



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

**CRESCIMENTO E ECOFISIOLOGIA DE *Bertholletia excelsa* BONPL. EM
DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO EM CANAÃ DOS CARAJÁS - PA**

Damião Ailson da Silva Lima

Marabá – PA
2021



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

**CRESCIMENTO E ECOFISIOLOGIA DE *Bertholletia excelsa* BONPL. EM
DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO EM CANAÃ DOS CARAJÁS - PA**

Damião Ailson da Silva Lima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Karen Cristina Pires da Costa

Marabá – PA
2021

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará Biblioteca Setorial Campus do Tauarizinho**

L732c Lima, Damião Ailson da Silva
Crescimento e ecofisiologia de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em
diferentes sistemas de plantio em Canaã dos Carajás - PA /
Damião Ailson da Silva Lima. — 2021.

Orientador(a): Karen Cristina Pires da Costa.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Estudos em
Desenvolvimento Agrário e Regional, Faculdade de Ciências
Agrárias de Marabá, Curso de Agronomia, Marabá, 2021.

1. Castanha-do-brasil - Cultivo - Canaã dos Carajás (PA). 2.
Ecofisiologia vegetal. 3. Irrigação agrícola. I. Costa, Karen
Cristina Pires da, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 634.575
Elaborado por Adriana Costa – CRB-2/994

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por toda a sua graça e por nunca me abandonar, por se fazer presente em todos os momentos da minha vida, principalmente naqueles em que achei que não iria conseguir superar, porém, como sempre, ele me mostrou que os planos dele são maiores e melhores que os meus e, assim, fez-me compreender que: “Certamente a tua bondade e misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida.”

Agradeço aos meus queridos pais Maurício e Maria, aos meus irmãos, especialmente a Elis, por tanto amor, por acreditarem em mim, por me ajudarem a superar dificuldades emocionais e financeiras durante essa jornada de graduação, por serem o meu alicerce fundamental para a realização dos meus sonhos. Eu amo vocês incondicionalmente e incansavelmente.

Agradeço à minha turma, Agronomia 2017, por toda a união e parceria, por ser uma turma tão ousada e tão dedicada, sempre se preocupando uns com os outros. Entre estes, especialmente a minha grande amiga e parceira de pesquisa, Kátia Neves, por tanta ajuda, por tanta dedicação em nossos trabalhos mesmo depois de noites mal dormidas. Em outras vidas quero estudar com vocês novamente, rs!

Agradeço à Unifesspa e ao quadro docente do meu curso, especialmente a querida Prof^ª. Dr^ª Andréa Hentz, a minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Karen Cristina Pires da Costa, pela sua dedicação para com seus orientandos e pela sua amizade e ajuda nessa jornada acadêmica.

Por fim, agradeço a todos e a todas que contribuíram de forma direta ou indireta para que eu conseguisse chegar até aqui, pois este é um sonho que eu jamais conseguiria realiza-lo sozinho em meio a tantas dificuldades. Meus sinceros agradecimentos e que Deus possa retribuir em dobro tudo aquilo que fizeram por mim.

Muito obrigado!

“Escrevemos os nossos finais, e podemos escolher nos esconder como vilões, ou viver como heróis”

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

RESUMO

A castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa*) é uma das espécies nativas mais valiosas da Floresta Amazônica, apresentando importância econômica, social e ambiental. Entretanto, a *B. excelsa* está inserida na lista de espécies ameaçada de extinção. A formação de plantios florestais, configura entre as principais iniciativas de conservação da castanheira. Na região amazônica, a espécie tem sido cultivada em diferentes sistemas de plantio devido a sua plasticidade e eficiência na recuperação de áreas alteradas ou degradadas. Diante deste contexto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o crescimento e as respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *B. excelsa* em plantios puros e mistos na região de Canaã dos Carajás. Para tanto, mudas jovens de castanheira foram plantadas em condição de monocultivo e em consórcio com ingá (*Inga edulis*) e ao final de 1,8 anos foram avaliadas as características dos sítios (pH, umidade do solo e disponibilidade de luz) e também o crescimento em altura e diâmetro, pigmentos cloroplastídeos, trocas gasosas, conteúdo relativo de água e área foliar específica das plantas. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com 2 tratamentos e cinco repetições e a comparação entre os tratamentos foi realizada pela aplicação do teste T de Student. Os valores de pH e umidade do solo não apresentaram diferença após realizadas as aferições, bem como os níveis de irradiância. A taxa de crescimento em altura diferiu estatisticamente entre os dois sistemas, apresentando melhor desempenho para o plantio misto, com média de 60,79 cm e 41,45 cm para o plantio puro. Os teores de *Chl Total* e *Cx+c*, não diferiram entre os tratamentos, entretanto foi possível observar diferença significativa para os teores da relação *Chl Total / Cx+c*, em que o plantio misto apresentou 2,97 $\mu\text{mol/g}$ e o plantio puro apresentou 2,58 $\mu\text{mol/g}$. Desta forma, concluímos que a espécie *Bertholletia excelsa* apresentou bom desempenho quanto ao crescimento em altura em plantio consorciado, bem como para a taxa *Chl Total / Cx+c*.

Palavras-chave: castanheira-da-amazônia, áreas alteradas, estresse hídrico, ecofisiologia de arbóreas.

