



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**

MILENA GOMES FONTENELE

GERMINAÇÃO APÓS ALAGAMENTO, FENOLOGIA, MORFOLOGIA E
BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE *Campsiandra angustifolia* Spruce Ex Beth

ALTAMIRA

2024



MILENA GOMES FONTENELE

**GERMINAÇÃO APÓS ALAGAMENTO, FENOLOGIA, MORFOLOGIA E
BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE *Campsiandra angustifolia* Spruce Ex Beth**

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.

Orientadora: Profa. Dra. Raírys Cravo Herrera

ALTAMIRA

2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

G633g Gomes Fontenele, Milena.
GERMINAÇÃO APÓS ALAGAMENTO, FENOLOGIA,
MORFOLOGIA E BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE
Campsiandra angustifolia Spruce Ex Beth / Milena Gomes
Fontenele. — 2024.
40 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Raírys Cravo Herrera
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2024.

1. Matas ciliares. 2. Tolerância ao alagamento. 3.
Sementes. 4. Germinação. I. Título.

CDD 581.5

MILENA GOMES FONTENELE

**GERMINAÇÃO APÓS ALAGAMENTO, FENOLOGIA, MORFOLOGIA E
BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE *Campsiandra angustifolia* Spruce Ex Beth**

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.

Data da aprovação: 28/11/2024

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **MARCO ANTONIO MENEZES NETO**
Data: 18/02/2025 10:30:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marco Antônio Menezes Neto

Examinador externo - Universidade Federal do Pará

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANO COUTINHO SILVA**
Data: 20/02/2025 09:19:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luciano Coutinho Silva

Examinador externo - Universidade Federal do Pará

Documento assinado digitalmente
 **ALISSON RODRIGO SOUZA REIS**
Data: 26/02/2025 10:04:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alisson Rodrigo Souza Reis

Examinador interno - Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, saúde e oportunidades concedidas ao longo dessa jornada.

À minha mãe, Cleide Carlos Gomes, que esteve ao meu lado em todos os momentos, oferecendo apoio incondicional, amor e incentivo para seguir em frente.

À minha orientadora, Raírys Cravo Herrera, pela paciência, orientação e dedicação, que foram fundamentais para a concretização deste trabalho. Sua sabedoria e comprometimento foram inspiração ao longo do processo.

Aos colegas de laboratório Israeli, Marllison, Larissa e Hairon por compartilharem conhecimento, experiências e por todo o apoio nos desafios enfrentados.

Ao meu grande amigo Kenned, cuja contribuição foi essencial para a estruturação deste projeto. Sua ajuda, suporte e amizade foram fundamentais para que esse trabalho se tornasse possível.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação – PPGBC, à Universidade Federal do Pará e ao Laboratório de Biotecnologias (BIOTEC), pela estrutura e suporte indispensáveis ao desenvolvimento deste estudo.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, oferecendo palavras de incentivo, ajuda técnica ou colaboração de qualquer forma. A todos vocês, minha mais sincera gratidão.

RESUMO GERAL

As inundações periódicas, características das matas ciliares amazônicas, desempenham papel central na dinâmica ecológica desses ambientes, mas também representam desafios para as espécies vegetais. O estudo envolveu a coleta manual de frutos de 10 árvores-matrizes de *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Beth. Após abertura natural dos frutos, as sementes foram avaliadas quanto suas características, incluindo a medição de comprimento, largura, espessura e peso. Também foram determinados o teor de água das sementes e realizadas análises bioquímicas, como a quantificação de proteínas, aminoácidos e carboidratos solúveis. Dois experimentos foram realizados para avaliar o processo germinativo em condições de alagamento, bem como o tempo de flutuação e a germinação pós-alagamento, com diferentes períodos de inundação. As sementes foram caracterizadas como grandes, achatadas, de cor marrom-escuro e textura lisa. As sementes tem dimensões médias de 45,16 x 52,02 x 7,70 mm (comprimento x largura x espessura) e peso médio de 6,82 g. As sementes apresentam para proteínas solúveis totais uma média de 17,6 mg PRT/gMS. Entre as frações proteicas, as glutelinas apresentaram a maior concentração, seguidas pelas prolaminas, albuminas e globulinas. Os aminoácidos solúveis totais apresentaram uma concentração de 65,5 mg AA/gMS. Quanto aos açúcares, os valores de açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) foram de 66,0 mg AST/gMS e 61,9 mg AR/gMS, respectivamente. Apesar de todas as sementes inicialmente flutuarem e posteriormente afundarem na água, as sementes não germinaram em água. No entanto, os resultados indicaram que as sementes da *C. angustifolia* possuem alta capacidade de germinação após curtos períodos de alagamento 15, 30 e 45 dias. Contudo, em períodos de alagamento mais prolongados, como 60, 75 e 90, a germinação foi reduzida progressivamente. A ausência de efeitos significativos do alagamento nas variáveis de crescimento das mudas indicou que, uma vez germinadas, estas podem desenvolver-se de maneira relativamente uniforme em diferentes condições iniciais de alagamento.

Palavras-chaves: Matas ciliares, Tolerância ao alagamento, Sementes, Germinação.

ABSTRACT

Periodic flooding, a characteristic of Amazonian riparian forests, plays a central role in the ecological dynamics of these environments, but also poses challenges for plant species. The study involved the manual collection of *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Beth fruits from 10 mother trees located on the banks of the Xingu River in Altamira. After the fruits had naturally opened, the seeds were evaluated for their characteristics, including measurements of length, width, thickness and weight. The water content of the seeds was also determined and biochemical analyses were performed, such as the quantification of proteins, amino acids and soluble carbohydrates. Two experiments were conducted to evaluate seed germination under flooding conditions, the floating time and post-flooding germination, with different flooding periods. The seeds were characterized as large, flat, dark brown in color and smooth in texture. In terms of size, they are on average 45.16 mm long, 52.02 mm wide, 7.70 mm thick and weigh 6.82 g. The seeds present an average of 17.6164 mg PRT/gDM for total soluble proteins. Among the protein fractions, glutelins presented the highest concentration, followed by prolamins, albumins and globulins. Total soluble amino acids presented a concentration of 65.5260 mg AA/gDM. As for sugars, the values of total soluble sugars (AST) and reducing sugars (RS) were 66.0156 mg AST/gDM and 61.9131 mg RS/gDM, respectively. Although all the seeds initially floated and later sank in the water, the environment did not provide the necessary conditions for germination. However, the results indicated that *C. angustifolia* seeds have a high germination capacity after short periods of flooding (15, 30 and 45 days). However, in longer periods of flooding (60, 75 and 90 days), germination was progressively reduced. The absence of significant effects of flooding on seedling growth variables indicated that, once germinated, they can develop relatively uniformly under different initial flooding conditions.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
2 OBJETIVO GERAL	12
3 REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES E GERMINAÇÃO DE <i>Campsiandra angustifolia</i> Spruce ex Beth EM DIFERENTES PERÍODOS DE ALAGAMENTO	17
1 INTRODUÇÃO	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
3 METODOLOGIA	4
3.1 ÁREA DE COLETA	5
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES	6
3.3. GERMINAÇÃO EM ALAGAMENTO	Erro! Indicador não definido.
3.4 EXPERIMENTO II: GERMINAÇÃO PÓS-ALAGAMENTO	8
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
5 CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS	17

1 INTRODUÇÃO GERAL

As matas ciliares são formações vegetais localizadas nas margens de corpos d'água, como rios, igarapés e lagos. Essas áreas sofrem sazonalmente a influência do transbordamento das águas fluviais (Sirqueira e Carmo, 2022) e são também conhecidas como mata de galeria ou vegetação ripária (Ricardo, 2008). Estas formações desempenham um papel crucial na oferta de serviços ecossistêmicos, como a manutenção da qualidade da água, atuando como um filtro que retém contaminantes provenientes de defensivos agrícolas e poluentes em geral (Pena, 2018). Além disso, são habitats vitais para muitas espécies de animais, especialmente pássaros, mamíferos e répteis (Li *et al.*, 2012).

No Brasil, a importância das matas ciliares foi reconhecida e regulamentada pelo Código Florestal como "área de preservação permanente" (APPs) com a Lei n°. 12.651/2012, determinando como obrigatório a manutenção de faixas de vegetação nativa, incluindo as matas ciliares, ao longo das margens dos cursos d'água, numa extensão específica de acordo com a largura do rio, lago, represa ou nascente; essa área deve-se manter intocada, e caso esteja degradada deve-se prever a imediata recuperação (Brasil, 2012).

O regime de inundação, essencial na dinâmica das matas ciliares, determina o recrutamento, estabelecimento e sobrevivência das espécies vegetais, sendo influenciado por fatores como período, frequência, magnitude e duração (Barbeiro *et al.*, 2023). Além disso, as inundações não apenas atuam como um mecanismo de dispersão, mas também moldam a distribuição das plantas ao longo dos gradientes de alagamento, impactando diretamente a germinação e a capacidade das plantas de tolerar o estresse hídrico (Garssen *et al.*, 2017).

Entre os mecanismos de dispersão nas áreas alagadas, a hidrocoria se destaca como uma estratégia comum entre várias espécies, nesse processo, as sementes utilizam as correntes de água para alcançar novos ambientes (Cunha *et al.*, 2017; Rasran *et al.*, 2023). Essa estratégia é particularmente relevante em florestas ripárias, pois a água facilita o transporte das sementes para locais distantes, contribuindo para a regeneração dos ecossistemas e a manutenção das comunidades vegetais em áreas alagadas (Roland Jansson *et al.*, 2005; Rob GA Fraaije *et al.*, 2017).

