar a sobrevivência das espécies
- Acompanhar o crescimento das mudas
- Analisar a influência das variáveis ambientais no desenvolvimento das plantas

Literatura Citada

ARAÚJO, V. C. **Fenologia de essências florestais amazônicas**. Boletim de Pesquisas Florestais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. v. 4, p. 1-25, 1970.

ARONSON, J.; BRANCALION, P. H. S.; DURIGAN, G.; RODRIGUES, R. R.; ENGEL, V. L.; TABARELLI, M.; TOREZAN, J. M. D.; GANDOLFI, S.; MELO, A. C. G.; KAGEYAMA, P. Y.; MARQUES, M. C. M.; NAVE, A. G.; MARTINS, S. V.; GANDARA, F. B.; REIS, A.; BARBOSA, L. M.; SCARANO, F. R. What role should government regulation play in ecological restoration?: ongoing debate in São Paulo State, Brazil. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 6, p. 690-695, 2011.

AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; MACHADO, S. A. Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Floresta**, v. 38, p. 53-69, 2008.

AZEVEDO, I. M. G.; BARBOSA, A. P.; MENDONÇA, M. S. Production of *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd seedlings with high Quality Standard, making possible environmental valorization. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 3, p. 2201-2213, 2018.

BANKS-LEITE, C.; PARDINI, R.; TAMBOSI, L. R.; PEARSE, W. D.; BUENO, A. A.; BRUSCAGIN, R. T.; CONDEZ, T. H.; DIXO, M.; IGARI, A. T.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. **Science**, v. 345, p. 1041-1045, 2014.

BARBOSA, A.; MOÇAMBITE, A.; MORELLATO, P.; MATOS, C. B. E. Reproductive phenology of *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) in two forest areas of the Central Amazon. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 3, p. 714-724, 2018.

BARBOSA, J. M.; BARBOSA, L. M. Avaliação dos substratos, temperaturas de germinação e potencial de armazenamento de sementes de três frutíferas silvestres. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.10, p. 152-160, 1985.

BATISTA, C. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. A. D.; ZANATTO, A. C. S.; SANTOS, P. C. D.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T. D.; SEBBENN, A. M. Estimativas de parâmetros genéticos e a variabilidade em procedências e progênes de *Handroanthus vellosi*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 269-276, 2012.

BRANCALION, P. H. S.; LIMA, L. R.; RODRIGUES, R. R. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. In: PERES, C.; BARLOW, J.; GARDNER, T.; VIEIRA, I. C. G. (Org.). **Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. 1ed. Curitiba: Editora UFPR, v. 1, p. 565-587, 2013.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, seção 1, p. 1, maio, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 15 de fevereiro de 2016. Dispõe sobre os procedimentos e critérios, no âmbito da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS/PA, para adesão ao Programa de Regularização Ambiental do Pará – PRA/PA, por proprietários e posseiros rurais, com fins à regularização ambiental de áreas alteradas e/ou degradadas, e dá outras providências. **Diário Oficial**

[do] Estado do Pará. Belém, PA, seção 33070, p. 23 a 25, fevereiro, 2016.

BRIENZA JÚNIOR, S. Enriquecimento de florestas secundárias como tecnologia de produção sustentável para a agricultura familiar. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 331-337, 2012.

CAMARGO, J. A. A. **Catálogo de árvores do Brasil**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília. 896 p. 2001.

CARVALHO, P. E. R. **Cumaru-Ferro (*Dipteryx odorata*)**. Comunicado Técnico, Embrapa, n. 225, 8 p, 2009.

CHAZDON, R. L.; HARVEY C, A.; KOMAR, O.; GRIFFITH, D. M.; FERGUSON, B. G.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MORALES, H.; NIGH, R.; SOTO-PINTO, L.; VAN BREUGEL, M.; PHILPOTT, S. M. Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in human-modified tropical landscapes. **Biotropica**. v. 41, p. 142–153, 2009.

COSTA, G. G.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*), **Acta Amazonica**, vol. 37, nº. 2, pp. 229–234, 2007.

COSTA, W. S.; SOUZA, A. L.; SOUZA, P. B. **Jatobá, *Hymenaea courbaril* L.** Ecologia, Manejo, Silvicultura e Tecnologia de Espécies Nativas da Mata Atlântica. Projeto: Prospecção do Conhecimento Científico de Espécies Florestais Nativas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa - MG, 21 p. 2011.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n.2, p. 161-165, 2001.

DIONÍSIO, L. F. S.; BONFIM FILHO, O. S.; CRIVELLI, B. R. S.; GOMES, J. P.; OLIVEIRA, M. H. S.; CARVALHO, J. O. P. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. **Agro@mbiente On-line**, v. 10, p. 243-252, 2016.

EMBRAPA Amazônia Oriental. **Cumaru: *Dipteryx odorata***. Belém: Embrapa (Embrapa-CPATU. Espécies Arbóreas da Amazônia). 6 p. 2004.

FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* DC): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. **Acta amazônica**, v. 32, n.4, p. 647-661, 2002.

FRAGOSO, R. O.; TEMPONI, L. G.; GUIMARAES, A. T. B.; BONINI, A. K. Desenvolvimento de espécies arbóreas nativas em uma área reflorestada do corredor de biodiversidade Santa Maria - PR. **Revista Árvore**, v. 38, p. 1003-1013, 2014.

FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ARBOZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M. I. A.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação de nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, v. 3, n. 7, p. 73-77, 1995.

GARCIA, L. C.; MORAES, R. P.; LIMA, R. M. B. Tolerância à dessecação de sementes de *Cenostigma tocantinum* Ducke. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 3, p. 172-176, 2008.

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.

HALLE, S. Present state and future perspectives of restoration ecology – introduction. **Restoration Ecology**, Tucson, v. 15, n. 2, p. 304-306, 2007.

HENRIQUES, L. C. M.; VICHATO, R. M.; VICHATO, M. Conservação de espécies florestais protegidas ou ameaçadas de extinção. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 15-24, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo, 104 p. 2013.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da Floresta Tropical. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, p. 27-48, 2003.

KUPTZ, D.; GRAMS, T. E. E. Light acclimation of four native tree species in felling gaps within a tropical mountain rainforest. **Trees**, Heidelberg, v. 24, p. 117-127, 2010.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTTA J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, Washington, v. 310, p. 1628-1632, 2005.

LIMA JUNIOR, M. J. V.; MENDES, A. M. S.; ARRUDA, Y. M. B. C. **Pau-pretinho - *Cenostigma tocantinum* Ducke**. Londrina: ABRATES, (Nota Técnica n. 5), 4 p. 2017.

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.

MALTAROLO, B. M.; LIMA, E. G. S.; NASCIMENTO, V. R.; CARDOSO, K. P. S.; OLIVEIRA, T. B.; SILVA, K. R. S.; PALHETA, J. G.; MACHADO, L. C.; COSTA, T. C.; SOUSA, J. C. M.; OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, R. C. L. Growth and Ecophysiological Processes in Seedlings of *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd Submitted to Two Water Conditions. **Journal of Plant Sciences**, v. 4, p. 113-118, 2016.

MANGUEIRA, J. R. S. A.; HOLL, K. D.; RODRIGUES, R. R. Enrichment planting to restore degraded tropical forest fragments in Brazil, **Ecosystems and People**, v. 15, n. 1, p. 3-10. 2019.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**: no contexto do Novo Código Florestal. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, v. 1, 220 p. 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, E. **Polygonaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB24344>>. Acesso em: 24 dez. 2018.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. adenotricha (Ducke) Lee & lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 20-28, 2004.

MILLET, J.; TRAN, N.; VIEN NGOC, N.; TRAN THI, T.; PRAT, D. Enrichment planting of native species for biodiversity conservation in a logged tree plantation in Vietnam. **New Forests**, Dordrecht, v. 44, p. 369-383, 2013.

MONTEIRO, S. M.; PINTO A. M.; BARBOSA A. P. Fenologia de *Hymenaea intermedia* Ducke na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) e Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST) nos últimos dez anos. In: I CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq - PAIC/FAPEAM, 2012. **Anais eletrônicos...** Manaus. Disponível em: <repositorio.inpa.gov.br/bitstream/123/.../SUELEN%20MICHILES%20MONTEIRO.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2018.

MORI, E. S.; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P.; MARTINS, R. B. **Sementes Florestais - Guia para Germinação de 100 Espécies Nativas**. 1a. ed. São Paulo: Instituto Refloresta, v. 1. 160 p. 2012.

NELSON, M.; SILVERSTONE, S.; REISS, K. C.; VAKIL, T.; ROBERTSON, M. Enriched secondary subtropical forest through line-planting for sustainable timber production in Puerto Rico. **Bois et Forêts des Tropiques**, Montpellier, v. 3, n. 309, p. 51-61, 2011.

PAQUETTE, A.; HAWRYSHYN J.; SENIKAS A. V.; POTVIN, C. Enrichment planting in secondary forests: a promising clean development mechanism to increase terrestrial carbon sinks. **Ecology and Society**, v. 14, n. 1: 31, 2009.

PICKETT, S. T. A. Differential adaptation of tropical species to canopy gaps and its role in community dynamics. **Tropical Ecology**, v. 24, p. 219-228, 1983.

PILON, N. A. L.; BUISSON, E.; DURIGAN, G. Restoring Brazilian savanna ground layer vegetation by topsoil and hay transfer. **Restoration Ecology**, p. 73-81, 2017.

PINTO, A. M.; MORELLATO, L. P. C.; BARBOSA, A. P. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. **Acta amazônica**, v.38, n.4, p.643-650, 2008.

RISTAU, A. C. P.; CRUZ, M. S. F. V.; REGO, C. A. R. M.; BRAZ, H.; OLIVEIRA, S. S.; COSTA, B. PENHA.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C.; TSUTSUMI, C. Y. Biometric Characterisation and Physiological Quality of Seeds of *Hymenaea courbaril* L. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 26, p. 1-9, 2018.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ARONSON, J.; BARRETO, T. E.; VIDAL, C.Y.; BRANCALION, P. H. S. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forestry Ecology and Management**. v. 261, p. 1605-1613, 2011.

RONDON-NETO, R. M.; LAGE, C. A.; BILIBIO, F.; SANTOS, A. R. Enriquecimento de floresta secundária com cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) e sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.), em Alta Floresta (MT). **Ambiência**, Gurapuava-PR, v. 7, n. 1, p. 103-109, 2011.

SALOMÃO, R. P.; BRIENZA JUNIOR, S.; ROSA, N. A. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 1-24, 2014.

SAMILA, J. A.; FRANCO, F. S.; RODRIGUES, F. C. M. P. Funcionalidade ecológica de modelos de restauração: microbacia do Ribeirão Pirai, Cabreúva, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 29, p. 181-197, 2017.

SANTOS, A. M.; MITJA, D. Pastagens arborizadas no projeto de assentamento Benfica, município de Itupiranga, Pará, Brasil. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p.919- 930, 2011.

SCHULZE, M. Technical and financial analysis of enrichment planting in logging gaps as a potential component of forest management in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, New South Wales, v. 255, p. 866-879, 2008.

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

SILVA, A. T.; SANTANA, C. A. A. **Manual de Identificação de Mudras de Espécies Florestais da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 122 p. 2009.