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO NO MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS – PA.....	13
FIGURA 2: A) LIMPEZA DA ÁREA; B) AVALIAÇÃO DE TROCAS GASOSAS EM <i>B. EXCELSA</i>	15
FIGURA 3: A) PH DO SOLO; B) UMIDADE DO SOLO; NÍVEIS DE IRRADIÂNCIA PARA OS DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE <i>B. EXCELSA</i>	16
FIGURA 4: A) TAXA DE CRESCIMENTO EM ALTURA (CM); B) TAXA DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO (MM), PARA OS DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE <i>B. EXCELSA</i>	18

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TEORES DE PIGMENTOS CLOROPLASTÍDEOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE <i>B. EXCELSA</i>	19
TABELA 2: TROCAS GASOSAS DE <i>B. EXCELSA</i> EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO. FOTOSSÍNTESE (A); CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA (GS).....	20
TABELA 3: TAXAS DE CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA (CRA) E ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE) EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE <i>B. EXCELSA</i>	21

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
MATERIAL E MÉTODOS	12
Área de estudo	12
Experimento.....	13
Coleta de dados.....	13
Análises estatísticas	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

INTRODUÇÃO

A *Bertholletia excelsa*, conhecida popularmente como castanheira-da-amazônia, é uma das espécies nativas mais valiosas da Floresta Amazônica, sendo utilizada há várias gerações como fonte de alimentação e renda (COSTA et al., 2009). A castanheira é fornecedora de múltiplos produtos, tais como madeira, óleos e amêndoas que fazem dessa espécie uns dos principais ícones vegetais da Amazônia. A comercialização das amêndoas gera grande impacto para a economia local, pois após o fim do Ciclo da Borracha, a castanheira-da-amazônia passou a ser um dos principais produtos extrativistas de exportação (DE OLIVEIRA et al., 2010).

A castanheira é a única espécie do gênero *Bertholletia* da família Lecythidaceae. Seu porte é arbóreo, podendo alcançar até 50 m de altura e 200 cm de diâmetro (Mori e Prance, 1990). Ocorre predominantemente em terra firme, porém também pode ser encontrada nas várzeas amazônicas (TOURNE et al. 2019). Apesar de toda a importância social, ambiental e econômica, atualmente a castanheira está inserida na lista de espécies ameaçada de extinção e, após o Decreto Nº 5.975/2006, a exploração madeireira em florestas naturais foi impossibilitada. Assim, iniciativas que garantam a disponibilidade de material genético para as populações futuras são imprescindíveis para a conservação da espécie (SCOLES et al. 2016).

A formação de plantios florestais, configura entre as principais iniciativas de conservação da castanheira. Segundo SALOMÃO et al. (2006) a castanheira-da-amazônia é uma espécie que apresenta excelente crescimento e adaptabilidade em reflorestamento de áreas degradadas pela mineração. Entretanto, a baixa produção e disponibilidade de mudas de *B. excelsa* tornou-se um fator limitante para o estabelecimento de cultivos racionais, isso ocorre principalmente pelas características morfofisiológicas das sementes, pois trata-se de uma espécie que apresenta dormência, o que aliado a fatores externos, podem atuar como inibidores da germinabilidade (KAINER et al. 1999).

Na região amazônica, a castanheira tem sido cultivada em diferentes sistemas de plantio, obtendo as maiores taxas de crescimento em SAF's que, geralmente, são implantados em pequenas propriedades rurais (SOARES et al. 2004; COSTA et al., 2009; FERREIRA e TONINI, 2009). Em plantios mistos, há poucas experiências publicadas, porém encontra-se o registro do consórcio de *B. excelsa* com espécies do gênero *Hevea* (CAETANO et al. 2014). Já

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

os plantios puros têm sido realizados por empresas para a produção de madeira e frutos, onde apenas no estado do Amazonas foram plantadas 1.257.000 castanheiras (PASSOS et al. 2018).

As diferentes respostas de crescimento da castanheira nos plantios mistos e plantios puros podem estar associadas às diferenças na disponibilidade de recursos primários ao crescimento. Nos plantios puros pode ocorrer uma maior disponibilidade de luz, enquanto nos plantios mistos pode ocorrer o aumento da disponibilidade de nutrientes e água nos solos, devido a maior deposição de matéria orgânica. Essas mudanças no ambiente podem ativar respostas ecofisiológicas diferenciadas, como aumento ou redução das taxas fotossintéticas e mudanças no *status* hídrico e características morfológicas foliares que podem favorecer ou não o desempenho em crescimento das espécies.

A hipótese admitida neste trabalho, é de que os plantios mistos, quando comparados com os plantios puros ou monocultivos, favorecerão o crescimento e as características ecofisiológicas da castanheira-da-amazônia, devido as melhorias nas condições edáficas.

Diante deste contexto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o crescimento e as respostas ecofisiológicas de mudas jovens de *Bertholletia excelsa* plantadas em plantios puros e plantios mistos formados pelo consórcio entre a castanheira e leguminosa arbórea fixadora de nitrogênio na região de Canaã dos Carajás. Os resultados alcançados com esta pesquisa podem contribuir para o conhecimento sobre o cultivo e a ecofisiologia da castanheira.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A castanha-da-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é uma espécie pertencente à família Lecythidaceae, trata-se de uma arbórea que pode chegar até 60 m de altura, possui folhas alternas e simples com aproximadamente de 30 cm, flores grandes e diclamídeas de coloração amarelada, frutos indeiscentes e globosos formando cápsulas que são conhecidas como ouriços e pesam entre 500 e 1500 g (LORENZI, 2020).