Uma característica observada em ambientes sujeitos a inundação, é a frutificação e dispersão das espécies está estrategicamente sincronizada com cheia dos rios (Parolin *et al.*, 2002). Esse fenômeno ocorre como uma adaptação ao ambiente ribeirinho, permitindo que as sementes sejam dispersas durante os períodos de cheia, quando o nível elevado da água facilita o transporte para diferentes áreas ao longo do rio (Correa *et al.* 2018; Ssali., e Sheil, 2023).

Após a queda na água, algumas sementes permanecem flutuando, o que influencia diretamente seu deslocamento e dispersão (Kubitzki, 1985). Esse comportamento foi analisado por Fryirs e Carthey (2022) em um experimento com sementes de 60 espécies de plantas ribeirinhas, no qual 90% delas apresentaram sementes completamente submersas ao final de uma semana. Contudo, a flutuabilidade e a submersão também trazem desvantagens, como a predação por peixes e outros dispersores aquáticos (Horn *et al.*, 2011; Montes de Oca *et al.*, 2021) e a limitação no suprimento de oxigênio, que pode inibir a germinação (Kozłowski e Pallardy, 1997; Corbineau, 2022).

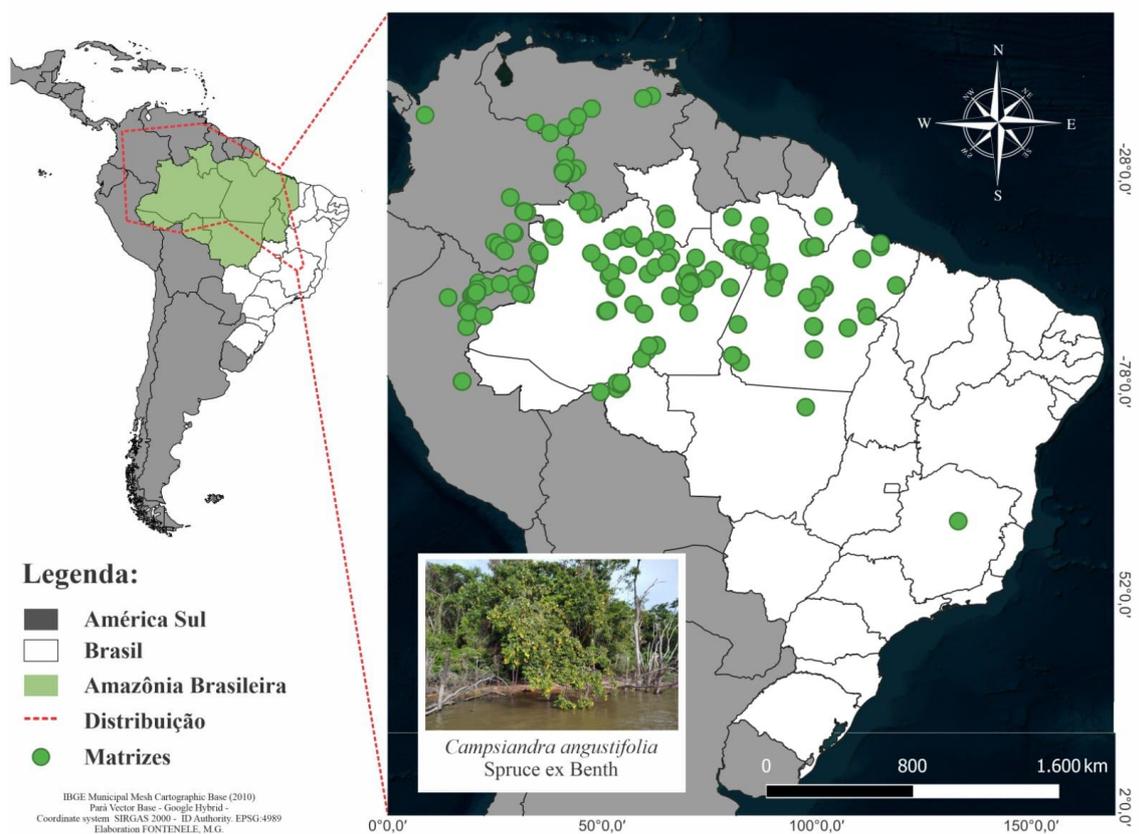
Algumas espécies de zonas ribeirinhas, como *Pachira aquatica*, *Hevea brasiliensis* (Kubitzki, 1985), *Carapa guianensis* (Scarano *et al.*, 2003) *Pseudobombax munguba* (Ferreira; Piedade; Franco, 2017) demonstram a capacidade de germinar enquanto flutuam. Outras, como *Himatanthus sucuuba* (Ferreira *et al.*, 2006), e *Eugenia inundata*, *Genipa americana* e *Simaba guianensis* (Melo *et al.*, 2015) o fazem mesmo submersas. A resistência e viabilidade das sementes sob alagamento estão diretamente relacionados aos conteúdos de nutrientes disponíveis nas sementes (Ma *et al.*, 2018) que podem ser utilizadas tanto para sustentar o crescimento após períodos de inundação quanto como fonte de energia durante situações de estresse (Melo *et al.*, 2015; Barbeiro *et al.*, 2023).

O gênero *Campsiandra* é composto por cerca de 21 espécies na região Amazônica, com maior concentração na Venezuela (The Plant List, 2024). No Brasil, ocorrem oito delas. As espécies de *Campsiandra* são caracterizadas por seu hábito arbóreo, folhas alternadas e imparipinadas, estípulas inconspícuas, folíolos geralmente com ápice cuspidado ou caldado, inflorescências com tricomas ferrugíneos e/ou áureos, flores vistosas, cálice esverdeado a avermelhado, corola branca e/ou rósea, estames

longos e vistosos, e legumes aplanados. As espécies de *Campsiandra* habitam diferentes tipos de vegetação, incluindo florestas de igapó, de várzea, estacionais perenifólias e ombrófilas, adaptando-se a ambientes inundáveis e com forte variação de umidade (Cota, 2020)

Dentre essas espécies, a *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth., espécie alvo desse estudo, é nativa de vários países latino-americanos, incluindo Brasil, Colômbia, Bolívia, Peru e Venezuela. No Brasil, sua ocorrência é registrada nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Mato Grosso (GBIF, 2024) (Figura 1). Sua distribuição ocorre principalmente em florestas de igapó, florestas de várzea e florestas ombrófilas. A planta apresenta folhas compostas com 7 - 13 folíolos e as flores possuem simetria actinomorfa, com sépalas ovais e tomentosas (Cota, 2020).

Figura 1: Distribuição de registros de *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth na América do sul.



É uma árvore de 6 - 40 metros de altura, que possui diversas aplicações etnofarmacológicas na medicina tradicional amazônica. Suas cascas são utilizadas para

tratar uma variedade de condições, como reumatismo, artrite e diarreia. Celis Flores e Huamán Andoa, 2014). Além disso, a planta é usada na produção de licores amazônicos, conhecidos por suas propriedades energizantes, aquecedoras e afrodisíacas (Celis Flores e Huamán Andoa, 2014). Entretanto, as matas ciliares enfrentam desafios contínuos devido à exploração inadequada de recursos e mudanças no uso da terra.

As constantes pressões fazem com que esses ambientes frágeis enfrentem ameaças crescentes que impactam sua vitalidade e equilíbrio (Junk e Piedade, 1997). Os impactos causados nessas áreas estão relacionados principalmente com a urbanização, acúmulo de resíduos sólidos, o desmatamento, as queimadas, escassez da água, erosões e assoreamento, poluições de águas superficiais e subterrâneas (Castro *et al.*, 2018).

Estudos estão sendo realizados com o objetivo de identificar os mecanismos fisiológicos, morfológicos e comportamentais que permitem que as espécies se estabeleçam e sobrevivam em ambientes sujeitos a inundações (Barbeiro *et al.*, 2023; Householder *et al.*, 2022; Duarte *et al.*, 2020; Conserva *et al.*, 2018; Miranda *et al.*, 20018; Ferreira *et al.*, 2017; Melo *et al.*, 2015). Ao entender como as espécies se adaptam às condições variáveis, como inundações e oscilações no nível da água, é possível desenvolver estratégias de manejo que protejam a função ecológica das matas ciliares frente a pressões ambientais e humanas.

O grupo de pesquisa Gestão dos recursos naturais da Amazônia, liderado pela profa. dra. Raírys Cravo Herrera, se propõe a estudar este aspecto na linha de pesquisa Propagação de espécies lenhosas nativas da Amazônia. No contexto do Programa de Biodiversidade e Conservação - PPGBC, esta dissertação é relacionada à linha de pesquisa “Caracterização da biodiversidade”, visando contribuir na propagação de espécies lenhosas e nativas.

Nesse sentido, o presente estudo busca responder perguntas fundamentais sobre as características e o desempenho das sementes de *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth.: Qual é o perfil fenológico de *Campsiandra angustifolia*? Quais são as características morfológicas e biométricas das sementes? Quais as quantidades de proteínas, aminoácidos solúveis, carboidratos solúveis e açúcares redutores presentes nas sementes? As sementes dessa espécie são capazes de germinar sob condições de

alagamento? Qual é o comportamento de flutuação das sementes? E como diferentes períodos de alagamento influenciam a capacidade de germinação e crescimento das mudas? Essas perguntas nortearam a pesquisa, com o intuito de gerar informações que contribuam para o manejo sustentável e a restauração de ecossistemas ripários, especialmente em áreas de mata ciliar sujeitas a intensas pressões ambientais.