- SILVA, F. R. P.; ALMEIDA, S. S. M. S. Análise fitoquímica e microbiológica das atividades do extrato bruto etanólico da andiroba, *Carapa guianensis* Aubl. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 4, p. 10-14, 2014.
- SILVA, P. T. E.; BRIENZA JUNIOR, S.; YARED, J. A. G.; BARROS, P. L. C.; MACIEL, M. N. M. Principais espécies florestais utilizadas em sistemas agroflorestais na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 49, p.127-144, jan-jun. 2008.
- SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B.; ROSSI, L. M. B. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 40, p. 127-134, 2010.
- TONINI, H.; COSTA, P.; KAMISKI, P. E. Estrutura, distribuição espacial e produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) no sul do estado de Roraima. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 3, p. 247-255, 2009.
- UCHIDA, T.; CAMPOS, M. A. A. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de cumaru (*Diperyx odorata* (Aubl.) Willd – Fabaceae), cultivadas em viveiro. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 1, p. 107-114, 2000.
- VIEIRA, D. L. M.; SCARIOT, A. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. **Restoration Ecology**, Malden, v. 14, n. p. 11-20, 2006.
- VIEIRA, L. S. **Recomposição de Reserva Legal na região do Tapajós: Identificação de espécies e Sistemas Silviculturais**. Belém, 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.
- VIEIRA, D. S.; OLIVEIRA, M. L. R.; GAMA, J. R. V.; LAFETA, B. O.; REGO, A. K. C.; BEZERRA, T. G. Sampling processes for *Carapa guianensis* Aubl. in the Amazon. **Cerne**, v. 24, p. 169-179, 2018.
- WARWICK, M. C.; LEWIS, G. P. A. Revision of *Cenostigma* (Leguminosae–Caesalpinioideae – Caesalpinieae), a genus endemic to Brazil. Royal Botanic Gardens, **Kew**, v. 64, p.135-146, 2009.
- ZAPPI, D. C, et al. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, p. 1085-1113, 2015.

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

Artigo 1

SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES NATIVAS EM PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO EM ÁREA DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DA UHE DE BELO MONTE

1 **Sobrevivência e crescimento inicial de espécies nativas em plantio de**
2 **enriquecimento em área de recomposição florestal da UHE de Belo Monte**

3

4 **RESUMO**

5 O desenvolvimento de espécies arbóreas nativas em plantios de enriquecimento pode
6 ser afetado por uma série de aspectos ecológicos, com impacto direto na escolha das
7 espécies adequadas. O presente estudo teve como objetivo analisar o crescimento inicial
8 e a sobrevivência de seis espécies nativas da Amazônia condicionadas à variação na
9 fertilidade do solo e interação biológica com outras plantas e animais, durante o
10 estabelecimento inicial em campo de um plantio de enriquecimento. Foram instaladas
11 de forma sistemática 147 parcelas de 800 m² em uma área de 147,26 ha localizada no
12 município de Vitória do Xingu, PA. Os dados de sobrevivência e crescimento foram
13 coletados 30 e 180 dias após o plantio. Foram considerados na análise os fatores
14 referentes ao estrato herbáceo, árvores adjacentes, fertilidade do solo, vestígio de fauna
15 e estado fitossanitário das mudas. Dentre os principais resultados obtidos destacam-se:
16 (i) *H. intermedia* apresentou o maior número de indivíduos mortos; (ii) apesar do *C.*
17 *tocantinum* ter denotado maior taxa de crescimento absoluto, o crescimento em altura
18 foi similar entre as espécies; (iii) o estrato herbáceo e as árvores adjacentes não
19 provocaram nenhuma influência no desenvolvimento das plantas; (iv) a variação na
20 fertilidade do solo entre as parcelas não foi suficiente para influenciar o crescimento das
21 mudas; (v) a ocorrência de animais dentro das parcelas não teve qualquer interferência
22 sobre as plantas analisadas; e (vi) a ocorrência de plantas vivas foi notoriamente
23 predominante em mudas com fitossanidade sadia. Nesse contexto, conclui-se que as
24 espécies analisadas respondem às condições ambientais de maneira equivalente.

25

26

27 **PALAVRAS-CHAVE:** plantio de essências nativas; desenvolvimento das plantas;
28 fatores ecológicos; condições ambientais; recomposição vegetal.

29

30 **INTRODUÇÃO**

31 Plantio de enriquecimento consiste na introdução de espécies arbóreas, para fins
32 de recomposição florestal ou exploração econômica, em áreas onde a regeneração
33 natural é insuficiente para gerar uma floresta rica em espécies comerciais e/ou de alto
34 valor ecológico (Lamprechet 1990). A técnica vem sendo empregada na África e em
35 outras zonas tropicais há mais de meio século, com extensa variedade de métodos,
36 sendo citada como a estratégia com maior êxito em restauração de florestas secundárias
37 (Lamb *et al.* 2005; Gardner *et al.* 2009; Keefe *et al.* 2009; Lacerda e Figueiredo 2009;

38 Gomes *et al.* 2010; Nelson *et al.* 2011; Brancalion *et al.* 2013; Melo *et al.* 2013).

39 Chiamolera *et al.* (2011) acrescentam que a técnica de enriquecimento neste tipo
40 de vegetação é uma estratégia que beneficia a atração da fauna que anteriormente existia
41 na área, resgatando parte da diversidade biológica e das interações ecológicas,
42 propiciando assim o retorno de propágulos. Além disso, promove o aceleração do
43 processo de sucessão da floresta, recuperando os serviços ecossistêmicos perdidos com
44 a degradação dos ambientes (Arroyo-Rodríguez *et al.* 2009; Rey Benayas *et al.* 2009;
45 Rodrigues *et al.* 2009; Bertacchi *et al.* 2015; Bongers *et al.* 2015).

46 Rodrigues *et al.* (2009) enfatizam a escolha das espécies como fator
47 determinante no desempenho da restauração florestal, por serem de grande influência na
48 formação de florestas biologicamente viáveis que contribuam para a reabilitação da
49 biodiversidade de ambientes alterados. Porém, ainda há muito a ser aprendido sobre as
50 especificidades das muitas espécies que estão disponíveis para a aplicação do plantio de
51 enriquecimento, assim como a respeito dos fatores que influenciam nos atributos dos
52 ecossistemas (Melo *et al.* 2004; Paquette *et al.* 2006; Suganuma *et al.* 2018).

53 A fertilidade do solo pode influenciar o estabelecimento inicial de espécies
54 florestais em plantios de recomposição florestal (Campoe *et al.* 2014), de tal forma que
55 a variação natural dos atributos da fertilidade do solo em uma extensa área pode ser
56 determinante para o sucesso das espécies e, conseqüentemente, seleção das espécies
57 plantadas.

58 Além disso, em plantios de enriquecimento, a competição por recursos (luz, água
59 e nutrientes) com árvores que ocupam o dossel e plantas no sub-bosque também pode
60 afetar o desempenho inicial das mudas (Ådjers *et al.* 1995; Santos *et al.* 2020).

61 A Licença de Operação (LO 1317/2015) da Usina Hidrelétrica de Belo Monte,

62 situada no estado do Pará, teve com uma das condicionantes das Autorizações de
63 Supressão Vegetal a compensação de Áreas de Preservação Permanente (APP), por
64 meio de recomposição florestal. Como estratégia de recomposição a ser implantada, o
65 plantio de enriquecimento foi escolhido pela empresa considerando sua frequente
66 aplicação no aumento da densidade de espécies arbóreas.

67 Neste contexto, considerando a sobreposição de fatores que afetam o
68 desenvolvimento das espécies em plantios de enriquecimento, esse trabalho visa avaliar
69 quais são os fatores ou condições adequadas para a viabilidade do plantio de
70 enriquecimento, analisando os efeitos de competição da flora local, características do
71 solo associados ao crescimento e sobrevivência.

72 Portanto, o objetivo da presente pesquisa foi analisar o crescimento inicial e
73 sobrevivência de plantio de enriquecimento com seis espécies nativas da Amazônia
74 durante a fase juvenil em campo, com a finalidade de subsidiar projetos de
75 recomposição vegetal.

76

77 **MATERIAIS E MÉTODOS**

78 **Área de Estudo**

79 As áreas de plantio estão situadas em ambientes de floresta secundária nas
80 coordenadas -03°22'50" Sul e -51°53'63" Oeste, na margem esquerda do Rio Xingu,
81 Município de Vitória do Xingu-PA com histórico de uso de atividades antrópicas como
82 a pecuária. O perímetro total planejado para o enriquecimento com espécies florestais
83 equivale a 147,26 hectares, de domínio da empresa Norte Energia S/A.

84 As extensões se referem a um conglomerado de terras adquiridas por meio de
85 desapropriações por utilidade pública com alto grau de atividades na cobertura do solo

86 em razão de serem afetadas pela UHE de Belo Monte.

87 De acordo com a categorização climática de Köppen-Geiger, o clima da área é
88 definido como tropical, com temperaturas médias de 26,8°C e precipitação
89 pluviométrica anual por volta de 2.013 mm (Silva *et al.* 2009).

90 Os solos dominantes na área de estudo são pertencentes às classes dos
91 Argissolos e Latossolos, ambos constituídos por material mineral, apresentando-se nas
92 cores amareladas, amarelo-avermelhadas e avermelhadas, com boas propriedades físicas
93 e baixa fertilidade natural (Venturieri *et al.* 2010).

94

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

96 As mudas plantadas no experimento foram desenvolvidas pela empresa Norte
97 Energia S. A no viveiro situado no Centro de Estudos Ambientais (CEA), apresentando-
98 se aptas para o plantio com boas características fisiológicas e morfológicas. As mesmas
99 antes de serem transportadas para o campo passaram pelo tratamento de rustificação
100 pela empresa, visando prepará-las para as condições adversas no local definitivo do
101 plantio.

102 A empresa realizou a análise e a escolha das mudas antes da retirada do viveiro,
103 desconsiderando as maiores que 50 cm pela razão de apresentarem raízes muito
104 desenvolvidas, o que poderia motivar envelhecimento e reduzir a probabilidade de
105 adaptação em campo.

106 Na presente pesquisa, as seis espécies nativas da Amazônia estudadas foram:
107 *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), *Dipteryx odorata* Aubl. Willd. (cumaru),
108 *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Hymenaea intermedia* Ducke (jutaí), *Cenostigma*
109 *tocantinum* Ducke (macharimbé) e *Triplaris weigeltiana* (Rchb.) Kuntze (tachi da

110 varzea).

111

112 **Plantio**

113 O estabelecimento dos procedimentos de plantio realizados pela empresa
114 ocorreu em 13 de fevereiro de 2018 com a marcação dos pontos por GPS, abertura de
115 picadas e capina do local das covas. O acesso por picadas foi realizado com base nos
116 pontos geográficos determinados em escritório, por geoprocessamento, com largura de
117 um metro para o acesso das mudas.

118 O espaçamento entre linhas e entre covas foi de nove metros. A capina de
119 coroamento com uso de enxada teve um metro de diâmetro e as covas foram abertas
120 com 30 cm de profundidade.

121 A adubação de fundação em cova correspondeu a 200 g de superfosfato simples,
122 considerando que o adubo apresenta 18% de P_2O_5 , sendo fornecidos 36 g de P_2O_5 por
123 planta. As mudas foram distribuídas em campo de forma a se ter a máxima diversidade
124 de espécies em cada talhão, evitando-se a repetição de espécies nas linhas de plantio.

125 A extensão de plantio para as seis espécies foi subdividida em 39 talhões com
126 tamanhos variados, com um total de 607 mudas plantadas (jutaí: 167, jatobá: 155,
127 macharimbé: 90, tachi da várzea: 72, cumaru: 68, e andiroba: 55).