A castanha-da-Amazônia não é uma espécie endêmica, tem ocorrência em toda a região Norte do Brasil e no estado do Mato Grosso, além disso, pode ser encontrada em florestas não inundadas da região amazônica da Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru,

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Suriname, Venezuela, Trindade e Tobago, e em áreas cultivadas fora de seu hábitat natural (CATENACCI et al., 2020).

Bertholletia excelsa Bonpl., é uma espécie semidecídua que floresce durante os meses de novembro-fevereiro e apresenta-se como uma planta social, ocorrendo em determinados locais em grande frequência e formando “castanhais”, entretanto apresenta melhor desenvolvimento em associação com outras espécies que, assim como ela, se adequem melhor a terrenos bem drenados (LORENZI, 2020).

As sementes de castanha-da-Amazônia são classificadas como recalcitrantes, uma vez que são intolerantes à dessecação e a baixas temperaturas, dessa forma, por estas se tratarem das principais formas de conservação de sementes, torna-se inviável o armazenamento de sementes devido a necessidade de mantê-las viáveis para a germinação (SILVA et al., 2009). As sementes precisam ser beneficiadas e manuseadas de forma adequada, caso contrário, as etapas posteriores para o desenvolvimento de plântulas e as técnicas para a produção de mudas podem ser afetadas (SANTOS et al., 2019). Uma das maiores dificuldades na propagação da castanheira é o processo germinativo lento e desuniforme, contornado, em parte, pela remoção do tegumento lenhoso (CAMARGO, 1997).

Segundo Almeida, (2014) no passado a castanheira foi muito procurada por madeireiros clandestinos, por apresentar uma madeira bastante resistente, de fácil processamento e muito bonita, sendo que em algumas regiões da Amazônia a procura foi tão grande que levou à destruição completa de castanhais nativos e, por este motivo, o corte de castanheiras nativas foi proibido por decreto federal (Decreto 1.282, de 19 de outubro de 1994)

A castanha descascada pode ser consumida *in natura*, utilizada na produção de bombons, sorvetes, doces, farinha e leite, além disso, produtos como sabonetes, cremes e xampus são fabricados a partir do óleo da castanha e o ouriço é utilizado como artesanato, brinquedos, carvão, tigela para coletar seringa e até mesmo como remédio, uma vez que o chá da casca da castanheira também pode ser usado como remédio para diarreia (SHANLEY, P.; SERRA, M.; MEDINA, 2010)

Numerosos estudos têm apontado *Bertholletia excelsa* como uma das espécies mais promissoras para o uso em reflorestamento, destacando a sua aptidão para compor plantios

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

produtivos com a finalidade de recuperar áreas alteradas ou degradadas na Amazônia (Salomão *et al.*; 2014; Scoles *et al.* 2014

Os plantios mistos ou consórcios são entendidos na maioria dos trabalhos científicos como a associação entre duas espécies florestais plantadas na mesma linha ou linhas intercaladas em uma mesma área, com a finalidade aumentar a produtividade em relação aos seus respectivos monocultivos e proporcionar serviços ambientais (Viera *et al.* 2013).

No sistema de plantios puros estão concentradas as maiores experiências com o cultivo de *B. excelsa*, existindo extensos plantios distribuídos pela região amazônica (Fernandes e Alencar, 1993; Passos *et al.* 2018).

Estudos sobre a ecofisiologia de espécies amazônicas vem sendo ressaltados por vários autores, sobretudo porque a pressão sobre a floresta amazônica resulta em importantes fontes dos gases do efeito estufa, resultando em alterações do clima e impactando no desenvolvimento de culturas florestais e agrícolas (AMARAL, 2020).

Para Amaral, (2020), processos ecofisiológicos são melhor entendidos através dos efeitos das adaptações funcionais dos organismos quando submetidos a distintas condições ambientais, objetivando conhecer sobre a resistência e adaptação das espécies e, assim, auxiliar em estratégias de conservação e reprodução das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O experimento foi desenvolvido no âmbito de pesquisa do Polo de Ensino, Pesquisa, Extensão, Tecnologia e Inovação – PEPETI – UNIFESSPA, em Canaã dos Carajás, município há 654,86 quilômetros da cidade de Belém, na mesorregião Sudeste paraense, na Província Mineral de Carajás. O local do experimento possui latitude 06°21'36" Sul e longitude 49°55'22,8" Oeste, numa altitude de 210 metros, na Vila Nova Jerusalém. (Figura 1)