2 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a fenologia, as características das sementes e a germinação de *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth., com ênfase na resposta germinativa após períodos de alagamento.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a morfologia, a biometria e a composição bioquímica das sementes
- Determinar o tempo de flutuação das sementes em condições de alagamento
- Investigar os efeitos de diferentes períodos de alagamento sobre a germinação

3 REFERÊNCIAS

BARBEIRO, C., ROMAGNOLO, M. B., DE SOUZA, L. A., DOS SANTOS, A. F., DE SOUSA, C., & PASTORINI, L. H. Morphophysiological responses of *Zygia cataractae* (Kunth) L. Rico in flooding and submersion conditions. **Aquatic Botany**, v. 184, p. 103578, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103578> Acesso em: 19 out. 2024

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. *Institui o Código Florestal*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2012/L12651.htm. Acesso em: 19 out. 2024.

CELIS FLORES, Priscila; HUAMÁN ANDOA, Doris Jacqueline. Características farmacognósticas de *Campsiandra angustifolia* (huacapuruna) de uso terapéutico tradicional en la ciudad de Iquitos 2013. 2014. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-910786> Acesso em: 19 out. 2024

CONSERVA, A., CAMARGO, J.L.C., DE SANTANA, D.G. *ET AL*. Germinative behaviour of ten tree species in white-water floodplain forests in central Amazonia. *Folia Geobot* **53**, 89–101.2018. <https://doi.org/10.1007/s12224-017-9284-1> Acesso em: 19 out. 2024.

Corbineau, F. (2022). Oxigênio, um fator de sinalização chave no controle da germinação e dormência de sementes. *Seed Science Research*, 32, 126 - 136. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S096025852200006X>.

CORREA, Sandra Bibiana et al. Water and fish select for fleshy fruits in tropical wetland forests. *Biotropica*, v. 50, n. 2, p. 312-318, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.12524>.

COTA, M.M.T. 2020. Campsiandra in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB78540>>. Accessed on: 15 novembro 2024

Cota, M.M.T. *Campsiandra in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB78540>>. Acesso em: 20 nov. 2024. Acesso em: 05 nov. 2024

CUNHA, Alan Cavalcanti et al. Hydrodynamics and seed dispersal in the lower Amazon. *Freshwater biology*, v. 62, n. 10, p. 1721-1729, 2017. Acesso em: 05 nov. 2024

DUARTE, C.I., MARTINAZZO, E.G., BACARIN, M.A. *ET AL*. Seed germination, growth and chlorophyll *a* fluorescence in young plants of *Allophylus edulis* in different periods of flooding. *Acta Physiol Plant* **42**, 80. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03063-7> Acesso em: 19 out. 2024.

FERREIRA C.S., PIEDADE, M.T.F., FRANCO, A.C., GONÇALVES, J.F.C., JUNK, W.J. Adaptive strategies to tolerate prolonged flooding in seedlings of floodplain, upland populations of *Himatanthus sukuuba*, a Central Amazon tree. *Aquatic Botany*, v. 90, p. 246-252. April 2009 DOI: 10.1016/j.aquabot.2008.10.006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.10.006> Acesso em: 10 out. 2024

FERREIRA, Cristiane S. et al. Floodplain and upland populations of Amazonian *Himatanthus sukuuba*: effects of flooding on germination, seedling growth and mortality. *Environmental and Experimental Botany*, v.60, p. 477-483, Jul. 2006. DOI:10.1016/j.envexpbot.2007.01.005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.01.005>. Acesso em: 15 nov. 2024

FERREIRA, Cristiane Silva; PIEDADE, Maria Teresa Fernandez; FRANCO, Augusto Cesar. Submergence, seed germination, and seedling development of the Amazonian floodplain tree *Pseudobombax munguba*: evidence for root oxytropism. *Trees*, v. 31, p. 705-716, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1501-7> . Acesso em: 19 out. 2024.

FRAAIJE, Rob GA et al. Spatial patterns of water-dispersed seed deposition along stream riparian gradients. *PloS one*, v. 12, n. 9, p. e0185247, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185247> Acesso em: 05 nov. 2024

FRYIRS, Kirstie; CARTHEY, Alexandra. How long do seeds float? The potential role of hydrochory in passive revegetation management. *River Research and Applications*, v. 38, n. 6, p. 1139-1153, 2022 <https://doi.org/10.1002/rra.3989> . Acesso em: 05 nov. 2024

GARSSSEN, Annemarie G. et al. Verhoeven, M.B. Soons. Effects of increased flooding

on riparian vegetation: Field experiments simulating climate change along five European lowland streams *Glob. Change Biol.*, 23 (2017), pp. 3052-3063, DOI 10.1111/gcb.13687. Acesso em: 15 nov. 2024

GOULDING, Michael. The role of fishes in seed dispersal and plant distribution in Amazonian floodplain ecosystems. *Sonderbd. Naturwiss. Ver. Hamburg*, v. 7, p. 271-283, 1983.

HAMAGUCHI, Jinny Ohana. O. Estrutura e composição florística das espécies arbóreas e arbustivas de uma floresta de igapó no Lago Tupé, Manaus, AM, 2009. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM. 2009.

HORN, Michael H. et al. Seed dispersal by fishes in tropical and temperate fresh waters: the growing evidence. *Acta Oecologica*, v. 37, n. 6, p. 561-577, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ACTAO.2011.06.004>. Acesso em: 05 nov. 2024

HOUSEHOLDER, John Ethan et al. Modeling the ecological responses of tree species to the flood pulse of the Amazon Negro River floodplains. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 9, p. 628606, 2021. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.628606> Acesso em: 19 out. 2024.

JANSSON, Roland et al. Hydrochory increases riparian plant species richness: a comparison between a free-flowing and a regulated river. *Journal of Ecology*, v. 93, n. 6, p. 1094-1103, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01057.x> Acesso em: 05 nov. 2024

KOZLOWSKI, Theodore T.; PALLARDY, Stephen G. *Physiology of woody plants*. 2. Ed. San Diego: **Academic Press**, p. xiii-xiv, 1997. DOI: 10.1016/B978-012424162-6/50017-X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-012424162-6/50017-X>. Acesso em: 16 out. 2024.

LI, J., DONG, S., YANG, Z., PENG, M., LIU, S., LI, X., 2012. Effects of cascade hydropower dams on the structure and distribution of riparian and upland vegetation along the middle-lower Lancang -Mekong River. *Forest Ecology and Management* V. 284, 15, p. 251-259, Nov. 2012. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.07.050. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.050>. Acesso em: 19 dez. 2023.

LI, J., DONG, S., YANG, Z., PENG, M., LIU, S., LI, X., 2012. Effects of cascade hydropower dams on the structure and distribution of riparian and upland vegetation along the middle-lower Lancang -Mekong River. *Forest Ecology and Management* V. 284, 15, p. 251-259, Nov. 2012. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.07.050. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.050>. Acesso em: 19 nov. 2024.

MA, Yan-Ran. *et al.* (2018) 'Effects of flooding on seed viability and nutrient composition in three riparian shrubs and implications for restoration', *Journal of Freshwater Ecology*, 33(1), pp. 449-460. Disponível em: 10.1080/02705060.2018.1520156. Acesso em: 05 nov. 2024

MANNHEIMER, Simone et al. Evidence for seed dispersal by the catfish *Auchenipterichthys longimanus* in an Amazonian lake. **Trop. Ecol.**, 19, pp. 215-2. 2003.

MONTES DE OCA, Vanessa et al. Seed consumption by small fish follows peak seed availability in a tropical dry forest river. **Biotropica**, v. 53, n. 1, p. 11-16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.12898>. Acesso em: 05 nov. 2024

PAROLIN, P., LUCAS, C., PIEDADE, M.T.F., WITTMANN, F., 2010. Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. **Annals of Botany**, v. 105, p. 129–139, jan. 2010. DOI: 10.1093/aob/mcp258. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aob/mcp258>. Acesso em: 15 set. 2024

PAROLIN, P.; JUNK, W. J. The effect of submergence on seed germination in trees from Amazonian floodplains. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de História Natural e Etnografia**, v. 18, p. 321-329, jan. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/27280380_The_effect_of_submergence_on_seed_germination_in_trees_from_Amazonian_floodplains Acesso em: 05 nov. 2024

PENA, R. F. A. **Mata Ciliar e Mata de Galeria**, Brasil Escola. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/mata-ciliar-mata-galeria.htm>. Acesso em 16 de janeiro de 2024.

PONTES, B. S. Estrutura da vegetação sob influência de águas pretas e brancas no baixo Rio Negro, AM, Brasil. 2021. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

RASRAN, Leonid et al. Hydrochorous seed transport in the lower Traisen river before and after riverbed restoration. **Plants**, v. 12, n. 13, p. 2409, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants12132409> Acesso em: 05 nov. 2024

RICARDO, V. P. **Projeto de Recuperação das Matas Ciliares**. Monografia apresentada à FACEP. Ibitinga, São Paulo, 2008. Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/378/Documentos/4_2008_Ricardo_Mata_Ciliar.pdf. Acesso em: 11 de agosto de 2024

SCARANO, Fábio R.; PEREIRA, Tânia S.; RÔÇAS, Giselle. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon. **Plant Ecology**, v. 168, p. 291-296, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1024486715690>. Acesso em: 05 nov. 2024

SIQUEIRA, Raphael Marinho; DA SILVA CARMO, Flávia Maria. Dinâmica da Serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual atingida por Barragem Hidrelétrica. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, p. 281-296, nov. 2022. DOI: 10.5281/zenodo.7321874. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7321874>. Acesso em: 20 de setembro de 2024.

SSALI, Fredrick; SHEIL, Douglas. Seasonality in the equatorial tropics: Flower, fruit, and leaf phenology of montane trees in the highlands of Southwest Uganda. **Biotropica**, v. 55, n. 3, p. 680-698, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.13219> . Acesso em: 05 nov. 2024

THE PLANT LIST. **The Plant List: A working list of all plant species.** 2024.
Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em: 19 out. 2024.