128

129 **Instalação das parcelas amostrais**

130 Para avaliação das mudas plantadas, dos 147,26 hectares totais de floresta
131 enriquecida, foram instaladas uma parcela para cada um hectare, totalizando 147
132 parcelas. A localização das parcelas foi determinada de forma sistemática via rede de
133 pontos com 100 m de distância de cada parcela, sendo a primeira unidade de amostra

134 aleatorizada e as demais distribuídas de forma equidistante conforme metodologia de
135 Péllico Netto e Brena (1997) em que a escolha das parcelas é realizada adotando-se uma
136 rede de pontos, com distâncias predefinidas, possibilitando deste modo maior
137 representatividade da área.

138 A área das parcelas instaladas foi de 800 m² de tamanho (20 m x 40 m). Todas as
139 unidades amostrais foram instaladas no sentido Norte–Sul ou Sul–Norte, a depender do
140 perímetro de cada talhão.

141

142 **Avaliação de sobrevivência e crescimento**

143 A sobrevivência das espécies, assim como a medição da altura com fita métrica,
144 foi realizada aos 30 e 180 dias após o plantio.

145

146 **Estrato herbáceo e árvores vizinhas**

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

153

154 **Fertilidade do Solo**

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

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

163 Os aspectos químicos e da fertilidade do solo avaliados foram: pH em água, teor
164 de fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al),
165 saturação de Alumínio (m), Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica (CTC)
166 efetiva e a pH 7.0, saturação de bases, teor de matéria orgânica, índice de saturação Na,
167 H+Al 5 e relações: Ca/K, Mg/K, Ca/Mg.

168 As análises químicas, seguiram Rodrigues *et al.* (2016) e Fernandes *et al.* (2013)
169 analisando: P, K, Ca, Mg, Na e Al, nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm. Os procedimentos
170 para desenvolvimento das análises dos solos em laboratório foram realizados conforme
171 metodologia de Silva *et al.* (1998).

172

173 **Vestígio de Fauna**

174 Nas parcelas, 30 dias após o plantio, foram identificados vestígios ou presença
175 de fauna através da observação da existência de ninhos, fezes, pegadas e tocas,
176 conforme metodologia adaptada de Martins e Oliveira (1998), foram percorridas as
177 áreas das parcelas visando obter o registro visual ou vestígios dos animais.

178

179 **Estado fitossanitário das mudas**

180 Foram avaliadas as condições fitossanitárias das mudas em campo classificando-
181 as em uma das seguintes condições: sadia, atacada por praga ou atacada por doença

182 conforme metodologia adaptada de Silva Filho *et al.* (2002).

183

184 **Análises estatísticas**

185 Todos os testes estatísticos tiveram alfa padrão de 5%. Para comparar a
186 ocorrência de plantas mortas, vivas, falhas e sem folha/rebrota entre a primeira e a
187 segunda medição, foi utilizado o teste do Qui-quadrado. Para verificar se as espécies
188 possuem crescimento em altura diferente os dados foram submetidos à análise de
189 variância (ANOVA) de medidas repetidas.

190 Foram calculadas a taxa de crescimento absoluto (TCA), definidas pela
191 diferença entre as medidas das alturas nos dois períodos, e a taxa de crescimento
192 relativo (TCR) estimada conforme Bugbee (1996). Para análise dos resultados
193 referentes a estrato herbáceo e árvores vizinhas, os dados foram submetidos à ANOVA.

194 Quanto a fertilidade do solo para verificar quais características do solo foram
195 mais relevantes para a ordenação das parcelas amostrais, optou-se por realizar a Análise
196 de Componentes Principais ou PCA (Principal Component Analysis), que é uma técnica
197 de análise multivariada que pode ser usada para analisar inter-relações entre um grande
198 número de variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes
199 (Legender e Legender 2012).

200 Para analisar se os nutrientes do solo afetaram o crescimento das plantas, foi
201 utilizada uma análise de Correlação de Pearson entre a variável abstrata nutriente e a
202 média de tamanho das plantas por parcela, para cada medição e profundidade do solo.

203 Para verificar se a ocorrência de plantas mortas ou vivas estava sendo
204 influenciada pelos vestígios de fauna, optou-se por utilizar o teste do Qui-quadrado.

205 Para a comparação com os dados de crescimento em altura das plantas foi utilizada

206 ANOVA.

207 Para analisar os dados relacionados ao estado fitossanitário das mudas com a
208 taxa de sobrevivência das plantas utilizou-se o teste do Qui-quadrado e para comparar
209 com a taxa de crescimento foi utilizada ANOVA. Vale ressaltar, que para a realização
210 de todas as análises estatísticas descritas neste trabalho utilizou-se os softwares:
211 Statistica 8.0 e SPSS Statistics 20.

212

213 **RESULTADOS**

214 O número de indivíduos sobreviventes e mortos aos 30 dias não foi diferente
215 entre as espécies ($p = 0,235$). Contudo, na medição realizada aos 180 dias houve uma
216 distinção no comportamento das espécies ($p = 0,004$), sendo que *H. courbaril*
217 apresentou a maior porcentagem de indivíduos mortos (22,5%), *H. intermedia* a mais
218 alta porcentagem de indivíduos sem folha/rebrota (12,6%) e também maior valor de
219 plantas vivas (75,4%) (Tabela 1).

220 No que se refere à comparação do desenvolvimento em altura das seis espécies,
221 o resultado obtido através da ANOVA constatou que não houve uma diferença
222 significativa ($p: 0,176$). Ou seja, as espécies apresentaram crescimentos semelhantes
223 entre si (Figura 1).

224 Em relação à taxa de crescimento absoluto, *C. tocaninum* apresentou o valor
225 mais alto (12,74 cm) e *C. guianensis* obteve o menor valor (4,25 cm). Em
226 contrapartida, quanto à taxa de crescimento relativo, *H. courbaril* apresentou o melhor
227 resultado (3,47 cm/mês) e *C. tocaninum* (2,99 cm/mês) e *D. odorata* (2,91 cm/mês) os
228 valores mais baixos (Tabela 2).

229

230 O estrato herbáceo foi classificado de acordo com as espécies mais abundantes,
231 sendo categorizado em: areceae (família das palmeiras), *Bambusa* Schreb (taboca),
232 *Canna glauca* L (helicônia - bananeira do mato), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott
233 samambaia (vegetais vasculares), *Pennisetum purpureum* Schum. (gata loura),
234 *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs (capim mombaça), *Cyperus*
235 *haspan* L. (tiririca - planta daninha), *Brachiaria Brizantha* cv Marandu (capim
236 braquiarião), *Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov. (capim quicuío), *Xylopia*
237 *aromatica* (Lam.) Mart. (pimenta-de-macaco), *Guzmania lingulata* (L.) Mez (bromélia),
238 *Etilingera elatior* (Jack) R.M. Sm. (bastão do imperador), e ausente, para as parcelas em
239 que não havia vegetação até 1,5 metros de altura.

240 Quando comparado os dados de crescimento das plantas nos diferentes estratos
241 herbáceos, apesar dos indivíduos apresentarem maiores valores de altura nas condições
242 com predominância de palmeiras e arbustos semi-lenhosos, verificou-se que não houve
243 diferença estatística significativa no desenvolvimento das mudas nas várias categorias (p
244 = 0,497) (Figura 2).

245 No que se refere à análise das árvores vizinhas não houve diferenças estatísticas
246 significativas ($p = 0,997$). A maior média de altura (90 cm) foi para *Swietenia*
247 *macrophylla* King (mogno) como árvore adjacente, enquanto que a menor média (17
248 cm) foi para o *Astrocaryum aculeatum* Meyer (tucumã) (Figura 3).

249 Ao analisar quais aspectos químicos do solo foram mais importantes na
250 ordenação das parcelas amostrais, os dados da PCA indicaram que na profundidade de
251 0-20 cm, os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicam 57,6%
252 da variação total do conjunto de dados (Figura 4), sendo os parâmetros de saturação de
253 bases, saturação de cálcio, teor de cálcio, saturação de alumínio e pH os aspectos do

254 solo determinantes para a ordenação das parcelas (Tabela 3).

255 Na profundidade de 20-40 cm, os dois primeiros eixos da análise foram
256 responsáveis por explicar 59% da variação dos dados (Figura 5), e os parâmetros de
257 saturação de bases, saturação de cálcio, saturação de alumínio, pH em H₂O 6 foram os
258 fatores mais importantes para a ordenação das parcelas (Tabela 3).

259 Diante disso, buscando averiguar se os nutrientes do solo estariam influenciando
260 no crescimento das plantas, os resultados das análises de correlação de Pearson para a
261 profundidade de 0-20 cm indicaram que embora haja uma variação na quantidade de
262 nutrientes entre as amostras, essa variação não foi suficiente para definir um gradiente
263 (de baixo a alto), ou seja, parcelas com poucos nutrientes ou muito ricas, logo, a
264 variação dos aspectos químicos do solo nos locais onde foi realizada a coleta não
265 afetaram a média de crescimento das plantas. Somente a relação de Ca/K teve uma fraca
266 correlação positiva com a taxa de crescimento (0,171) (Tabela 4).

267 Em relação à profundidade de 20-40 cm, de modo similar ao resultado anterior,
268 foi constatado apenas uma fraca relação de Ca/K com o crescimento das plantas, tanto
269 na primeira medição (0,202) quanto na segunda (0,193) (Tabela 5). Portanto, de forma
270 definitiva, as variações dos aspectos químicos do solo não influenciaram de forma
271 significativa no crescimento das plantas.

272 No que se refere à relação da fauna sobre o desenvolvimento das plantas, foi
273 possível concluir que não houve diferença estatística entre os dados de sobrevivência (p
274 = 0,776) e nem de crescimento ($p = 0,712$) (Figura 6). Portanto, a ocorrência de animais
275 dentro das parcelas não teve qualquer interferência sobre as plantas analisadas.

276

277 Visando verificar se a condição fitossanitária das plantas estaria influenciando na

278 sobrevivência e no crescimento, os dados revelaram que houve uma diferença
279 significativa ($p < 0,001$) entre os resultados, de modo que a ocorrência de indivíduos
280 vivos é notoriamente predominante em mudas com fitossanidade sadia.

281 Por outro lado, em relação ao crescimento, apesar das mudas atacadas por pragas
282 apresentarem média de altura menor em relação às plantas sadias e às atacadas por
283 doença, não foi constatada uma diferença significativa desse parâmetro ($p: 0,289$)
284 (Figura 7).

285

286 **DISCUSSÃO**

287

288 Assim como observado nesta pesquisa, Paiva e Poggiani (2000), analisando a
289 mortalidade de mudas de cinco espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de
290 um fragmento florestal, constataram que *H. courbaril* apresentou o segundo maior
291 número de indivíduos mortos, de tal modo que a predação por mamíferos roedores, o
292 ataque de formigas e a queda de galhos secos seriam alguns dos fatores que teriam
293 influenciado nessa elevada taxa de mortalidade.

294 Em um trabalho realizado por Souza *et al.* (2015), ao analisarem a sobrevivência
295 de mudas produzidas a partir das sementes de sete matrizes de *Hymenaea martiana*
296 Hayne, foi possível observar a mortalidade das plantas oriundas somente de uma das
297 árvores. Diante disso, os resultados dessa pesquisa parecem indicar a existência de uma
298 variabilidade na capacidade de sobrevivência dos indivíduos pertencentes ao gênero
299 *Hymenaea*, corroborando, dessa forma, com os dados encontrados neste estudo, onde
300 foi possível observar que embora pertencentes ao mesmo gênero *H. courbaril*
301 apresentou maior mortalidade e *H. intermedia* maior sobrevivência.