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

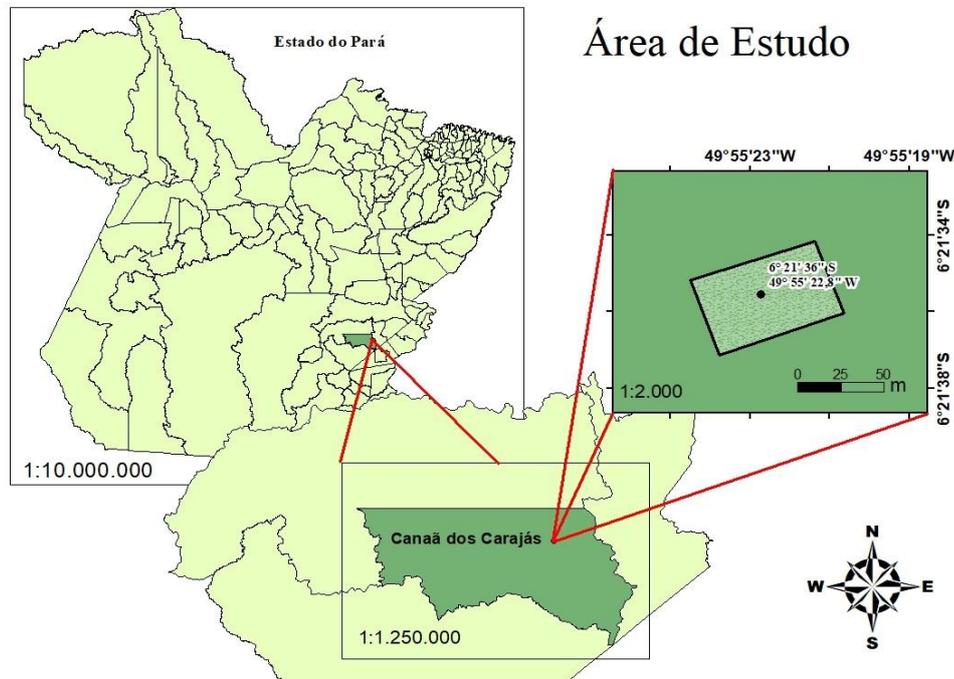


Figura 1: Local de realização do experimento no município de Canaã dos Carajás – PA

Experimento

O plantio foi realizado durante o mês de fevereiro de 2020. Dois tratamentos foram aplicados: Plantio puro (monocultivo de *B. excelsa*) e Plantio misto (consórcio de *B. excelsa* com *Inga edulis*). O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com dois tratamentos (sistemas de plantios) e cinco repetições. Cada bloco com medida de 12m x 12m (144 m²) com espaçamento entre plantas aplicado de 3m x 3m. As mudas para o experimento foram doadas pela SEMPRU- Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural de Canaã dos Carajás.

Coleta de dados

Os dados foram coletados em junho de 2021, quando o plantio tinha 1,8 anos. As variáveis coletadas foram as características do sítio (pH, umidade do solo e disponibilidade de luz) e as características das plantas (crescimento em altura e diâmetro, pigmentos cloroplastídeos, trocas gasosas, conteúdo relativo de água e área foliar específica).

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

O pH do solo, foi obtido pelo método de determinação de pH em água (Embrapa 2009). Após a secagem e processamento do solo, foi realizada a pesagem de 10g de cada amostra em um béquer de 50 ml, em seguida foi adicionado 25 ml de água destilada e agitado por um minuto utilizando bastão de vidro. Cada amostra ficou em repouso por uma hora após agitação. A aferição do pH das amostras foi feita utilizando pHmetro, calibrado meia hora antes de iniciar as leituras. A umidade do solo, foi determinada pela razão entre massa fresca/massa seca. A massa fresca foi padronizada em 200g e secada em estufa a 105°C até que se mantivesse constante para obtenção da massa seca.

O crescimento em altura e diâmetro foi obtida pela medida a altura total (AT), usando a gema apical como parâmetro, para as aferições foi utilizado fita métrica (precisão = 0,3 mm) e o diâmetro à altura do solo (DAS) através de paquímetro digital (precisão = 0,02 mm).

Para determinar os pigmentos cloroplásticos, após a coleta, as folhas foram envolvidas em papel alumínio e conduzidas para análise no Laboratório de Solos e Plantas da UNIFESSPA. As amostras pesadas com aproximadamente 0,1 g foram maceradas com 10 mL de acetona (80% v/v) + 10 mL de solução de acetona (80% v/v) contendo CaCO₃ (0,5% p/v). Após isso, foi realizada a filtração do extrato em papel filtro qualitativo nº 2. Em seguida, o material filtrado foi utilizado para determinar a absorvância com auxílio do espectrofotômetro, ($\lambda = 663, 645$ e 480 nm), para quantificar os teores de clorofila total (chl) e carotenóides (cx+c), respectivamente.

As medições de trocas gasosas foram realizadas em uma folha por planta. As taxas de fotossíntese (*A*), condutância estomática (*g_s*) e disponibilidade de luz foram mensuradas usando o analisador de gás a infravermelho (IRGA) portátil de sistema aberto (LI-6400, LI-COR, Inc., Logan, NE, EUA), equipado com fonte de luz artificial 6400-02B Red/Blue. O IRGA foi ajustado para o fluxo de $400 \mu\text{mol s}^{-1}$, concentração de CO₂ e H₂O dentro da câmara de medição em torno de $410 \pm 4 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e $21 \pm 1 \text{ mmol mol}^{-1}$, respectivamente. A temperatura do bloco foi mantida em torno de $31^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante as medições (Figura 2).

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**



Figura 2: Limpeza da área; Avaliação de trocas gasosas em *B. excelsa*.

O conteúdo relativo de água (CRA) foi obtido usando a relação da diferença entre a massa fresca, seca e túrgida de discos medindo 283 mm². A massa túrgida dos discos foliares foi obtida por hidratação rápida, com remoção do excesso de água da superfície dos tecidos e a massa seca dos discos foi obtida em estufa de ar forçado, à 60°C por um período de 24 horas; e, a área foliar específica (AFE) foi calculada pela razão AF/massa foliar seca. A massa foliar seca foi determinada com o uso de 30 discos foliares por folha (área = 0,283 cm²), que foram secos em estufa a 70°C ± 1°C até a obtenção de massa constante.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variâncias. Verificadas as premissas, a comparação entre os tratamentos foi realizada pela aplicação do teste T de Student. Para tanto, utilizou-se o software R versão 4.1.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Para os dois sistemas de plantio aplicados, o pH e umidade do solo não apresentaram diferença após realizadas as aferições, bem como os níveis de irradiância. O pH apresentou média de 5,80 para o plantio misto e 5,84 para o plantio puro, valores considerados bons para a maioria das espécies. As taxas de umidade do solo observadas foram de 15,22% e 16,9%, para plantio misto e puro, respectivamente. Os valores de irradiância deste experimento foram 1.021,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o plantio misto e 1.283,9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o plantio puro (Figura 3).