Este capítulo está formatado nas normas da revista RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental, disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/issue/view/81>

CAPÍTULO I -

FENOLOGIA, MORFOLOGIA E BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE *Campsiandra angustifolia* Spruce Ex Beth



FENOLOGIA, MORFOLOGIA E BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE *Campsiandra angustifolia* Spruce Ex Beth

Milena Gomes Fontenele ¹

Raírys Cravo Herrera ²

RESUMO

As inundações periódicas das matas ciliares amazônicas afetam a ecologia local e desafiam as espécies vegetais. Este estudo analisou sementes de *Campsiandra angustifolia*, coletadas de 10 árvores-matrizes às margens do rio Xingu, em Altamira-PA. As sementes apresentaram dimensões médias de 45,16 x 52,02 x 7,70 mm (comprimento x largura x espessura), peso médio de 6,82 g, cor marrom-escuro e textura lisa. As análises bioquímicas indicaram 17,6 mg PRT/gMS de proteínas solúveis, com predominância de glutelinas. Aminoácidos solúveis totalizaram 65,5 mg AA/gMS, e os açúcares solúveis e redutores foram 66,0 mg AST/gMS e 61,9 mg AR/gMS, respectivamente. Foram avaliadas a germinação sob alagamento, considerando flutuação e germinação pós-alagamento. Todas as sementes flutuaram inicialmente, mas não germinaram durante o alagamento. Após curtos períodos de alagamento (15, 30 e 45 dias), a germinação foi elevada, enquanto períodos mais longos (60, 75 e 90 dias) resultaram em germinação reduzida. O alagamento não afetou significativamente o crescimento das mudas, indicando que estas se desenvolvem de forma uniforme após a germinação, independentemente das condições iniciais.

Palavras-chave: Matas ciliares, Sementes, Germinação, Bioquímica, Tolerância ao alagamento.

SEED CHARACTERIZATION AND GERMINATION OF *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth IN DIFFERENT FLOODING PERIODS

ABSTRACT

¹ Instituição de formação, Cidade, Estado, País. E-mail: ccccccccccc@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

² Instituição de formação, Cidade, Estado, País. E-mail: ccccccccccc@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Periodic flooding of Amazonian riparian forests affects local ecology and challenges plant species. This study analyzed *Campsiandra angustifolia* seeds collected from 10 mother trees on the banks of the Xingu River in Altamira. The seeds were characterized by an average length of 45.16 mm, width of 52.02 mm, thickness of 7.70 mm, weight of 6.82 g, dark brown color and smooth texture. Biochemical analyses indicated 17.6164 mg PRT/gDM of soluble proteins, with a predominance of glutelins. Soluble amino acids totaled 65.5260 mg AA/gDM, and soluble and reducing sugars were 66.0156 mg AST/gDM and 61.9131 mg AR/gDM, respectively. Experiments evaluated germination under flooding, considering floating and post-flooding germination. All seeds floated initially but did not germinate during flooding. After short periods of flooding (15, 30 and 45 days), germination was high, while longer periods (60, 75 and 90 days) resulted in reduced germination. Flooding did not significantly affect seedling growth, indicating that seedlings develop uniformly after germination, regardless of initial conditions.

CARACTERIZACIÓN DE SEMILLAS Y GERMINACIÓN DE *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth EN DISTINTOS PERIODOS DE INUNDACIÓN

RESUMEN

Las inundaciones periódicas de los bosques ribereños del Amazonas afectan la ecología local y desafían a las especies de plantas. Este estudio analizó semillas de *Campsiandra angustifolia*, recolectadas de 10 árboles madre en las riberas del río Xingu, en Altamira. Las semillas se caracterizaron por tener un largo promedio de 45,16 mm, ancho de 52,02 mm, espesor de 7,70 mm, peso de 6,82 g, color marrón oscuro y textura suave. Los análisis bioquímicos indicaron 17,6164 mg PRT/gMS de proteínas solubles, con predominio de glutelinas. Los aminoácidos solubles totalizaron 65.5260 mg AA/gMS, y los azúcares solubles y reductores fueron 66.0156 mg AST/gMS y 61.9131 mg AR/gMS, respectivamente. Los experimentos evaluaron la germinación bajo inundación, considerando la germinación flotante y post-inundación. Todas las semillas inicialmente flotaron, pero no germinaron durante la inundación. Después de períodos cortos de inundación (15, 30 y 45 días), la germinación fue alta, mientras que períodos más largos (60, 75 y 90 días) dieron como resultado una germinación reducida. Las inundaciones no afectaron significativamente el crecimiento de las plántulas, lo que indica que se desarrollan uniformemente después de la germinación, independientemente de las condiciones iniciales.

RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1 INTRODUÇÃO

A Amazônia, com sua vasta biodiversidade, abriga ecossistemas cruciais para o equilíbrio ambiental, como as matas ciliares, localizadas às margens de rios e lagos. Essas áreas desempenham papéis fundamentais, incluindo a filtragem de poluentes, a manutenção da qualidade da água e o suporte à fauna local (Pena, 2018). Apesar de sua importância ecológica, as matas ciliares enfrentam ameaças crescentes devido à expansão agrícola, pecuária e exploração inadequada de recursos naturais, resultando em degradação ambiental e perda de

biodiversidade (Ricardo, 2008). No Brasil, essas áreas são protegidas como Áreas de Preservação Permanente (APPs) pelo Código Florestal (Lei n.º 12.651/2012), mas a sua conservação continua sendo um desafio.

As inundações periódicas, características das matas ciliares amazônicas, desempenham papel central na dinâmica ecológica desses ambientes, mas também representam desafios para as espécies vegetais. Estudos mostram que a intensidade, frequência e duração dos alagamentos afetam diretamente o recrutamento, estabelecimento e sobrevivência das plantas (Barbeiro et al., 2023; Duarte, 2023). Durante esses eventos, processos como germinação e tolerância ao estresse hídrico são determinantes para a distribuição das espécies ao longo dos gradientes ambientais (Garssen et al., 2017). Além disso, as sementes enfrentam condições de hipoxia, que requerem adaptações morfológicas e fisiológicas, como flutuação, dormência e mobilização de reservas armazenadas nas sementes (Parolin et al., 2004; Ferreira et al., 2009).

Entre as espécies características das matas ciliares amazônicas, destaca-se *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth., da família Fabaceae, amplamente distribuída na América do Sul, incluindo o Brasil, Colômbia, Bolívia, Peru e Venezuela. No Brasil, sua ocorrência é registrada nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Mato Grosso (GBIF, 2024). A *C. angustifolia* possui diversas aplicações etnofarmacológicas na medicina tradicional amazônica. Suas cascas são utilizadas para tratar uma variedade de condições, como reumatismo, artrite e diarreia. Além disso, a planta é usada na produção de licores amazônicos, conhecidos por suas propriedades energizantes, aquecedoras e afrodisíacas (Celis Flores e Huamán Andoa, 2014).

Embora a planta seja adaptada a ambientes úmidos e suas propriedades terapêuticas sejam bem documentadas, a forma como suas sementes e mudas respondem ao alagamento ainda não foi suficientemente explorada. Diante desse cenário, o presente estudo busca investigar as características morfológicas e biométricas das sementes de *Campsiandra angustifolia*, bem como sua capacidade de germinação sob diferentes períodos de alagamento.

A compreensão desses aspectos é fundamental para elucidar as estratégias adaptativas dessa espécie e sua relação com a dinâmica das matas ciliares. Ademais, os resultados podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo e restauração dessas áreas, fundamentais para mitigar os impactos das atividades antrópicas e promover a conservação da biodiversidade amazônica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As matas ciliares desempenham um papel essencial na conservação dos ecossistemas, atuando na proteção dos corpos d'água, na regulação do microclima e na manutenção da biodiversidade. No entanto, mesmo com proteção legal, essas áreas enfrentam pressões constantes provenientes de atividades antrópicas como a agricultura e a pecuária, que levam ao desmatamento e degradação. Esses impactos comprometem as funções ecológicas das matas ciliares e resultam em graves consequências, incluindo perda de biodiversidade, erosão do solo e assoreamento dos corpos d'água (Ricardo, 2008). Nos últimos anos, estudos têm buscado compreender as adaptações das espécies vegetais às condições de inundação em ecossistemas alagáveis (Barbeiro et al., 2023; Householder et al., 2022; Duarte et al., 2020; Conserva et al., 2018; Miranda et al., 20018; Ferreira et al., 2017; Melo et al., 2015). Essas adaptações podem ser observadas tanto em nível morfológico quanto fisiológico, abrangendo desde a variabilidade na estrutura dos frutos e sementes até estratégias de dispersão ajustadas ao pulso sazonal das cheias (Donadio et al., 2000; Ferreira, 2015).

A caracterização de frutos, sementes e plântulas é fundamental para diversas áreas da pesquisa e da gestão ambiental. Esses estudos fornecem subsídios para a taxonomia, o manejo e a conservação das espécies, além de contribuir para a dispersão e regeneração natural, assim como para a produção de mudas (Ferreira, 2015). Dados morfológicos sobre sementes são cruciais para avaliar sua viabilidade e potencial de dispersão, além de oferecerem insights sobre o ciclo de vida e os processos regenerativos das espécies (Barroso, 1976). O crescimento das plantas em ambientes sujeitos à saturação hídrica depende diretamente da alocação de reservas energéticas. Essas reservas são utilizadas tanto para sustentar o desenvolvimento após o período de inundação quanto para enfrentar situações de estresse (Barbeiro et al., 2023). Além disso, a morfologia variável dos frutos e as estratégias de dispersão refletem as adaptações das espécies ao ambiente, permitindo que aproveitem os pulsos de cheia para disseminar suas sementes em áreas favoráveis ao desenvolvimento (Donadio et al., 2000; Ferreira, 2015).