302 Em relação ao crescimento das mudas, apesar de *C. tocantinum* ter apresentado a

303 maior taxa de crescimento absoluto exibiu o segundo menor valor para a taxa de
304 crescimento relativo, ou seja, apesar de ter sido encontrado para essa espécie a maior
305 diferença do crescimento em altura entre a primeira e a segunda medição, a taxa de
306 incremento médio mensal foi mais baixa do que o valor apresentado por quatro das
307 cinco espécies comparadas.

308 A maior taxa de crescimento absoluto apresentada por *C. tocaninum* entre as
309 espécies avaliadas corrobora com as descrições de crescimento rápido ressaltadas por
310 Garcia *et al.* (2008), Almeida *et al.* (2015) e Lima Junior *et al.* (2017), porém em
311 nenhum dos estudos foi citado índice de crescimento nem tal quanto encontrado na
312 literatura um valor médio de desenvolvimento.

313 O menor valor de TCA observado em *C. guianensis* difere do constatado por
314 Neves *et al.* (1993) em monitoramento de 360 dias em qual a mesma denotou um dos
315 melhores desempenhos em altura (1,65 m) em relação as outras espécies. Erdmann
316 (2015) também encontrou taxa divergente da presente pesquisa com altura média de
317 88,8 cm em acompanhamento de 270 dias.

318 A mais superior taxa de crescimento relativo (cm/mês) verificada em *H.*
319 *courbaril* distingue-se da classificação de crescimento intermediário (20,30 cm/ano)
320 conferida por Paiva e Poggiani (2000) em estudo similar. O menor valor de TCR visto
321 em *D. odorata* se afasta da mais ínfima altura analisadas por Lima *et al.* (2018) de 11,07
322 cm em período de dois meses para a espécie em trabalho que comparava diferentes
323 doses de fósforo no crescimento de mudas.

324 De modo geral, relativo aos resultados de sobrevivência e crescimento das
325 espécies, foi possível verificar que *H. courbaril* apresentou a maior taxa de mortalidade,
326 mas em contrapartida exibiu excelentes taxas de crescimento (absoluta e relativa). Nesse

327 sentido, corroborando com esses achados, Araújo (2009) infere que apesar da altura ser
328 um indicativo importante para avaliar o comportamento de espécies florestais em
329 relação aos fatores ambientais, nem sempre maior altura pode significar maior qualidade
330 de mudas, pois mudas muito altas podem comprometer o reflorestamento por
331 apresentarem menor taxa de crescimento e menor índice de sobrevivência em campo,
332 além de tombarem com mais facilidade.

333 Antes de iniciar a discussão dos resultados das análises relativas ao estrato
334 herbáceo, árvores adjacentes, fertilidade do solo, vestígio de fauna e estado
335 fitossanitário das mudas. É válido ressaltar que para avaliar a influência desses fatores
336 ecológicos sobre o desenvolvimento das plantas levou-se em consideração os dados de
337 sobrevivência e crescimento de forma geral, pois caso fosse realizada a comparação por
338 espécie com esses parâmetros ecológicos poderia ser cometido o denominado na
339 estatística de erro do Tipo 2, que consiste em encontrar diferenças estatísticas
340 simplesmente pelo acaso.

341 Sabe-se que a competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo
342 local em um determinado período de tempo pode prejudicar a sobrevivência e o
343 estabelecimento das mudas em campo. Conforme evidenciado por Zanini e Santos
344 (2004) as espécies podem competir entre si (intraespecífica) e com outras espécies
345 (interespecíficas) pelos recursos do meio, tais como luz, água e nutrientes, acarretando
346 em prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, no sucesso do
347 cumprimento dos objetivos da restauração florestal.

348 Em relação à interferência do estrato herbáceo sobre o desenvolvimento das
349 mudas, este estudo constatou que a ocorrência e a composição da vegetação herbácea
350 não tiveram nenhuma influência no crescimento das plantas, divergindo dos resultados

351 encontrados na pesquisa de Vieira e Pessoa (2001) ao realizarem o levantamento da
352 composição florística e da estrutura do componente herbáceo/subarbusivo em um pasto
353 abandonado com o intuito de auxiliar iniciativas de restauração de áreas degradadas. Os
354 referidos pesquisadores concluíram que o predomínio de gramíneas e ervas perenes
355 provenientes da interferência antrópica na área estudada apresentaram implicações
356 diretas na competição por nutrientes e água do solo com as plântulas de espécies
357 arbóreas, interferindo diretamente no estabelecimento e crescimento dos indivíduos
358 lenhosos.

359 Ainda de acordo com Zanini e Santos (2004), a habilidade competitiva dos
360 sistemas radiculares das plantas pode ser crucial na captação de água e nutrientes do
361 solo, uma vez que plantas maiores apresentam melhor capacidade de capturar nutrientes
362 de manchas enriquecidas do solo do que plantas menores, sobretudo devido à
363 superioridade competitiva dos sistemas radiculares das árvores adultas, que apresentam
364 melhores condições de taxa de crescimento relativo, biomassa, densidade de pelos
365 radiculares e área superficial total. Contudo, apesar de ser comprovado na literatura que
366 a competição entre as plantas acarreta em prejuízos ao seu desenvolvimento, na presente
367 pesquisa não houve qualquer influência da ocorrência de árvores adjacentes no
368 incremento em altura das mudas estudadas, uma vez que mesmo havendo a ausência de
369 indivíduos arbóreos próximos as mudas, a taxa de crescimento em altura foi similar aos
370 valores encontrados para as plantas as quais foram registradas a presença de árvores
371 adjacentes.

372 Do mesmo modo, apesar das árvores vizinhas comporem diferentes grupos
373 ecológicos (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax), com diferentes
374 demandas por recursos, também não houve interferência da espécie das árvores

375 adjacentes sobre o crescimento em altura das mudas.

376 A ausência de efeito pode ser explicada, no caso das plantas presentes no sub-
377 bosque, pelo coroamento realizado no momento do plantio e abertura das linhas de
378 plantio que aliviaram a competição entre a vegetação e as mudas plantadas. Por outro
379 lado, a falta de tratamentos silviculturais para remoção de árvores maiores, com objetivo
380 de abrir o dossel e aumentar a disponibilidade de luz, pode ter acarretado a falta de
381 efeito das árvores adjacentes (Santos *et al.* 2020).

382 Conforme mencionam Vale Júnior *et al.* (2011), os solos da Amazônia são
383 considerados solos profundos, bem drenados, em geral com boas propriedades físicas,
384 mas de baixa fertilidade natural e acidez elevada, apresentando dentre outras
385 características, extrema pobreza em fósforo; saturação por alumínio alta; baixa CTC;
386 pobreza em macro e micronutrientes; reduzida fixação de fósforo; lençol freático
387 elevado na grande maioria dos solos; densidade do solo elevada; adensamento e
388 susceptibilidade à compactação; e susceptibilidade a erosão.

389 Nesse sentido, apesar de ser de conhecimento de todos que a conversão da
390 floresta em sistemas agrícolas ou em áreas de pastagens tem contribuído para o processo
391 de degradação acarretando na perda ainda maior de nutrientes do solo. Na literatura
392 ainda são escassos os trabalhos que tratam a respeito do efeito do gradiente natural de
393 fertilidade do solo sobre o desenvolvimento de espécies nativas em áreas de florestas
394 secundárias provenientes das ações antrópicas.

395 Especificamente no que se refere aos resultados obtidos na presente pesquisa, a
396 partir dos dados relativos aos aspectos químicos do solo, apesar de haver uma variação
397 natural no gradiente de nutrientes do ambiente, essa não foi suficiente para afetar
398 significativamente o crescimento das plantas em diferentes parcelas. Resultado

399 semelhante foi encontrado por Venturoli *et al.* (2011) ao avaliarem o desenvolvimento
400 inicial de duas espécies em um gradiente ambiental de um plantio de enriquecimento,
401 em que a variação na fertilidade do solo também não foi suficiente para influenciar os
402 incrementos em diâmetro e altura das espécies.

403 No caso da sobrevivência de mudas, o grande fluxo de animais dentro da floresta
404 é um vetor impactante, pois, Maran *et al.* (2015), ao analisarem a ação da fauna sobre a
405 sobrevivência de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um plantio de
406 enriquecimento, evidenciaram que a presença de animais atingiu de forma expressiva o
407 plantio de mudas pequenas, responsável pela remoção de 30,5% do total de indivíduos
408 plantados na área.

409 Corroborando esses achados, os resultados de Silva (2019) em trabalho sobre a
410 predação de mudas de castanheira em área de pastagem abandonada sob processo de
411 restauração florestal na Amazônia, mostraram que, de modo geral, a taxa de mortalidade
412 de mudas ocasionada por roedores foi de 29,69% após nove meses de plantio.

413 Deste modo, as informações encontradas na literatura divergem dos resultados
414 desta pesquisa, em que a ação da fauna foi praticamente inexistente, não havendo
415 interferência direta sobre os dados de sobrevivência e crescimento das mudas das
416 espécies nativas analisadas.

417 A disseminação de pragas e doenças provocada pela ocorrência de parasitas,
418 insetos, vírus, fungos e bactérias nas plantas é um dos fatores responsáveis por grandes
419 perdas em plantios de enriquecimento. Nesse sentido, Moressi *et al.* (2007) em trabalho
420 sobre a eficiência do controle mecânico de formigas cortadeiras no reflorestamento com
421 espécies nativas, concluíram que o controle mecânico apresentou resultados satisfatórios
422 e deve ser recomendado em reflorestamentos de áreas degradadas com espécies nativas,

423 uma vez que o controle sem barreira mecânica sofreu um desfolhamento de mais de
424 80% das mudas.

425 Dentro dessa perspectiva, Tonini *et al.* (2006) ao realizarem a avaliação de
426 espécies florestais (nativas e exóticas) visando a sua utilização em plantios diversos,
427 constataram que em relação ao ataque de pragas e doenças foram observadas injúrias de
428 média a alta intensidade de lagartas e fungos causadores de mancha-das-folhas em
429 *Carapa guianenses* Aubl., *Bertholletia excelsa* Bonpl., *Acacia mangium* Willd., e
430 *Tectona grandis* L.f.

431 Portanto, como na presente pesquisa foi constatado que houve influência do
432 estado fitossanitário das mudas com a taxa de sobrevivência, recomenda-se que um
433 estudo posterior seja realizado visando identificar as principais pragas e doenças que
434 incidem sobre as mudas dessas espécies, contendo dentre outras informações, a
435 caracterização dos danos causados nas plantas e as medidas de controle sugeridas.

436

437 **CONCLUSÕES**

438 Não foi observada diferença significativa na sobrevivência e crescimento entre
439 as espécies analisadas indicando que todas correspondem a condições ambientais de
440 maneira equivalente, sendo, portanto, recomendadas para utilização em plantios de
441 enriquecimento. É válido evidenciar que a variação dos nutrientes do solo e dos fatores
442 ecológicos nas parcelas não são fatores controlados, de tal modo que este estudo se
443 restringiu apenas a analisar a resposta das plantas em relação a um gradiente natural de
444 variação. Dessa forma, por não se dispor de um grupo controle e de um gradiente
445 controlado desses parâmetros, é normal que não haja variação suficiente nos parâmetros
446 físico-químicos do solo e nos diversos aspectos ecológicos analisados para provocar

447 diferentes respostas fisiológicas nas espécies, e conseqüentemente mudanças nas taxas
448 de sobrevivência e crescimento.