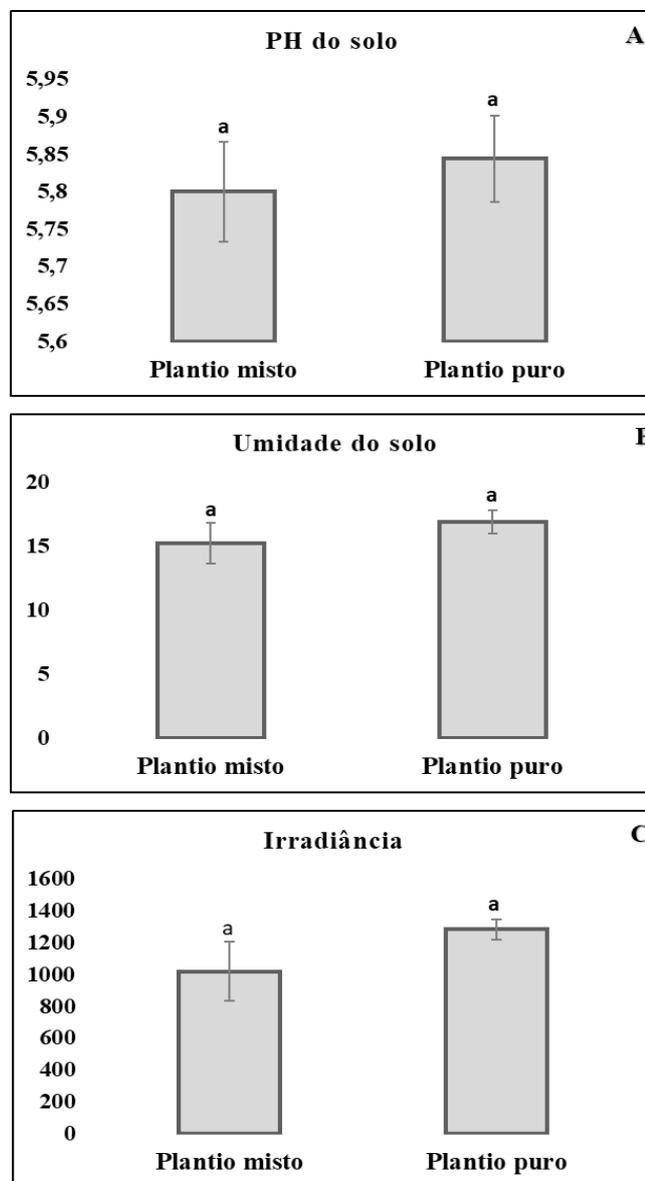


Figura 3: A) pH do solo; B) Umidade do solo; B) Níveis de irradiância; para os diferentes sistemas de plantio de *B. excelsa*. Fonte: Autor

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Os fatores edáficos como pH e umidade são características ambientais que estão diretamente relacionadas ao crescimento da castanheira em campo. COSTA et. al (2017) após pesquisa, observaram bons resultados na produção de frutos de *Bertholletia excelsa* em solos com pH em torno de 5,0. Adicionalmente, COSTA (2019) também observou que o aumento do pH dos solos de 4,5 para 5,0 favoreceu o crescimento em diâmetro e as trocas gasosas de plantios puros de castanheira na Fazenda Aruanã em Itacoatiara – AM. Neste mesmo trabalho, a autora verificou maiores taxas de crescimento da espécie no período chuvoso, demonstrando que o aumento da umidade do solo pode favorecer o crescimento da espécie.

Em relação a irradiância, pesquisas têm demonstrado que a castanheira se beneficia da maior disponibilidade de luz, pois esta influencia tanto as características de populações naturais como a densidade de indivíduos, produção de frutos, crescimento em diâmetro e idade reprodutiva. Em plantios, maiores taxas de crescimento em diâmetro têm sido observadas quando ocorre uma maior disponibilidade de luz (COSTA 2015; COSTA 2019). Para SOUZA et al. (2017) a disponibilidade de irradiância pode ser considerada um fator crucial para o pleno desempenho de *Bertholletia excelsa*, principalmente durante a fase juvenil, os autores puderam observar melhores taxas de crescimento em plantas de *B. excelsa* em tratamento de irradiância moderada, com aproximadamente $800 - 1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Neste trabalho, esperava-se que os plantios mistos melhorassem as condições edáficas, favorecendo o pH e a umidade dos solos devido a deposição de matéria orgânica, além disso, esperava-se que os níveis de irradiância fossem observados nos plantios puros devido a menor densidade de plantas. Entretanto, autores como COSTA et al. (2013), destacam que a dinâmica da matéria orgânica no solo de um determinado agroecossistema pode ser lenta, dependendo das condições edafoclimáticas e manejo adotado, fatores como este pode ter contribuído para a ausência de diferença entre os sistemas de plantio.