Os estudos sobre o desenvolvimento de plântulas têm um papel crucial para entender o crescimento das espécies em ambientes naturais, além de guiarem a produção de mudas. Esses estudos são especialmente relevantes para a conservação e o manejo de espécies que enfrentam alagamentos regulares (Ferreira, 2015; Gurgel, 2012). O estudo das plântulas também permite identificar características do ambiente de origem e as adaptações das espécies, fornecendo

informações valiosas para compreender a dinâmica populacional e os processos de sucessão ecológica em florestas alagadas (Donadio, 2000; Lima et al., 2010).

3 METODOLOGIA

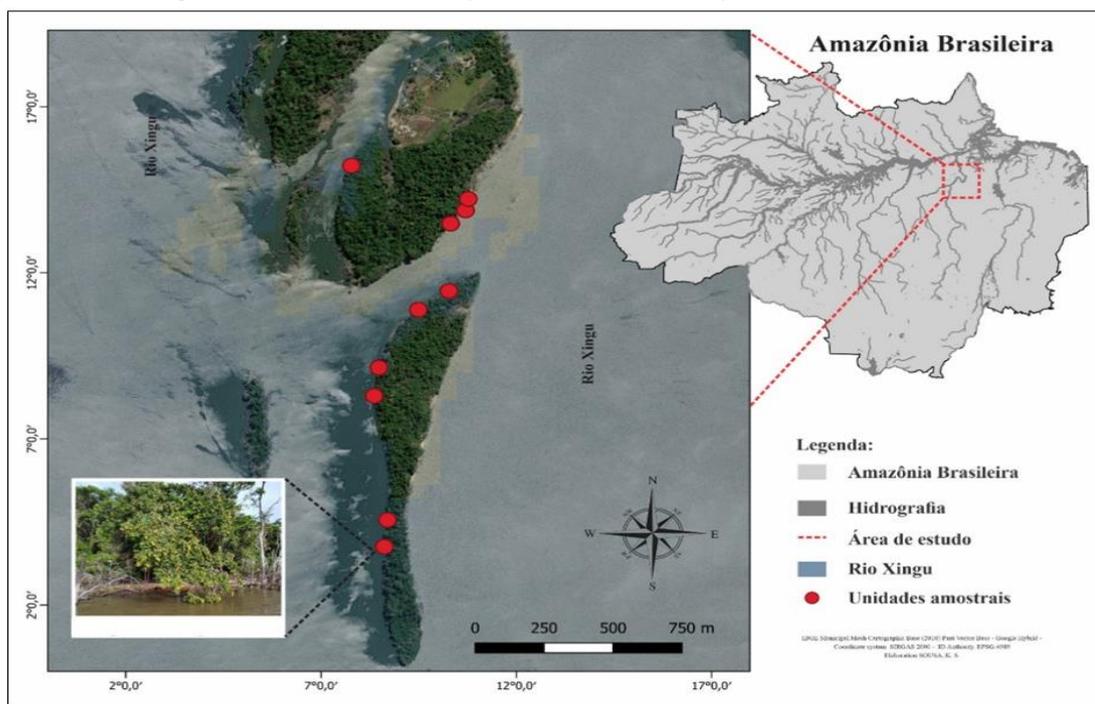
3.1 ÁREA DE COLETA

Para o planejamento da época de coleta de frutos, realizou-se o monitoramento fenológico das 10 matrizes da *C. angustifolia*. Esse acompanhamento incluiu o registro dos períodos das fases vegetativa e reprodutiva (floração, frutificação e dispersão de sementes). No período do acompanhamento, foram coletados dados da precipitação e temperatura de Altamira no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os frutos foram coletados de maneira manual das 10 árvores-matrizes localizadas às margens do rio Xingu, no Município de Altamira -Pa, no mês de fevereiro, durante o período chuvoso (Figura 1).

Figura 1

Mapa de localização das matrizes onde foram coletados os frutos.



Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o laboratório de Biotecnologia (BIOTEC) - Universidade Federal do Pará (UFPA), *Campus* Altamira, onde foram mantidos em temperatura ambiente, protegido de sol e chuva, até o início a da abertura natural para a remoção das sementes.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES

Após a abertura natural dos frutos, as sementes que não apresentaram sinais visíveis de problemas fitossanitários foram selecionadas para a descrição morfométrica. Os parâmetros avaliados foram: coloração, forma, textura, de acordo com Barroso *et al.* (1999) e Camargo *et al.* (2008).

Para realizar as análises biométricas, foram medidas amostras de 100 sementes. As medidas de comprimento, largura e espessura foram obtidas utilizando um paquímetro digital (0,001mm) e os dados de peso com o auxílio de uma balança de precisão (0,001 g).

O teor de água foi determinado conforme Regras para Análise de Sementes - RAS de espécies florestais (Brasil, 2013), utilizando 10 subamostras de 10 sementes de cada matriz. As sementes foram divididas ao meio e colocadas em potes de vidro, em seguida, submetidas em estufa 105 °C ± 3 °C por 24 horas. O cálculo da umidade foi realizado através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade } (U) = \frac{100 (P - p)}{P - t} \quad (1)$$

Onde,

P= peso inicial, peso do recipiente e peso da semente fresca;

p= peso final, peso do recipiente e da semente seca;

t= peso do recipiente.

Para as análises bioquímicas, foi utilizado a massa seca das sementes (MS). As sementes foram desidratadas em estufa a 65 °C até peso constante por 48 horas, destegumentadas, trituradas (amêndoa: embrião + tecido de reservas) e submetidas a ensaios bioquímicos. As quantificações foram realizadas em triplicata de cada matriz e ao final foi tirado a média para quantificar o valor total de cada componente bioquímico.

A extração das proteínas foi feita utilizando amostras contendo 0,05 g de MS das sementes, submetidas a extrações com 5 mL de etanol 80% (v/v) cada, e incubadas em banho-maria a 80 °C por 30 minutos. Após a extração, as amostras foram centrifugadas a 3.200 rpm por 30 minutos. A quantificação foi feita pelo método de Bradford (1976). Foram utilizadas amostras de 100 µL do sobrenadante e adicionados 2,5 ml da solução de Bradford, em seguida foi agitado manualmente e delicadamente. Após 15 minutos foi realizada a leituras a 595 nm, contra o branco que contém 100 µl de água + 2,5 ml do reagente de Bradford. A curva padrão foi feita utilizando Soro Albumina Bovina (BSA).

As frações proteicas foram extraídas de acordo com a solubilidade, seguindo metodologia de Bonome (2006), onde 0,2 g de massa seca das sementes foram submetidos à extração consecutiva. Os extratos foram incubados a 30° C por 40 minutos, centrifugados a

5.000 rpm por 20 minutos e, a cada extração, foram recolhidos os sobrenadantes e com o precipitado foi realizada nova extração com os seguintes extratores: 2 mL de água destilada (para extração de albuminas), 2 mL de cloreto de sódio 1% (p/v) (globulinas), 2 mL de etanol 80% (prolaminas) e 2 mL de hidróxido de sódio 0,1M (glutelinas).

A extração dos aminoácidos solúveis totais foi realizada utilizando 0,05 g de MS das sementes + 5mL de água destilada ao banho-maria em 100°C por 30 minutos. Após a extração, as amostras foram centrifugadas a 1.000 rpm por 30 minutos. A quantificação foi feita pelo método de Peoples et al., (1989), onde em tubos de ensaios foram adicionados 100 µL do extrato + 400 µL de água destilada. Em seguida foi acrescentado 250µL do tampão citrato 0,2 M pH 5,0 e 250µL do reagente de ninhidrina sendo agitado em vórtex, posteriormente, os tubos foram fechados e colocados em banho-maria por 15 minutos a 100°C. Em seguida, a reação foi interrompida em banho de gelo e acrescentado 1,5 ml de etanol 50% (V/V). Após, os tubos permaneceram em temperatura ambiente por 20 minutos, em seguida foram realizadas as leituras em espectrofotômetro a 570 nm. A curva padrão foi feita utilizando Glicina 0,1 µmol/ml

A extração dos açúcares solúveis totais foi realizada utilizando 0,05 g de MS das sementes + 5mL de água destilada ao banho-maria em 100°C por 30 minutos. Após a extração, as amostras foram centrifugadas a 1.000 rpm por 30 minutos. A quantificação foi pelo método fenol-sulfúrico adaptado de Dubois et al. (1956), onde foi utilizado 100 µL dos sobrenadantes + 400 µL de água destilada agitado em vórtex. Em seguida, foi adicionado 0,5 ml de fenol 5% e novamente agitado em vórtex, após isso, foi adicionado 2,5 ml de ácido sulfúrico concentrado e agitado em vórtex. Após 20 minutos foi feita a leitura em espectrofotômetro a 490 nm. O branco foi feito utilizando 0,5 ml de água + 0,5 ml de fenol 5% + 2,5 ml de ácido sulfúrico (H₃SO₄). A curva padrão foi feita utilizando Glicose a 0,333 mM

Para a extração dos açúcares redutores, foram utilizados 0,5 g MS em 10 ml de tampão fosfato 0,1 M com pH 7, as amostras foram agitadas manualmente e levadas ao banho-maria a 40 °C por 30 minutos (sob agitação) e após centrifugadas a 3.200 rpm por 30 minutos. A quantificação dos açúcares redutores foi feita através do método da antrona (Yemm e Willis, 1954), sendo utilizado 1,0 mL do sobrenadante + 5 ml de ácido sulfúrico (H₃SO₄) concentrado + 0,2 mL da solução de antrona, amostras foram agitadas manualmente e levadas ao banho-maria a 100°C por 10 minutos e resfriados em banho de gelo. Após isso, foi feita a leitura em espectrofotômetro a 620 nm. O branco foi feito utilizando 5ml de ácido sulfúrico (H₃SO₄) concentrado + 0,2 ml da solução de antrona. A curva padrão foi feita utilizando a Glicose a 10mM.