449

450 **AGRADECIMENTOS**

451

452 A empresa Norte Energia por viabilizar e permitir a realização da pesquisa na
453 área de estudo, tal como prestar todo o apoio e logística necessários.

454

455 **REFERÊNCIAS**

456

457 Ådjers, G; Hadenggan, S; Kuusipalo, J; Nuryanto, K; Vesa, L 1995. Enrichment
458 planting of dipterocarps in logged-over secondary forests: effect of width, direction and
459 maintenance method of planting line on selected *Shorea* species. *Foresty Ecology and*
460 *Management* 73:259-270.

461

462 Almeida, FV; LOPES, MTG; VALENTE, MSF; BENTES, JLS 2015. Diversidade
463 genética entre e dentro de populações de *Cenostigma tocantinum* Ducke. *Scientia*
464 *Forestalis*, 43: 745-749.

465

466 Araújo, DD 2009. *Crescimento de mudas de jatobá (Hymenaea courbaril L.) sob quatro*
467 *níveis de sombreamento*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural da
468 Amazônia/ Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. 65p.

469

470 Arroyo-Rodríguez, V; Pineda, E; Escobar, F; Benítez-Malvido, J 2009. Value of small
471 patches in the conservation of plant-species diversity in highly fragmented rainforest.
472 *Conservation Biology* 23: 729-739.

473

474 Bertacchi, MIF; Amazonas, NT; Brancalion, PHS; Brondani, GE; Oliveira, ACS;
475 Pascoa, MAR; Rodrigues, RR 2015. Establishment of tree seedlings in the understory of
476 restoration plantations: natural regeneration and enrichment plantings. *Restoration*
477 *Ecology* 24: 100-108.

478

479 Bongers, F; Chazdon, RL; Meave, JA; Norden, N; Santos, BA; Leal, IR; Tabarelli, M.
480 2015. Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new
481 insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research.
482 *Biological Reviews* 92: 326-340.

483

484 Brancalion, PHS; Melo, FPL; Tabarelli, M; Rodrigues, RR 2013. Biodiversity
485 persistence in highly human-modified tropical landscapes depends on ecological
486 restoration. *Tropical Conservation Science*, 6: 705-710.

- 487
488 Bugbee, BG 1996. Growth, analyses and yield components. In: SALISBURY, F. B.
489 (Ed.). *Units, symbols and terminology for plant physiology*. Oxford: Oxford University
490 Press p.115-119.
- 491
492 Campoe, OC; Iannelli, C; Stape, JL; Cook, RL; Mendes, JCT; Vivian, R 2014. Atlantic
493 forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration
494 plantation: From leaf physiology to survival and initial growth. *Forestry Ecology and*
495 *Management* 313: 233-242.
- 496
497 Chiamolera, LB; Angelo, AC; Boerger, MR 2011. Crescimento e sobrevivência de
498 quatro espécies florestais nativas plantadas em áreas com diferentes estágios de
499 sucessão no reservatório Iraí-PR. *Floresta*, 41: 765-778.
- 500
501 Erdmann, AAE 2015. *Comportamento silvicultural de espécies nativas usadas no*
502 *enriquecimento artificial de florestas alteradas na Amazônia, visando potencializar a*
503 *exploração econômica da Reserva Legal*. Dissertação de mestrado, Universidade de São
504 Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. 132p.
- 505
506 Fernandes, JS; Barreto, PAB; Conceição Júnior, V; Rocha, AJ; Amorim, CHF 2013.
507 Avaliação da qualidade de solo sob cultivo de *eucalyptus* em diferentes ciclos.
508 *Enciclopedia Biosfera* 9:352-361.
- 509
510 Garcia, LC; Moraes, RP; Lima, RMB 2008. Tolerância à dessecação de sementes de
511 *Cenostigma tocantinum* Ducke. *Revista Brasileira de Sementes* 30: 172-176.
- 512
513 Gardner, TA; Barlow, J; Chazdon, R; Ewers, RM; Harvey, CA; Peres, CA; Sodhi, NS
514 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology*
515 *Letters* 12: 561-582.
- 516
517 Gomes, JM; Carvalho, JOP; Silva, MG; Nobre, DNV; Taffarel, M.; Ferreira, JER;
518 Santos, RNJ 2010. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas
519 pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas
520 na Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 40: 171-178.
- 521
522 Keefe, K; Schulze, MD; Pinheiro, C; Zweede, JC; Zarin, D. 2009. Enrichment planting
523 as a silvicultural option in the eastern amazon: Case study of Fazenda Cauaxi. *Forest*
524 *Ecology and Management*. 258: 1950-1959.
- 525
526 Lacerda, DM; Figueiredo, PS 2009. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no
527 Município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias
528 de reflorestamento. *Acta Amazonica*, 39: 295-304.
- 529
530 Lamb, D; Erskine, PD; Parrotta JA 2005. Restoration of degraded tropical forest
531 landscapes. *Science*, Washington, 310: 1628-1632.
- 532
533 Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura nos trópicos: - ecossistemas florestais e respectivas*
534 *espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado*. Eschborn:

- 535 Instituto de Silvicultura da Universidade de Göttingen, GTZ, 343p.
536
- 537 Legendre, P. Legendre, L. 2012. *Numerical Ecology*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier
538 Scientific Publishing Company, 1006p.
539
- 540 Lima Junior, MJV; Mendes, AMS; Arruda, YMBC 2017. *Pau-pretinho-Cenostigma*
541 *tocantinum* Ducke. Londrina: ABRATES, (Nota Técnica n. 5), 4p.
542
- 543 Lima, GA; Rocha, BD; Rocha, JS; Alves, RNA; Oliveira, DV; Lobato, LFL; Figueira,
544 EPOF; Barbosa, KSS 2018. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de
545 mudas de cumaru. *Revista Agroecossistemas* 10: 136-146.
546
- 547 Maran, JC; Rosot, MAD; Rosot, NC; Radomski, MI; Cardoso, DJ; Lacerda, AEB;
548 Kellermann, B. 2015. Análise de sobrevivência em plantios de enriquecimento com
549 *Araucaria angustifolia* usando mudas de grande e pequeno porte. In: *Congresso*
550 *Florestal Paranaense*, 5, Curitiba. Novas tecnologias florestais: anais. [Curitiba]:
551 Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal, 2015
552 ([https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131748/1/2015-M.Augusta-CFP-](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131748/1/2015-M.Augusta-CFP-Analise.pdf)
553 *Analise.pdf*). Acesso em 16/12/2019.
554
- 555 Martins, M; Oliveira, ME 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus
556 Region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History*, 6: 78-150.
557
- 558 Melo, FPL; Arroyo-Rodríguez, V; Fahrig, L; Martínez-Ramos, M; Tabarelli, M. 2013.
559 On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends in Ecology e Evolution*
560 28: 462-468.
561
- 562 Melo, MGG; Mendonça, MS; Mendes, AMS 2004. Análise morfológica de sementes,
563 germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha*
564 (Ducke) Lee & lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Acta Amazonica*, 34: 20-28.
565
- 566 Moressi, M; Moraes Neto, A; Crepaldi, RA; Carbonari, V; Demétrio, MF; Silvestre, R.
567 2007. Eficiência do controle mecânico de formigas cortadeiras (*Atta laevigata*) no
568 reflorestamento com espécies nativas. *Biológico* 69(2): 471-473.
569
- 570 Neves, EJM; Silva, SEL; Matos, JCS; Canto, AC 1993. Comportamento de espécies
571 florestais a pleno sol e em linhas de enriquecimento em Manaus-AM. In: Congresso
572 Florestal Pan-americano, 1.; Congresso Florestal Brasileiro, 7., 1993, Curitiba. *Floresta*
573 *para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado*. anais... São Paulo:
574 SBS; SBEF. v. 2. p.756.
575
- 576 Nelson, M; Silverstone, S; Reiss, KC; Vakil, T; Robertson, M 2011. Enriched secondary
577 subtropical forest through line-planting for sustainable timber production in Puerto
578 Rico. *Bois et Forêts des Tropiques*, Montpellier, 3: 51-61.
579
- 580 Paquette, A; Bouchard, A; Cogliastro, A 2006. Survival and growth of under-planted
581 trees: a meta-analysis across four biomes. *Ecological Applications*, 16: 1575-1589.
582

- 583 Paiva, AV; Poggiani, F. 2000. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas
584 plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. *Scientia Forestalis* 2: 141-151.
585
- 586 Péllico Netto, S; Brena, DA 1997. *Inventário Florestal*, v. 1, Curitiba, PR, 316p.
587
- 588 Rey Benayas, JMR; Newton AC; Diaz, A; Bullock, JM 2009. Enhancement of
589 biodiversity and ecosystems services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*.
590 325:1121-1124.
591
- 592 Richards, PW 1996. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge:
593 University Press, 587p.
594
- 595 Rodrigues, RR; Lima, RAF; Gandolfi, S; Nave, AG 2009. On the restoration of high
596 diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological*
597 *Conservation* 142: 1242-1251.
598
- 599 Rodrigues, RR; Brancalion, PHS; Isemhagen, I. 2009. *Pacto pela restauração da Mata*
600 *Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: LERF/
601 ESALQ/Instituto BioAtlântica, 256p.
602
- 603 Rodrigues, AL; Watzlawick, LF; GENUÍ, AM; HESS, AF; EBLING, ÂA 2016.
604 Atributos de um solo florestal em uma topossequência e relações com a comunidade
605 arbórea. *Floresta* 46: 145-154.
606
- 607 Santos, VAHF; Modolo, GS; Ferreira, MJ 2020. How do silvicultural treatments alter
608 the microclimate in a Central Amazon secondary forest? A focus on light changes.
609 *Journal of Environmental Management* 254: 109816.
610
- 611 Silva, BIA 2019. *Predação de mudas de castanheira em área sob restauração florestal*
612 *na Amazônia*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia /
613 Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. 52p.
614
- 615 Silva, FC; Eira, PA; Barreto, WO; Perez, DV; SILVA, CA 1998. *Manual de métodos de*
616 *análises químicas para avaliação da fertilidade do solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA –
617 CNPS, 56p.
618
- 619 Silva Filho, DF; Pivetta, PVC; Almeida, JBSA; Pivetta, KFL; Ferraudo, AS 2002.
620 Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização urbana.
621 *Revista Árvore* 26: 629-642.
622
- 623 Silva, CS; Augusto, SG; Andrade, AU 2009. *Caracterização agrometeorológica de*
624 *Altamira, PA*. In: IX SEMANA DE INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS,
625 2009, Altamira, Anais... Altamira, UFPA, p.148-154.
626
- 627 Souza, PF; Santana, RC; Fernandes, JSC; Oliveira, LFR; Machado, ELM; Nery, MC;
628 Oliveira, MLR 2015. Germinação e Crescimento Inicial entre matrizes de duas espécies
629 do gênero *Hymenaea*. *Floresta e Ambiente* 22: 532-540. v. 22, p. 532-540.
630

631 Suganuma, MS; Torezan, JMD; Durigan, G 2018. Environment and landscape rather
 632 than planting design are the drivers of success in long-term restoration of riparian
 633 Atlantic forest. *Applied Vegetation Science* 21: 76-84.