A taxa de crescimento em altura diferiu estatisticamente entre os dois sistemas, apresentando melhor desempenho para o plantio misto, com média de 60,79 cm, enquanto o plantio puro apresentou 41,45 cm de média. (Figura 4 A). Por outro lado, o crescimento em

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

diâmetro não apresentou diferença entre os dois tratamentos, com média de 15,15 mm para o plantio misto e 17,74 mm para o plantio puro. (Figura 4 B).

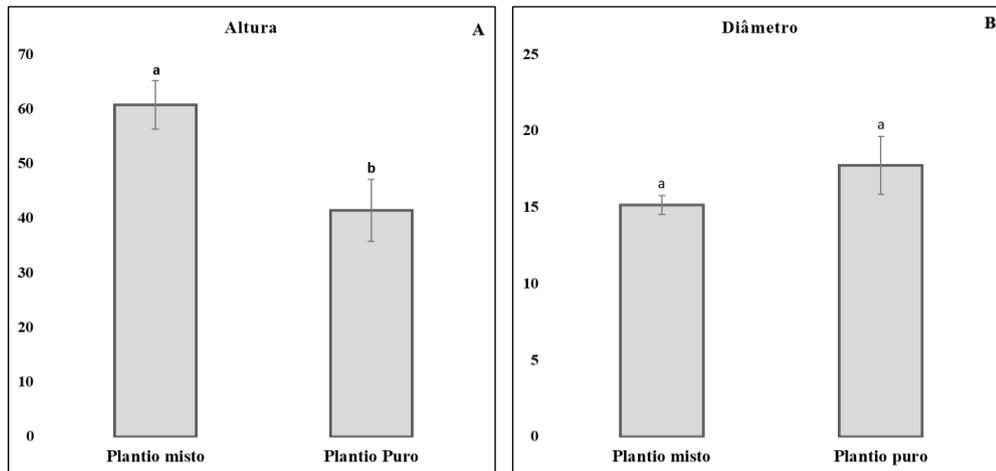


Figura 4: A) Taxa de crescimento em Altura (cm); B) Taxa de crescimento em diâmetro (mm), para os diferentes sistemas de plantio de *B. excelsa*. Fonte: Autor

O cultivo de *B. excelsa* em diferentes sistemas de plantio vem sendo realizado ao longo de toda a Amazônia, e apesar da espécie apresentar diversas vantagens tanto em monocultivo quanto em consórcios ou sistemas agroflorestais, ainda há incertezas sobre qual sistema pode favorecer o maior desempenho desta espécie em condição de plantio (FERNANDES e ALENCAR, 1993). Contudo, pesquisas têm demonstrado que a disponibilidade de luz parece ser um fator determinante para o crescimento inicial da espécie (SOUZA et al., 2017)

Neste sentido, SILVA et al. (2021), também encontrou maior crescimento em altura de *B. excelsa* em plantio misto quando comparado com plantio puro em experimento em Marabá-PA. Por outro lado, SCOLES et al. (2011) observaram o melhor crescimento em diâmetro de *B. excelsa* em roçados de lavoura de mandioca, quando comparado com plantios em áreas de capoeira jovens. Esses resultados mostram que a depender do sítio e da forma como a espécie é plantada, ela pode responder de maneira diferente, podendo favorecer o crescimento em altura em detrimento do crescimento em diâmetro e vice-versa.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

As maiores taxas de crescimento da castanheira em altura nos plantios mistos, pode ter ocorrido devido ao adensamento que é maior, quando comparado ao sistema de monocultivo. Em plantios de Eucalipto e Teca, por exemplo, tem sido observado que espaçamentos mais adensados favorecem o crescimento em altura, enquanto espaçamentos menos adensados favorecem o crescimento em diâmetro (SANTOS et al., 2018). Essas mudanças ocorrem predominantemente em resposta a competição por recursos primários, especialmente luz. Desta forma, se há uma menor disponibilidade de luz no sítio, a espécie aumenta o seu crescimento em altura na tentativa de obter esse recurso.

Para os pigmentos cloroplastídicos, os teores de clorofilas total (*Chl Total*) e carotenóides (*Cx+c*), não diferiram entre os tratamentos, entretanto foi possível observar diferença significativa para os valores da relação *Chl Total / Cx+c*, em que o para o plantio misto apresentou 2,97 $\mu\text{mol/g}$, enquanto o plantio puro apresentou 2,58 $\mu\text{mol/g}$. (Tabela 1).

Tabela 1: Teores de pigmentos cloroplastídeos em diferentes sistemas de plantio de *B. excelsa*.

Variáveis ($\mu\text{mol/g}$)	Sistemas de plantio	
	Plantio misto	Plantio puro
<i>Chl Total</i>	2,64 a	2,79 a
<i>Cx+c</i>	1,41 a	1,51 a
<i>Chl Total / Cx+c</i>	2,97 a	2,58 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste T de Student a 2% de probabilidade.

Fonte: autor

As mudanças nas concentrações de clorofilas e carotenóides nas plantas, bem com a relações entre esses pigmentos podem ocorrer de acordo com várias características dos sítios, sendo as principais, a disponibilidade de água, luz e nutrientes e também das diferentes características morfológicas das plantas (CASSETARI 2015; CODOGNOTTO et al. 2002).