3.3 GERMINAÇÃO PÓS-ALAGAMENTO

O experimento foi conduzido no viveiro do laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal do Pará-UFPA, *campus* Altamira. Foram utilizadas 700 sementes, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Com sete tratamentos, de quatro repetições de 25 sementes cada.

As sementes foram submetidas a sete períodos de alagamento 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. Na testemunha (tempo 0) as sementes foram plantadas diretamente uma mistura de substrato comercial e areia, na proporção 1:1, acondicionado em sacos plásticos (20cm x 20cm) e com fornecimento de água de irrigação diária. Nos demais tratamentos, foram utilizadas caixas plásticas para manter a profundidade da água em torno de 15 cm, sendo feita a troca da água semanalmente.

Foi monitorado o nível de oxigênio dissolvido e do pH da água utilizada no experimento com uma sonda multiparâmetro Horiba. O monitoramento foi realizado duas vezes por semana, nas segundas e sextas-feiras, ao longo de 90 dias. Foi observado o valor médio de 2,84 mg/L de oxigênio dissolvido, enquanto o pH apresentou uma média de 6,77.

Para avaliar os efeitos dos diferentes períodos de inundação na germinação, ao final de cada período experimental, as sementes foram retiradas das condições de inundação e transferidas para sacos plásticos nas mesmas condições do tratamento controle, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: porcentagem de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE).

As quantidades de germinações foram registradas diariamente até um período de 60 dias. Os resultados de germinação foram avaliados segundo Labouriau (1983), onde a porcentagem de emergência (%E), representa o número total de sementes germinadas em relação ao número de sementes colocadas para germinar.

$$%E = (\sum ni. N - 1). 100$$

Onde,

$\sum ni$ = número de sementes germinadas em relação número total de sementes colocadas para germinar (N).

Índice de velocidade de emergência (IVE): O índice foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962), a seguir:

$$IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$$

Onde,

IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1^a, 2^a, ..., n-ésima avaliação.

Após 90 dias da germinação, foram selecionadas 30 plântulas de cada tratamento para avaliar o desenvolvimento e verificar se os diferentes períodos de alagamento influenciaram significativamente no crescimento das mudas. Foram realizadas medições da altura, do diâmetro do caule e do número de folhas de cada plântula. A altura foi medida da base do caule até o ápice com uma régua milimetrada; o diâmetro, próximo à base, com um paquímetro digital e o número de folhas contou apenas aquelas plenamente desenvolvidas.

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para avaliar as características de sementes, foram realizadas estatísticas descritivas dos parâmetros que incluiu a média e o desvio padrão. Para avaliar a relação entre a porcentagem de germinação das sementes e os diferentes períodos de alagamento foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. Para identificar quais grupos apresentavam diferenças específicas, foi realizado o teste pós-hoc de Dunn.

Os dados de crescimento foram coletados e submetidos a análises estatísticas para identificar diferenças significativas entre os tratamentos por meio de uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA) para avaliar o impacto dos diferentes períodos de alagamento nas variáveis.

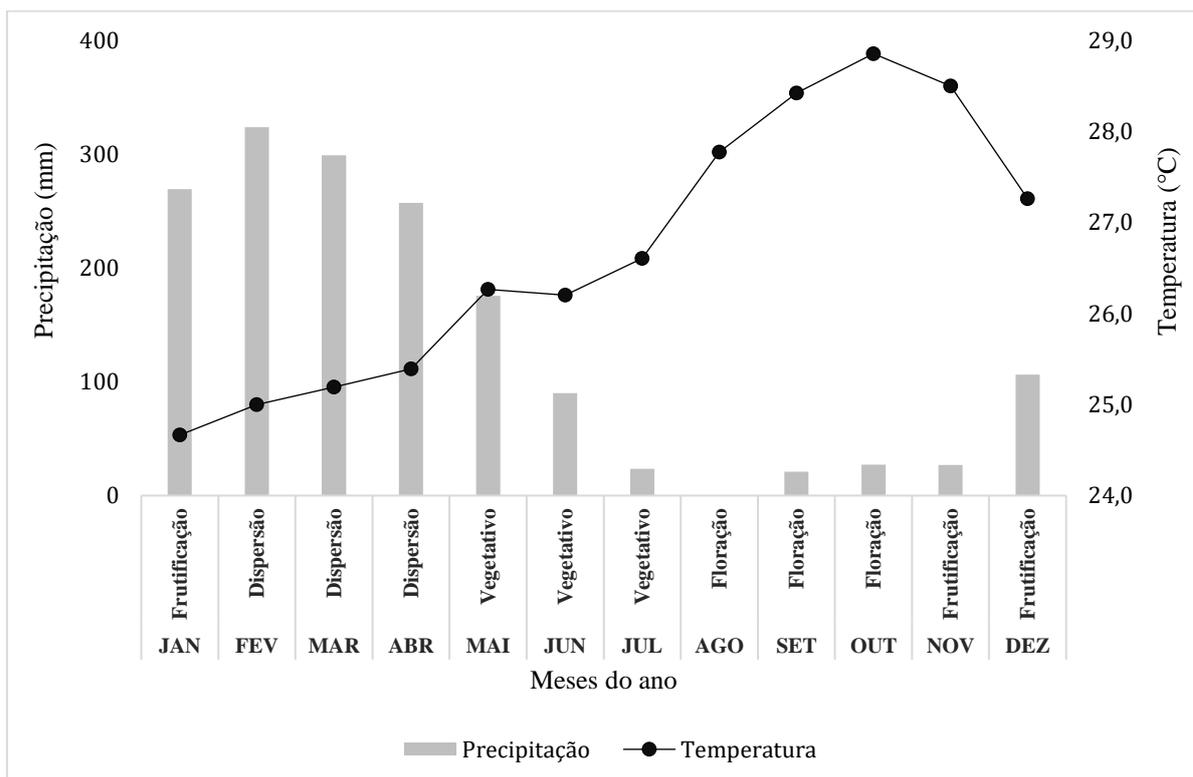
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as 10 matrizes, observou-se que, durante os meses secos, de maio a julho, predomina a fase vegetativa. Ao final da estação seca, de agosto a outubro, procede a fase de floração. A frutificação ocorre nos meses de novembro, dezembro e janeiro, no início da estação chuvosa. A dispersão das sementes é predominantemente entre fevereiro e abril, meses com os maiores índices de precipitação (Figura 2).

Esse sincronismo entre a frutificação, a dispersão e as cheias garantem que as sementes sejam transportadas pelas águas para áreas propícias à germinação, aproveitando a alta disponibilidade de umidade e nutrientes promovida pelo regime de chuvas, assegurando o sucesso no recrutamento de novas plântulas (Correa et al. 2018; Ssali., e Sheil, 2023). Essa sincronização é uma estratégia comum em muitas espécies que habitam áreas ripárias (Parolin *et al.*, 2002) como, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus coolabah* (Kerr, 2024).

Figura 2

Fenologia das 10 Matrizes em relação à precipitação e temperatura mensal.



4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES

Os frutos são vagens deiscentes, com formato oblongo a falcado, apresentando ápice arredondado e base afunilada. Inicialmente verdes, as vagens tornam-se amarelo-claro e, por fim, marrom quando estão completamente maduras (Figura 3). Ao atingirem a maturação completa, os frutos se abrem para liberar as sementes e apresentam um aspecto retorcido durante a dispersão

Figura 3

Frutos e semente da Campsiandra angustifolia Benth.



A abertura das vagens ocorreu entre 2-6 dias após a coleta, dependendo do estado de maturação, contém de 3 - 7 sementes grandes, de formato discoide, o tegumento é de coloração marrom, com uma textura coriácea na testa e apresenta uma estrutura esponjosa nas margens (Figura 3).

As sementes da *C. angustifolia* apresentam adaptações para a dispersão pela água, pois os cotilédones são circundados por um tecido esponjoso (Farji-Brener, 2005). A estratégia de flutuação, proporcionada por esse tecido esponjoso de textura semelhante à cortiça, foi descrita em várias espécies de florestas tropicais de várzea. Essa estrutura facilita a flutuação prolongada das sementes, promovendo sua dispersão em ambientes alagados (Kubitzki e Ziburski, 1994; Williamson et al., 1999; López, 2001).

As sementes apresentam dimensões médias de 45,16 x 52,02 x 7,70 mm (comprimento x largura x espessura) e peso médio de 6,82 g (Tabela 1).

Tabela 1

Biometria de sementes de Campsiandra angustifolia.

Características Biométricas	Média	Mínimo	Máximo	Dp	Variância	Teor de Água (%)
Comprimento (mm)	45,16	33,77	58,64	6,21	38,6	49,25
Largura (mm)	52,02	38,88	62,53	5,70	32,5	
Espessura (mm)	7,70	5,87	9,67	1,55	2,42	
Peso (g)	6,82	3,61	11,54	1,74	3,04	

Dp= Desvio padrão, n=100 para biometria, n=100 para teor de água.

Os valores biométricos encontrados neste estudo são semelhantes aos registrados por Cruz e Santos Júnior (2018) para as sementes de *C. laurifolia* Benth. Steiner et al. (2019) diz que as sementes de tamanho grande são mais adaptadas a condições ambientais adversas. Além

disso, dimensões maiores estão associadas a um maior conteúdo de substâncias nutritivas, o que pode beneficiar o desenvolvimento inicial das plantas (Parolin, 2002).

O comprimento e a largura das sementes apresentam maior variabilidade em relação a outros parâmetros, com variâncias de 38,6 e 32,5 e desvios padrão de 6,21 e 5,70 mm, respectivamente. Essa variabilidade nas dimensões das sementes está relacionada ao sucesso de dispersão e ao subsequente estabelecimento das plântulas em seu habitat, refletindo também a variação genética presente na espécie, como destacado por Souto (2008).