634

635 Tonini, H; Arco-Verde, MF; Schwengber, D; Mourão Junior, M. 2006. Avaliação de
 636 espécies florestais em área de mata no Estado de Roraima. *Cerne* 12 (1): 8-18.

637

638 Vale Júnior, JFV; Souza, MIL; Nascimento, PPRR; Cruz, DLS. 2011. Solos da
 639 Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. *Revista Agro@ambiente On-*
 640 *line* 5(2): 158-165.

641

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

644

645 Venturoli, F; Fagg, CW; Felfili, JM. 2011. Desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata*
 646 Vogel e *Myracrodruon urundeuva* Allemão em plantio de enriquecimento de uma
 647 floresta estacional semidecídua secundária. *Bioscience Journal* 27(3): 482-493.

648

649 Vieira, CM; Pessoa, SVA. 2001. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo-
 650 subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas,
 651 município de Silva Jardim, RJ. *Rodriguésia* 52(80): 17-30.

652

653 Zanini, AM; Santos, EM. 2004. Competição entre espécies de plantas – uma revisão.
 654 *Revista da FZVA* 11 (1): 10-30.

655

656 FIGURAS

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

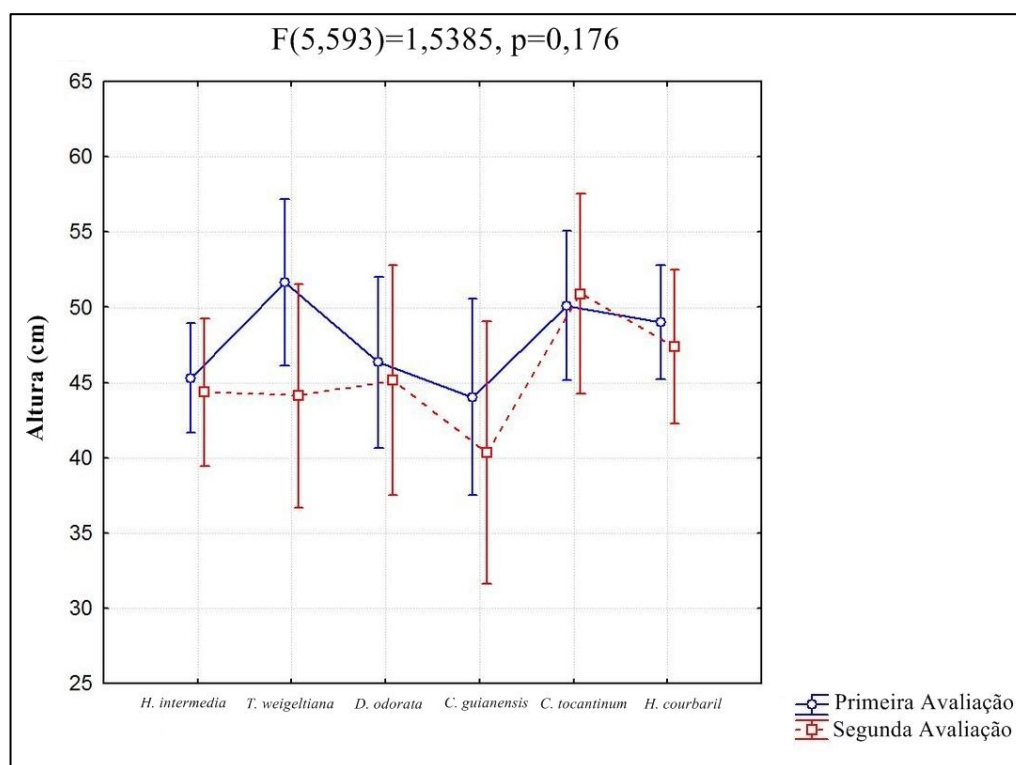


Figura 1. Crescimento de seis espécies em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

676
677
678
679
680
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

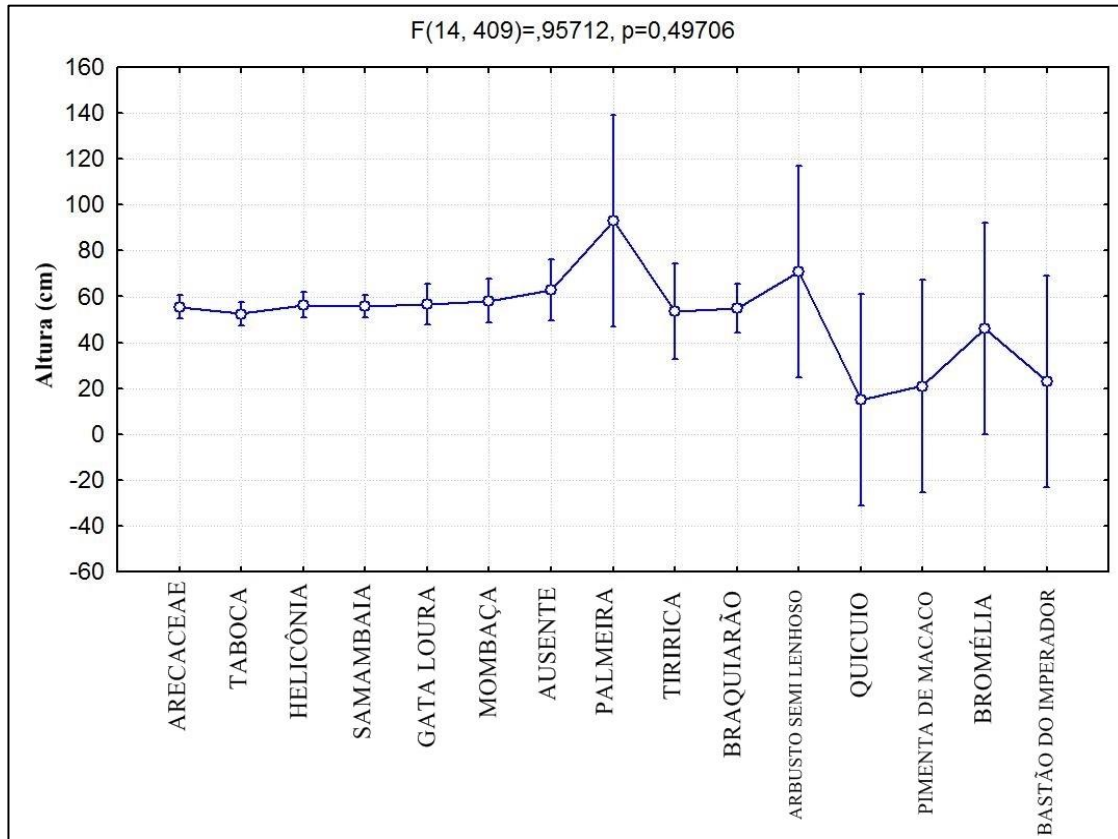
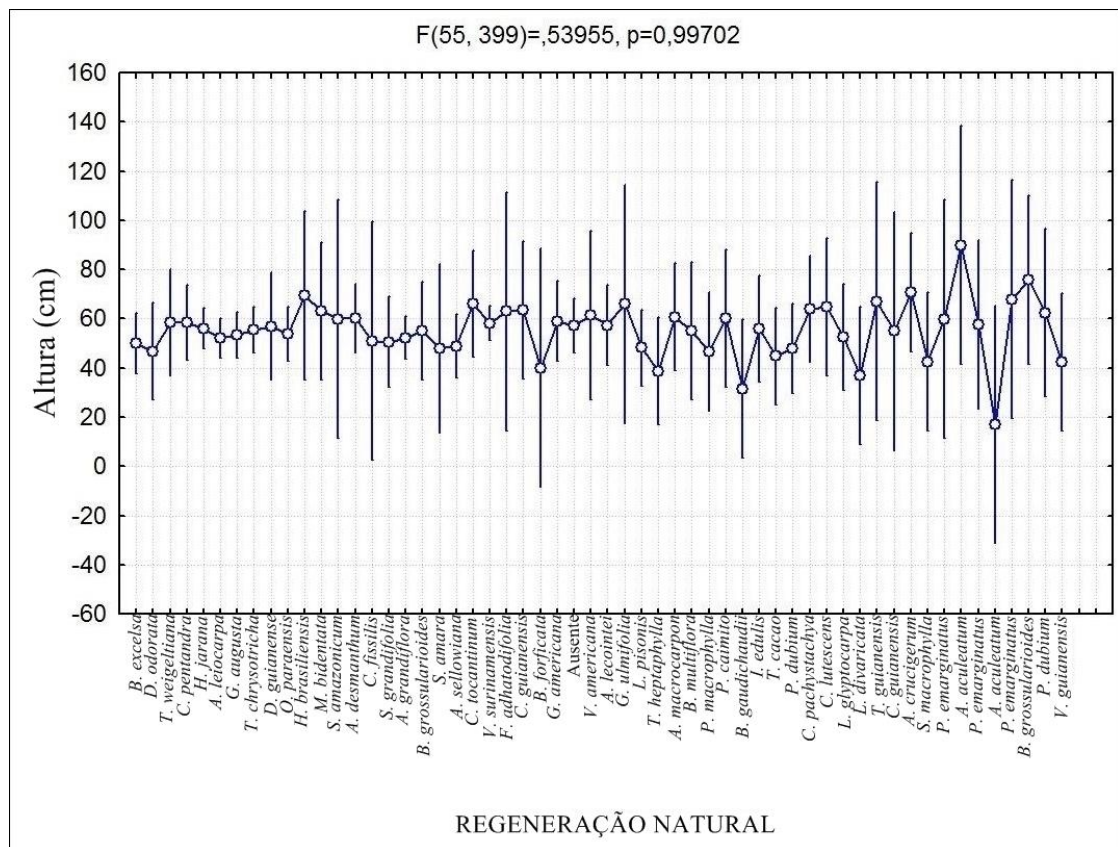
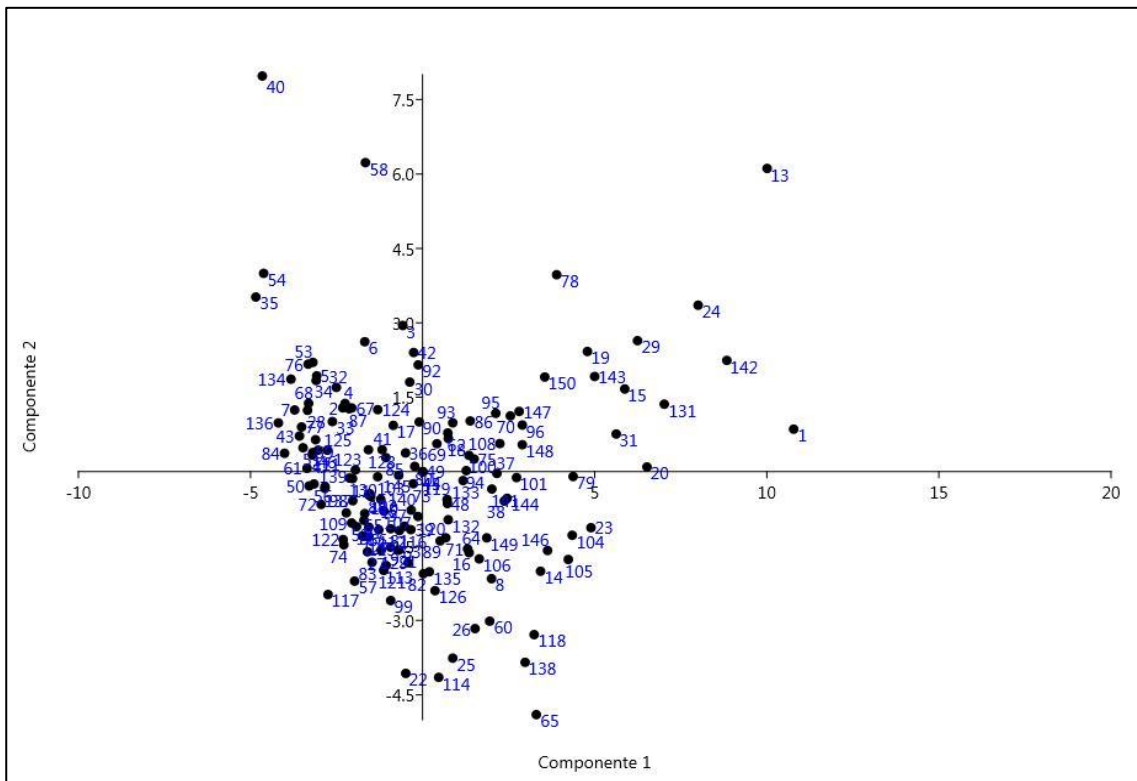


Figura 2. Crescimento das plantas em relação ao estrato herbáceo das parcelas em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.