Em geral, melhoria nas condições edáficas favorecem tanto o aumento na concentração de clorofilas, quanto de carotenóides (COSTA 2019). Porém, a maior da disponibilidade de luz resulta na redução da concentração de clorofila e no aumento da concentração de carotenoides, podendo alterar e relação clorofila total/carotenóides (COSTA 2019), assim como foi observado nesse trabalho.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

A menor relação clorofila total/carotenóide observada nos plantios puros podem indicar que a castanheira, nesta condição de plantio, está investindo em estratégias de fotoproteção. Indicando que, embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas para a disponibilidade de luz entre os tratamentos, os valores de irradiância de 1.021,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o plantio misto e 1.283,9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o plantio puro foram suficientes para alterar algumas características fisiológicas da espécie.

Embora seja observada uma clara tendência de maiores valores de fotossíntese e condutância estomática nos plantios mistos, a fotossíntese e condutância estomática não diferiram estatisticamente entre os dois sistemas de plantio da pesquisa, apresentando média de 10,11 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 8,46 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para eficiência fotossintética de plantio misto e puro, respectivamente, enquanto a condutância estomática para plantio puro teve média de 0,17 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 0,19 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para plantio misto. (Tabela 2)

Tabela 2: Trocas gasosas de *B. excelsa* em diferentes sistemas de plantio. Fotossíntese (A); Condutância estomática (Gs)

Variáveis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Sistemas de plantio	
	Plantio misto	Plantio puro
A	10,11 a	8,46 a
gs	0,19 a	0,17 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste T de Student a 2% de probabilidade.

Fonte: autor

Para PINZÓN-TORRES e SCHIAVINATO (2008) o conjunto de estudos que abrangem variáveis de parâmetros fotossintéticos é resultado da interação das variações de fatores ambientais, ajudando a esclarecer as relações entre os indivíduos de uma comunidade vegetal e são úteis para projetos de conservação, proteção e recuperação de áreas. Desta forma, a ausência de diferenças na disponibilidade de recursos primários (Figura 1), podem ter contribuído para os resultados de fotossíntese e condutância estomática encontrados nesta pesquisa.

O conteúdo relativo de água e a área foliar específica não mostraram diferença estatística significativa, apresentando CRA de cerca de 74,34 % para plantio misto e 70,12 % para o plantio puro (tabela 3). No entanto, para os dois sistemas, essas taxas mostram que as plantas apresentaram boa hidratação mesmo em período de baixa precipitação. PALHARES et al.

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
 INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
 FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

(2010) dizem que embora a água esteja disponível durante a estação seca nas camadas mais profundas do solo, espécies lenhosas variam quanto a sinais de déficit hídrico: algumas espécies mostram nítidos sinais de estresse, enquanto outras mantêm um bom desempenho. O que pode ser notado na castanheira, por apresentar boa plasticidade para diferentes níveis de taxa de umidade do solo.

Tabela 3: Taxas de conteúdo relativo de água (CRA) e área foliar específica (AFE) em diferentes sistemas de plantio de *B. excelsa*.

Variáveis	Sistemas de plantio	
	Plantio misto	Plantio puro
CRA (%)	73,34 a	70,12 a
AFE (cm ² g)	121,9 a	131,0 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste T de Student a 2% de probabilidade.

Fonte: autor

A área foliar específica apresentou média de 121,9 cm²g para o plantio misto e 131,0 cm²g para o plantio puro, ainda que não haja diferença estatística, foi possível observar que o plantio puro teve um investimento de área foliar específica (AFE) superior ao plantio misto. SOUZA et al. (2017) observaram que plantas jovens de *Bertholletia excelsa* exibem respostas ecofisiológicas que garantem a sua plasticidade fenotípica em diferentes condições de irradiância, entretanto, em condições de 800-1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 1900-2100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de irradiância, consideradas moderada e alta, respectivamente para os autores, as plantas reduzem a área foliar específica.

CONCLUSÕES

A espécie *Bertholletia excelsa* apresentou bom desempenho quanto ao crescimento em altura para plantio consorciado, bem como para a taxa $Chl \text{ Total} / Cx+c$. Entretanto não foi possível observar diferença significativa para parâmetros como trocas gasosas, conteúdo relativo de água e área foliar específica.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.L. **O agroextrativismo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) na vila maracá, Mazagão (AP)**. Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2014.

AMARAL, G.C. **Ecofisiologia de espécies amazônicas (*Pilocarpus microphyllus* e *Euterpe oleracea*) em cenários de mudanças climáticas**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. 2020.

CAETANO, A.C.; MACEDO, R.L.G.; SOUTO, B.A.D.; RIBEIRO, S.C. Height-diameter equations for brazil nut intercropped with rubber tree in the south of Minas Gerais. *Floresta*, 44: 497-504. 2014.

CAMARGO, I.P. de. **Estudos sobre a propagação da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)**. 126p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1997.

CASSETARI, L.S. **Controle genético dos teores de clorofila e carotenoides em folhas de alface**. Tese de Pós-Graduação em Fitotecnia apresentada à Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2015

CATENACCI, F.S.; RIBEIRO, M.; SMITH, N.P.; CABELLO, N. B. ***Bertholletia* in Flora do Brasil**, 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23424>>. Acesso em: 25 out. 2021.

CODOGNOTTO, L. M. et al. **Efeito do alumínio nos teores de clorofilas de plântulas de feijão-mungo e labe-labe**. *Ecosistema*, v. 27, n. 2, 2002.

COSTA, M. G.; TONINI, H.; MENDES, P. **Atributos do solo relacionados com a produção da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)**. *Floresta e ambiente*, 24, 2017.

COSTA, ELAINE; SILVA, HELANE; RIBEIRO, PAULA ROSE. **Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas**. *Enciclopédia biosfera*, v. 9, n. 17, 2013.