O teor de água de 49,25% indica que a semente possui um alto conteúdo de água, o que sugere que ela é recalcitrante. As sementes recalcitrantes, descritas por Roberts em 1973, são aquelas que possuem alta sensibilidade à dessecação e não toleram baixos níveis de umidade, o que inviabiliza seu armazenamento prolongado. Esse comportamento é bem comum em árvores ribeirinhas como *Calophyllum brasiliense* (55,3%), *Cupania vernalis* (46,8%), *Eugenia handroana* (47,1 %) (Carvalho et al., 2006) e *Campsiandra laurifolia* (48%) (Cruz e Santos Júnior (2018).

Quanto à concentração de proteínas solúveis totais (PST), foi observada uma média de 17,6 mg PRT/gMS. Entre as frações proteicas, as glutelinas apresentaram a maior concentração, com 76,0 mg PRT/gMS, seguidas pelas prolaminas (22,0 mg PRT/gMS), albuminas (14,6 mg PRT/gMS) e globulinas (14,3 mg PRT/gMS) (Tabela 2). Os aminoácidos solúveis totais (AA) apresentaram uma concentração de 65,5 mg AA/gMS. Quanto aos açúcares, os valores de açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) foram de 66,0 mg AST/gMS e 61,9 mg AR/gMS, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2

Análises bioquímica em sementes de Campsiandra angustifolia Spruce ex Benth.

ANÁLISES BIOQUÍMICAS	RESULTADOS
Proteínas Solúveis Totais (PST)	17,6 mg PRT/gMS
Albuminas	14,6 mg PRT/gMS
Globulinas	14,3 mg PRT/gMS
Prolaminas	22,0 mg PRT/gMS
Glutelinas	76,0 mg PRT/gMS
Aminoácidos Solúveis Totais (AA)	65,5 mg AA/gMS
Açúcares Solúveis Totais (AST)	66,0 mg AST/gMS
Açúcares Redutores (AR)	61,9 mg AR/gMS

As glutelinas, prolaminas, albuminas e globulinas são proteínas de reserva, que desempenham um papel fundamental no desenvolvimento das sementes e na germinação, fornecendo os nutrientes necessários para a formação de novos tecidos no embrião (Marcos-

Filho, 2015; Silva, 2019). Embora as glutelinas sejam consideradas as principais proteínas de reserva em monocotiledôneas, elas também se destacaram em várias espécies dicotiledôneas, como, *Bagassa guianensis* (Becker et al., 2024) e *Mizilaurus itauba*, *Byrsonima lancifolia*, *Eschweilera ovata* e *Myracrodruon urundeuva* (Souza et al., 2012). Já os açúcares promovem a germinação das sementes, regulam a fotossíntese, promovem a concentração e retardam a senescência sob vários estresses abióticos (Sami et al., 2016).

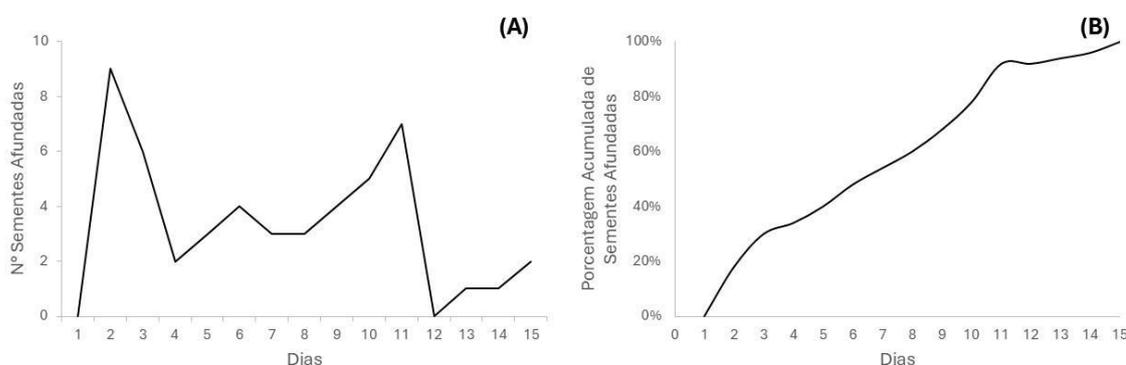
4.2 GERMINAÇÃO PÓS ALAGAMENTO

A germinação de *C. angustifolia* é do tipo hipógea e criptocotiledonar, com cotilédones de reserva. As plântulas possuem um epicótilo herbáceo, esverdeado ou rosado, com textura lisa. As folhas são compostas, imparipinadas, com opostos e filotaxia alterna, apresentando formato oblongo-lanceolado (REFLORA, 2024)

Durante o experimento, foi observado que as sementes de *C. angustifolia* inicialmente flutuavam ao serem colocadas em água, mas, ao longo do tempo, começaram a afundar (FIGURA 5). O processo de submersão foi mais pronunciado nos primeiros dias, especialmente entre o segundo e o terceiro dia, quando a maior parte das sementes afundou (Figura 5A). Após esse período inicial, a taxa de sementes que afundavam diariamente diminuiu progressivamente, culminando em 100% de submersão ao final de 15 dias. A média de sementes que afundaram por dia foi de 2,78, com um desvio padrão de 2,67, indicando uma variação moderada no número de sementes que afundaram diariamente (Figura 5B).

Figura 5

Flutuação de sementes de Campsiandra angustifolia Spruce ex Benth. (A) Número de sementes submersas por dia. (B) Porcentagem de sementes submersas acumuladas por dia.



A capacidade de frutos e sementes flutuar é uma característica fundamental para a dispersão de várias espécies de árvores que ocorrem em áreas alagáveis da Amazônia, permitindo a dispersão a longas distâncias por meio da hidrocoria (Costa et al., 2023). Um

exemplo disso é as sementes de *Carapa guianensis* que podem flutuar por até 2,5 meses (Scarano et al., 2003).

Há relatos na literatura de que algumas espécies de áreas úmidas amazônicas, como *Pseudobombax munguba*, podem germinar enquanto flutuam (Ferreira; Piedade; Franco, 2017). Outras espécies, como *Himatanthus sucuuba* (Ferreira et al., 2007), *Eschweilera inundata*, *Genipa americana* e *Sclerolobium guianense* (Melo et al., 2015), conseguem germinar mesmo submersas. No entanto, a capacidade de germinar na água não garante o sucesso no estabelecimento das mudas após o recuo das águas (Melo et al., 2015). Neste estudo a *C. angustifolia* não apresentou germinação nem enquanto as sementes flutuavam, nem quando estavam completamente submersas.

A ausência de germinação observada em água indicou a necessidade de explorar diferentes condições para entender melhor a germinação das sementes. Os resultados do experimento mostram que a germinação das sementes de *C. angustifolia* após diferentes períodos de alagamento apresentam variações na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de emergência (Figura 5).

As sementes *C. angustifolia* submetidas a períodos intermediários (15, 30 e 45 dias) de alagamento (Figura 5), apresentaram taxas de germinação superiores às sementes do grupo controle. Esse aumento nas taxas de germinação em resposta ao contato com a água é condizente com estudos de outras espécies de áreas alagáveis como *Garcinia brasiliensis*, *Crateva bentamii*, *Tabernaemontana sp.*, *Casearia aculeata* (Lucas et al., 2012), *Salix martiana*, *Laetia corymbulosa* e *Vitex cymosa* (Oliveira Wittmann et al., 2007; Melo et al., 2015).

A redução da porcentagem de germinação após períodos prolongados de alagamento, como observado em 60, 75 e 90 dias (63%, 58% e 48%, respectivamente) (Figura 6), pode refletir a sensibilidade das sementes a estresses prolongados. Esse fenômeno está de acordo com estudos que indicam que espécies adaptadas ao pulso de inundação não são necessariamente tolerantes a inundações contínuas e prolongadas, que podem resultar em estresse anóxico severo e deterioração dos tecidos (Piedade et al., 2010; Ferreira et al., 2009).

De acordo com Melo et al. (2015), o sucesso da germinação de sementes após o contato com a água pode estar associado à flutuabilidade e à resistência à decomposição, características que podem ser influenciadas por compostos armazenados no endosperma. Nesse contexto, os