724 **Figura 3.** Crescimento das plantas em relação às árvores vizinhas em plantio de
 725 enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.
 726
 727



749 **Figura 4.** Análise dos Componentes Principais (PCA) dos aspectos químicos do
 750 solo na profundidade de 0-20 cm.
 751

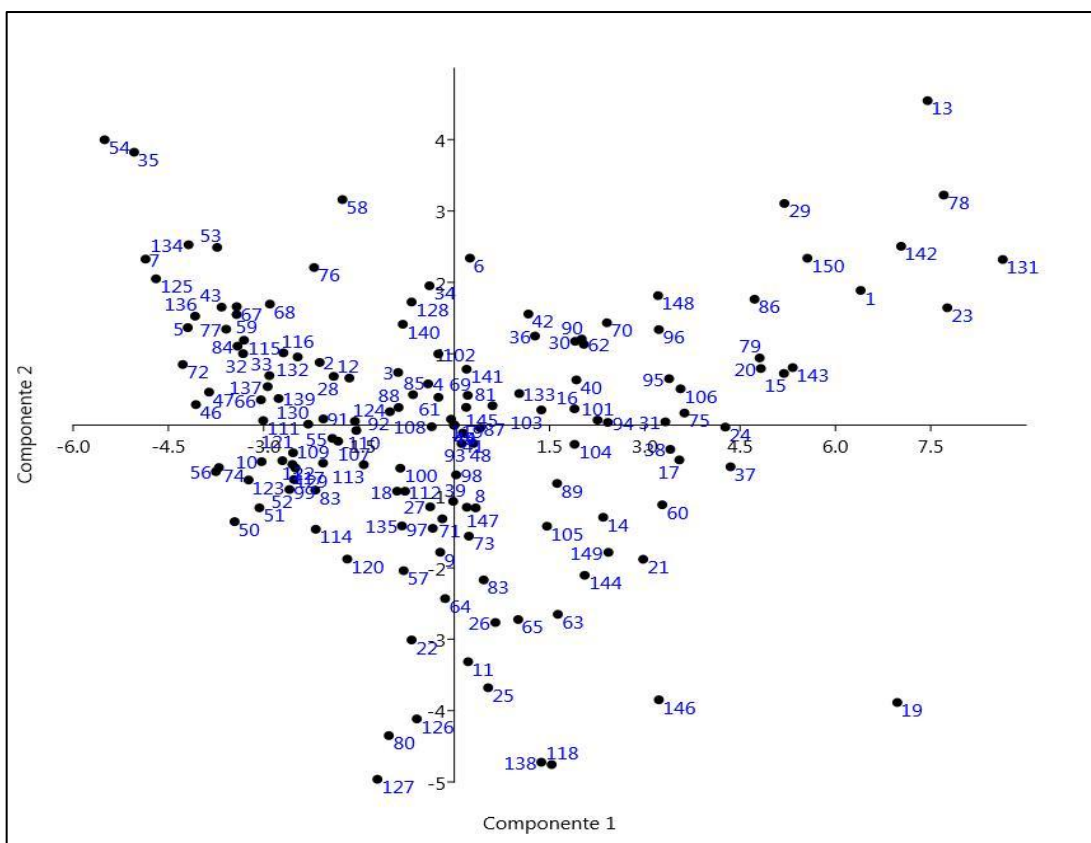
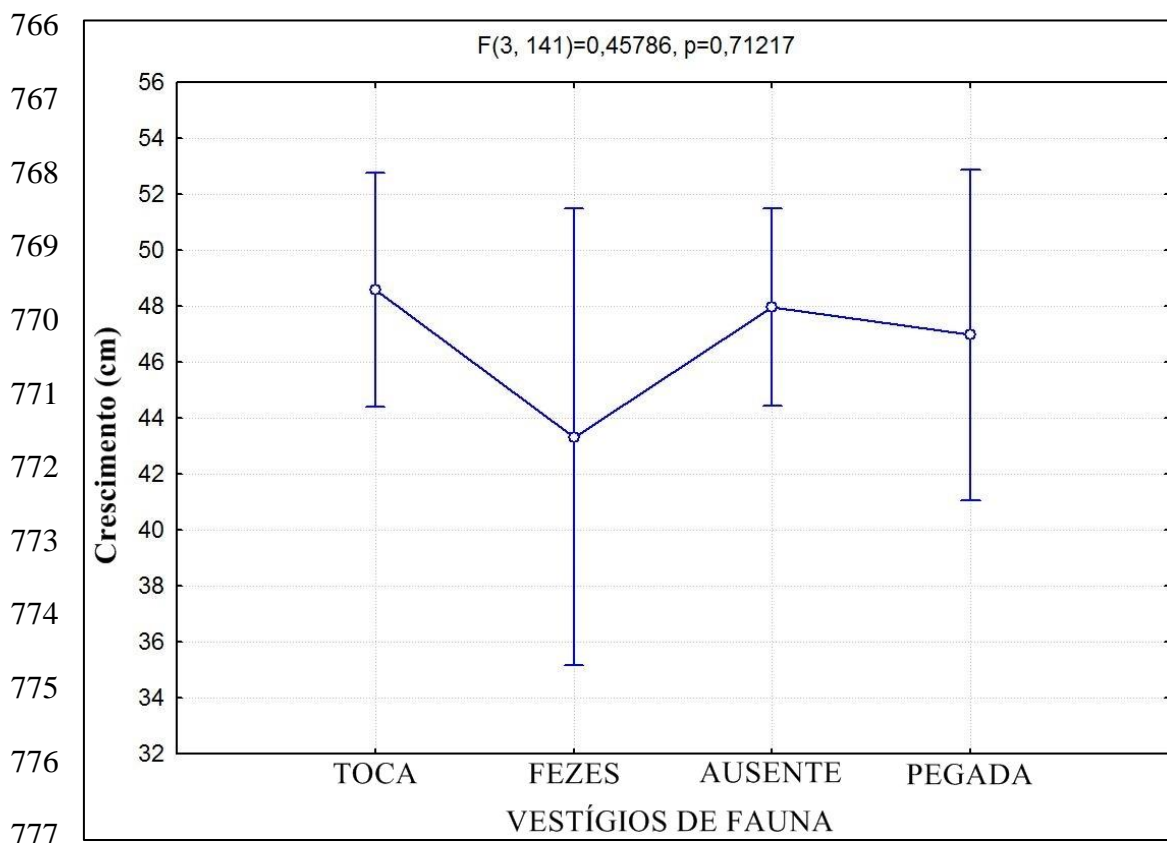


Figura 5. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos aspectos químicos do solo na profundidade de 20-40 cm.



778 **Figura 6.** Crescimento das plantas em relação aos vestígios de fauna em plantio de
779 enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

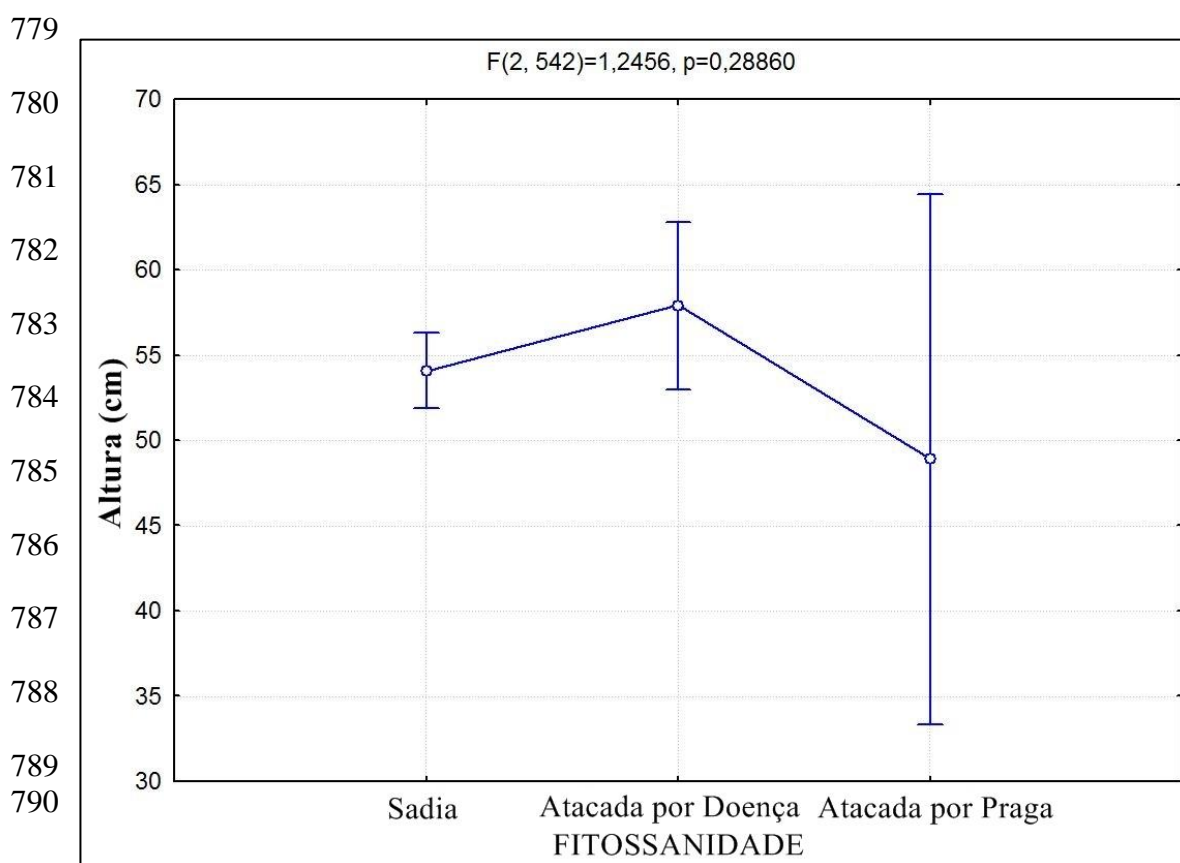


Figura 7. Crescimento das plantas em relação à condição fitossanitária em plantio de enriquecimento de floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

791 **TABELAS**

792

793 **Tabela 1.** Dados de sobrevivência de seis espécies em plantio de enriquecimento de
794 floresta secundária no município de Vitória do Xingu, PA.