COSTA, K.C.P. **Ecophysiology and growth of *Bertholletia excelsa* Bonpl. in response to thinning, liming and phosphorus addition**. Thesis presented to the graduate program in Tropical Forest Sciences of the National Institute of Amazonian Research (INPA). 2019.

COSTA, K.C.P. **Características ecofisiológicas e crescimento de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em plantio florestal submetido ao desbaste**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (MCTI-INPA). Manaus. 2015.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. **D Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central.** *Acta Amazonica*, 39, 2009.

DE OLIVEIRA, D. M., ARNEZ, R. I. T., MOREIRA, P. N. C., SANTOS, Z. T., BORIS, M., & RODRIGUES, M. **A importância comercial da castanha-da-amazônia para a região Norte e o mercado externo.** 48º Congresso SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2010.

FERNANDES, N.P.; ALENCAR, J.C. **Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. 4. Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), dez anos após o plantio.** *Acta Amazônica*, 23: 191-198. 1993.

FERREIRA, L.M.; TONINI, H. **Comportamento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) e da cupiúba (*Goupia glabra*) em sistema agrossilvicultural na região de Confiança, Cantá, Roraima.** *Acta Amazônica*, 39: 835-842. 2009.

KAINER, K.A.; DURYEY, M.L.; MALAVASI, M. de M.; SILVA, A.R. da; HARRISON, J. **Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management.** *Forest Ecology and Management*, v.116, p.207-217, 1999.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil:** vol. 1. – 8. Ed. Nova Odessa, SP: Jardim Botânico Plantarum, 2020.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Taxonomy, ecology, and economy botany of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.: Lecythidaceae).** *Advances in Economic Botany*, v. 8, n. 1, p. 130–150, 1990.

PALHARES, D.; FRANCO, A.C.; ZAIDAN, L.B.P. **Respostas fotossintéticas de plantas do cerrado nas estações seca e chuvosa.** *Revista Brasileira de Biociências*, v. 8, n. 2, 2010.

PASSOS, R.M. de O.; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R.M.B. de; SOUZA, C.R. de. **Características biométricas e produção de frutos de castanha-da-Amazônia em plantios clonais na Amazônia Central.** Embrapa Amazônia Ocidental - Documento 140, Manaus, 37p. 2018.

PINZÓN-TORRES, J.A.; SCHIAVINATO, M.A. **Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais.** *Hoehnea*, v. 35, p. 395-404, 2008.

SALOMÃO, R. DE P, SANTANA, A.C. DE; BRIENZA JÚNIOR; S.; ROSA, N. DE 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*, 9: 307-320. 2014.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

SALOMÃO, R. D. P., ROSA, N. D. A., CASTILHO, A., & MORAIS, K. A. C. **Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional.** Bol. Mus. Pará. Emílio Goeldi Cienc. Nat. v1. n2. Belém. 2006.

SANTOS, L.J; LIMA, T, R; MOTTA, J.P. **Qualidade da semente de *Bertholletia excelsa* Bonpl. proveniente da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquari submetida ao armazenado.** Rev. Sumaúma. V 11, p 77-82, 2019.

SANTOS, M.L; RODRIGUES, R.P; SANTOS, C.R.C.S; COSTA, B.C; BARROS. W.S. **Crescimento em diâmetro e altura dominante em plantios clonais de *Tectona grandis* Linn F. sob dois espaçamentos.** Enciclopédia Biosfera – Goiânia, 2018

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

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*, 6(3), 273-293. 2011.

SHANLEY, P.; SERRA, M.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica.** 2. ed. Brasil: CIFOR, 2010.

SILVA, A. N. D., COELHO, M. D. F. B., GUIMARÃES, S. C., & ALBUQUERQUE, M. C. D. F. **Germinação de sementes de castanheira-do-pará armazenadas em areia úmida.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 1431-1436.2009.

SILVA, K. N.; SANTOS, G. O.; SILVA, S. H. P.; SANTOS, V.; CARNEIRO, A. B.; GONCALVES, A. L.; LIMA, D. A. S.; COSTA, K. C. P. **Crescimento de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* bonpl.) em diferentes sistemas de plantio sobre área degradada.** In: ANAIS DO CONGRESSO ON LINE INTERNACIONAL FLORESTAL, 2021, Brasil. CONIFLOR, 2021

Soares, J.E.C.; Van Leeuwen, J.; Gomes, J.B.M. **O desenvolvimento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em plantios agroflorestais no município de Manacapuru, Amazonas.** Brasil. In: *Anais V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*. Embrapa Florestas, Curitiba, p.380-382. 2004.

SOUZA, C. S. D. C. R. D., SANTOS, V. A. H. F. D., FERREIRA, M. J., & GONÇALVES, J. F. D. C. **Biomassa, crescimento e respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* bonpl. submetidas a diferentes níveis de irradiância.** *Ciência Florestal*, 27, 557-569. 2017.

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

TOURNE DCM, BALLESTER MVR, JAMES PMA, MARTORANO LG, GUEDES MC, THOMAS E. **Strategies to optimize modeling habitat suitability of *Bertholletia excelsa* in the Pan-Amazonia.** *Ecol Evol.* 2019; <https://doi.org/10.1002/ece3.5726>

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V.; LIBERALESSO, E.; CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F. **Plantio Misto de *Eucalyptus* spp. com Leguminosas Arbóreas Fixadoras de Nitrogênio.** *Floresta e Ambiente*, 20: 16-25. 2013.