Espécies	30 Dias			180 dias		
	Falha	Morta	Viva	Morta	Sem folha/Rebrota	Viva
andiroba*	-	-	-	19	8	28
cumaru	1	2	65	16	10	42
jatobá	3	0	152	35	14	106
jutaí	5	2	160	20	21	126
macharimbé	1	3	86	20	8	62
tachi da várzea	0	0	72	6	9	57

795

796 **Tabela 2.** Taxa de Crescimento Absoluto e Relativo das espécies.

Espécie	Taxa de Crescimento Absoluto (cm)	Taxa de Crescimento Relativo (cm/mês)
<i>C. guianensis</i>	4,25	3,04
<i>D. odorata</i>	5,32	2,91
<i>H. courbaril</i>	10,69	3,47
<i>H. intermedia</i>	7,20	3,27
<i>C. tocantinum</i>	12,74	2,99
<i>T. weigeltiana</i>	9,60	3,41

797

798 **Tabela 3.** Dados da PCA para os parâmetros do solo na profundidade de 0-20 cm e de
799 20-40 cm.

Variáveis do solo	0-20 cm		20-40cm	
	PC 1	PC 2	PC 1	PC 2
Alumínio (Al) 4	-0.2843	0.18266	-0.278	0.18978
Cálcio (Ca) 4	0.3049	0.15835	0.29758	0.20857
CTC a pH 7,0 (T)	0.06961	0.38705	-0.0825	0.39125
CTC efetiva (t)	0.25973	0.23819	0.13681	0.39927
Fósforo Mehlich 1	0.02962	-0.0497	0.07252	-0.0974
H+Al 5	-0.221	0.27851	-0.1692	0.32743
Índice saturação Na	-0.0094	-0.2049	0.11797	-0.3328
Magnésio (Mg) 4	0.27235	0.0147	0.26075	0.0114
Matéria Orgânica 8/pH em H2O 6	0.03778	0.09189	0.06655	0.33611
pH em H2O 6	0.30385	-0.1078	0.30605	-0.0812

Potássio (K) 1	0.11143	-0.3361	0.09142	-0.126
Relação Ca/K	0.22951	0.32067	0.21471	0.2445
Relação Ca/Mg	0.09639	0.20243	0.16406	0.23065
Relação Mg/K	0.17268	0.23692	0.14454	0.13442
Sat. Alumínio (m)	-0.3047	0.12444	-0.314	0.05842
Sat. Ca na CTC (T)	0.31995	0.03406	0.32033	0.05511
Sat. K na CTC (T)	0.07532	-0.4621	0.14392	-0.1959
Sat. Mg na CTC (T)	0.26908	-0.1573	0.26111	-0.1897
Saturação de bases	0.32639	-0.0297	0.32811	-0.0028
Sódio (Na) 1	-0.0126	-0.1363	0.02668	-0.063
Soma de Bases (SB)	0.22803	0.07362	0.30661	0.17071

800

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

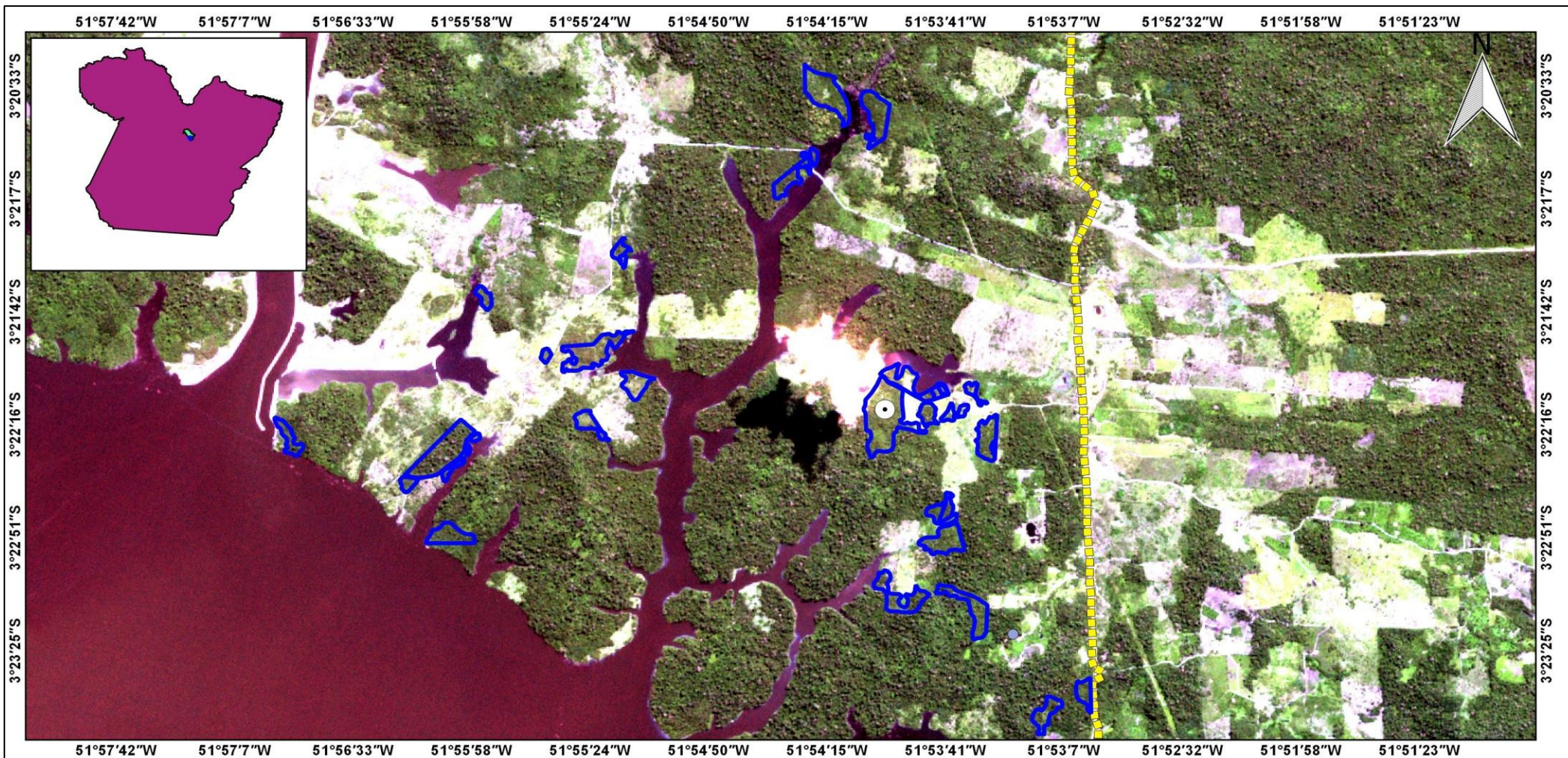
	Means	Std.Dev.	Primeira Avaliação	Segunda Avaliação
Média Primeira Avaliação	47,67249	14,19764	1,000000	0,788212
Média Segunda Avaliação	45,26647	20,24972	0,788212	1,000000
Fósforo Mehlich 1	3,93836	7,00268	-0,083074	-0,074519
Potássio (K) 1	40,35616	25,38795	0,012397	-0,085129
Cálcio (Ca) 4	1,59932	1,17359	0,125031	0,098990
Magnésio (Mg) 4	0,31644	0,20812	0,084187	0,022286
Alumínio (Al) 4	0,59589	0,48179	-0,137793	-0,062352
H+Al 5	4,25205	1,43408	-0,071576	-0,032094
pH em H ₂ O 6	5,06027	0,47727	0,160465	0,067698
Matéria Orgânica 8/pH em H ₂ O 6	2,29384	1,71626	-0,027991	-0,013071
Sódio (Na) 1	4,11986	3,23147	-0,006781	-0,006576
Relação Ca/Mg	5,26781	2,26292	0,092280	0,121574
Relação Ca/K	17,44863	11,21575	0,155431	0,170620
Relação Mg/K	3,46507	1,98069	0,047444	0,068146
Sat. Ca na CTC (T)	24,83493	13,97010	0,139914	0,089731
Sat. Mg na CTC (T)	5,02123	2,61469	0,078622	-0,016020
Sat. K na CTC (T)	1,70548	1,08232	-0,014045	-0,112421
Índice saturação Na	0,27877	0,29177	-0,008758	-0,010067
Soma de Bases (SB)	2,16027	2,05116	0,111517	0,089197
CTC efetiva (t)	2,63493	1,08758	0,089374	0,082047
CTC a pH 7,0 (T)	6,29041	1,47435	0,040592	0,048857
Sat. Alumínio (m)	27,59247	21,59214	-0,154875	-0,061842
Saturação de bases	31,78014	16,04720	0,132975	0,067771

803






804

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

	Means	Std.Dev.	Primeira Avaliação	Segunda Avaliação
Média Primeira Avaliação	47,61470	14,25919	1,000000	0,789577
Média Segunda Avaliação	45,27538	20,17303	0,789577	1,000000
Fósforo Mehlich 1	1,49306	1,09030	-0,101584	-0,096670
Potássio (K) 1	21,54167	16,54909	-0,034977	-0,155721
Cálcio (Ca) 4	0,75646	0,53353	0,111014	0,085470
Magnésio (Mg) 4	0,14792	0,07477	-0,009599	-0,029826
Alumínio (Al) 4	0,67986	0,43187	-0,054581	-0,038215
H+Al 5	3,77708	2,06471	-0,028881	-0,041305
pH em H2O 6	4,96875	0,39533	0,066876	0,026376
Matéria Orgânica 8/pH em H2O 6	1,19028	0,36361	0,051910	0,027635
Sódio (Na) 1	2,15278	0,55871	0,027782	-0,033692
Relação Ca/Mg	5,13542	2,47902	0,163156	0,126396
Relação Ca/K	16,84375	11,97085	0,202150	0,193591
Relação Mg/K	3,26597	1,72494	0,100036	0,143280
Sat. Ca na CTC (T)	17,05208	11,15457	0,119153	0,089817
Sat. Mg na CTC (T)	3,40000	1,83131	-0,020946	-0,031224
Sat. K na CTC (T)	1,33889	1,25119	-0,046155	-0,103664
Índice saturação Na	0,19375	0,08381	0,052398	0,027272
Soma de Bases (SB)	0,95903	0,60156	0,094151	0,059160
CTC efetiva (t)	1,64444	0,45861	0,063073	0,035835
CTC a pH 7,0 (T)	4,73681	1,99355	-0,001615	-0,025102
Sat. Alumínio (m)	42,89931	23,43848	-0,114207	-0,063742
Saturação de bases	21,89653	12,64770	0,096848	0,061712



Legenda

-  Áreas de Recomposição Vegetal - 147,27 ha
-  Pará
-  Vitória do Xingu
-  Travessão do Km 27
-  Coordenada de Ref. -03°22'11"S -51°53'58"W

Proprietária das Áreas:

Norte Energia S. A
 Município/Estado:
 Vitória do Xingu, PA

Fonte da Imagem:
 Plataforma Earth Explorer
 Imagem do Satélite Sentinel-2
 22 MDB de 06-09-2017
 Escala:
 1:40.000
 Datum:
 Sirgas 2000

Elaboração

Onassis de Pablo Santos de Souza
 Eng.º Florestal
 Especialista em Auditoria, Avaliações e
 Perícias de Engenharia
 CREA/PA 1512834424