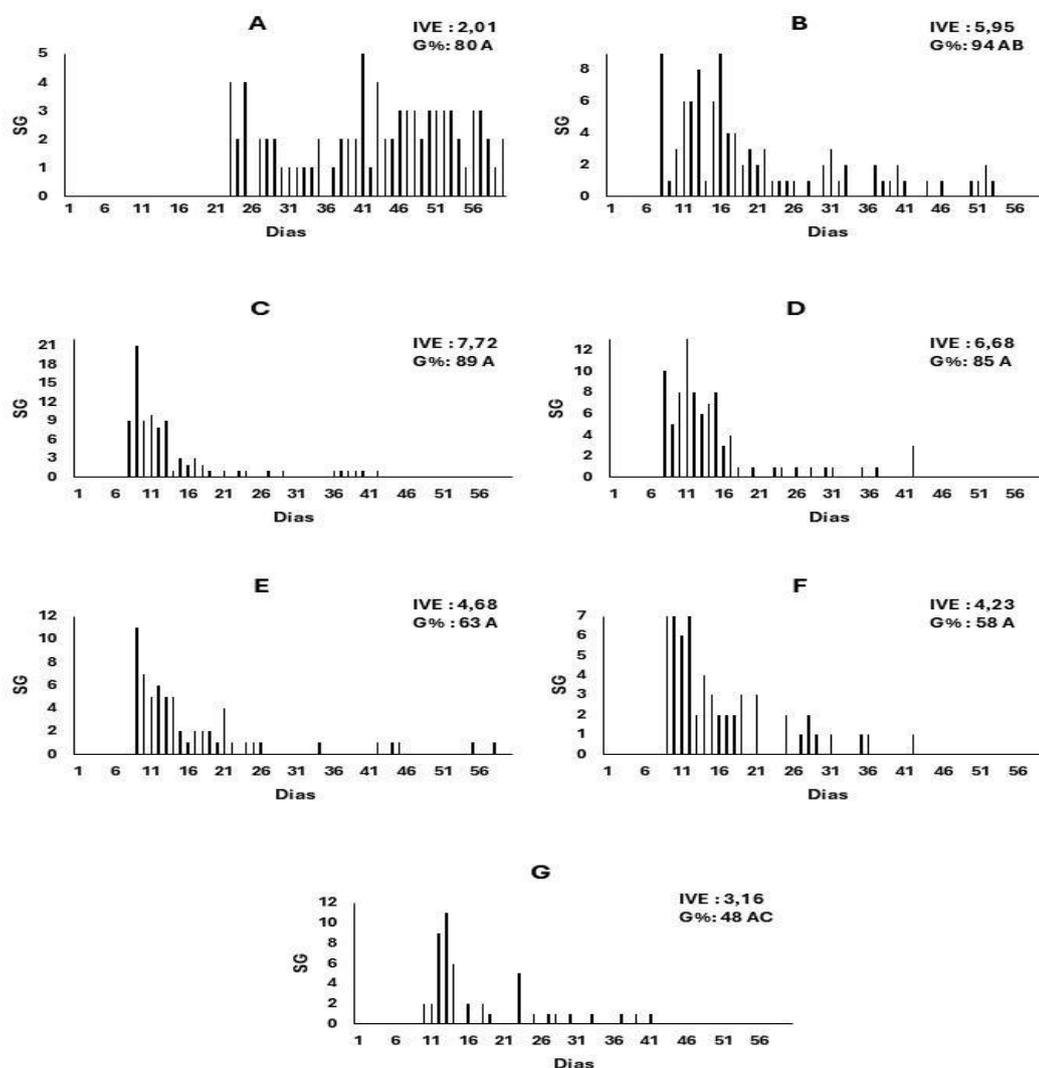
estudos de Conserva et al. (2018) sobre as espécies *Hura barbathus* e *Pachira trifoliata*, cujas sementes apresentam flutuabilidade, corroboram essa afirmação ao demonstrar que, mesmo após mais de 100 dias em contato com a água, essas sementes são capazes de germinar e formar mudas que sobrevivem ao transplante para o solo.

Figura 6

Quantidade de sementes germinadas por dia após diferentes períodos de alagamento. (A) 0 dias, (B) 15 dias, (C) 30 dias, (D) 45 dias, (E) 60 dias, (F) 75 dias e (G) 90 dias de alagamento.

SG = Número de sementes germinadas. IVE = índice de velocidade de germinação.

G% = Porcentagem de germinação.



G% seguidas por letras diferentes (a, b, c) indicam diferença significativa entre as porcentagens de germinação ($p < 0,05$) conforme o teste Dunn

As sementes de *C. angustifolia* que passaram por períodos de alagamento apresentaram tanto um início de germinação mais rápido quanto um índice de velocidade de

emergência (IVE) superior em comparação com aquelas que não foram submetidas ao alagamento (Figura 6). Esses resultados são reforçados pela pesquisa de Oliveira e Wittmann *et al.* (2007), que indicaram que, em *Laetia corymbulosa* Spruce, espécie de ambientes alagáveis, as sementes alagadas também germinaram mais rapidamente comparadas às semeadas diretamente no substrato. Da mesma forma, observaram em *Allophylus edulis* (Duarte *et al.*, 2020) e *Zygia cataractae* (Kunth) L. (Barbeiro *et al.*, 2023), as sementes também apresentaram um início de germinação acelerado após a exposição ao alagamento. O alagamento em vez de atuar como um fator de estresse que compromete a viabilidade das sementes, desempenhou um papel positivo na promoção da germinação.

As sementes não alagadas começaram a germinar no 23º dia (Figura 6A), aquelas que foram alagadas iniciaram o processo no 8º ao 10º dia e apresentaram IVE mais elevado, destacando-se os períodos de 15, 30 e 45 dias de alagamento (Figura 3B, C e D) como ideais para maximizar a velocidade de emergência. Para Oliveira e Wittmann (2010) uma germinação mais rápida permite um desenvolvimento inicial mais longo, essencial para que as espécies se estabeleçam após os eventos de inundações.

Nos períodos de alagamento mais prolongados, como 60, 75 e 90 dias, apresentaram um início de germinação mais lento, começando após 9 e 10 dias, e apresentam uma redução progressiva no IVE (Figura 3E, F e G), o que indica que, apesar de estimular a germinação inicialmente, o alagamento prolongado pode começar a prejudicar o processo de germinação. Essa observação está em consonância com estudos que indicam que espécies adaptadas ao pulso de inundação previsíveis não são necessariamente tolerantes a inundações contínuas e prolongadas, podendo resultar em estresse anóxico severo e deterioração dos tecidos (Piedade *et al.*, 2010; Ferreira *et al.*, 2009).

Para a avaliação do crescimento das mudas, a análise da MANOVA ($p= 0,544$; $p > 0,05$) confirmou que os períodos de alagamento não causaram diferenças significativas nas variáveis de crescimento das mudas (Tabela 3, Figura 7).

Tabela 3

Crescimento médio das mudas em função dos períodos alagamento das sementes.

Período de Alagamento (dias)	AL (m)	DC (mm)	NF
0	25,46	4,14	5
15	26,27	4,22	6
30	31,89	4,48	6

45	28,23	4,43	6
60	26,81	4,04	5
75	25,91	3,59	5
90	25,87	3,72	6

AL = Altura média; DC= Diâmetro médio; NF = Média do número de folhas.

As mudas do controle, apresentaram uma altura média de 25,46 cm e um diâmetro médio de 4,14 mm. Embora esses valores indiquem que as mudas conseguiram crescer, aquelas que passaram por alagamento tiveram um desempenho melhor. O maior crescimento foi observado no período de 30 dias de alagamento, com uma altura média de 31,89 cm e um diâmetro médio de 4,48 mm. (Tabela 3).

Como as espécies florestais ocupam entre 70 e 90% das áreas de planícies de inundação na Amazônia (Melack e Hess, 2010) e sustentam diversos aspectos das funções do ecossistema, compreender as respostas específicas das espécies de árvores ao pulso de inundação é essencial. Esse conhecimento traz implicações importantes para o manejo de ecossistemas e o planejamento de conservação, além de contribuir para as teorias de coexistência de espécies (Killeen e Solórzano, 2008; Wittmann *et al.*, 2013).

5 CONCLUSÃO

Em conclusão, a *C. angustifolia* apresenta um conjunto de diferentes características associadas à dispersão de sementes, germinação e crescimento inicial das mudas. A dispersão das sementes de *C. angustifolia* ocorre durante os meses de maior precipitação, de janeiro a abril. Essa estratégia ecológica aproveita o pulso de inundação, permitindo que as sementes fiquem imersas na água, promovendo uma germinação acelerada. As sementes foram caracterizadas como grandes, achatadas, de cor marrom-escuro e textura lisa.

Apesar de todas as sementes inicialmente flutuarem após 15 dias todas as sementes afundaram na água. Além disso, os resultados indicaram que as sementes da *C. angustifolia* possuem alta capacidade de germinação após curtos períodos de alagamento. As sementes alagadas por 15 e 30 dias apresentaram as melhores taxas de germinação e a ausência de efeitos significativos do alagamento nas variáveis de crescimento das mudas indica que sementes submetidas a períodos de até 90 dias de alagamento podem se desenvolver de maneira relativamente uniforme ao serem transportadas e estabelecidas em solo.

REFERÊNCIAS

- Barbeiro, C., Romagnolo, M. B., de Souza, L. A., dos Santos, A. F., de Sousa, C., & Pastorini, L. H. (2023). Morphophysiological responses of *Zygia cataractae* (Kunth) L. Rico in flooding and submersion conditions. *Aquatic Botany*, *184*, 103578.
- Barroso, G. M. (1978). Curso sobre identificação de sementes. *Pelotas: UFPel*, 1978a. 36p.
- Becker, D. R. D. S., Herrera, R. C., Rocha, T. T., Bezerra, D. A., Leão, F. M., Reis, A. R. D. S., ... & Nascimento, M. N. D. (2024). Morphoanatomical and Biochemical Changes in Seeds of *Bagassa guianensis* (Moraceae). *Tropical Conservation Science*, *17*, 19400829241248304.
- Borghetti, F., & Ferreira, A. G. (2004). Interpretação de resultados de germinação. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 209-222.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, *72*(1-2), 248-254.
- Camargos, J. A. A., Coradin, V. T. R., Morosi Czarneski, C., Oliveira, D. D., & Meguerditchian, I. (2001). Catálogo de árvores do Brasil.
- Carvalho, L. R. D., Silva, E. A. A. D., & Davide, A. C. (2006). Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, *28*, 15-25.
- Cole, E. F., & Sheldon, B. C. (2017). The shifting phenological landscape: Within-and between-species variation in leaf emergence in a mixed-deciduous woodland. *Ecology and Evolution*, *7*(4), 1135-1147.
- Conserva, A., Camargo, J. L. C., De Santana, D. G., & Piedade, M. T. F. (2018). Germinative behaviour of ten tree species in white-water floodplain forests in central Amazonia. *Folia Geobotanica*, *53*, 89-101.
- Cruz, E. D., & dos Santos Júnior, H. B. (2018). Germinação de sementes de espécies amazônicas: acapurana (*Campsiandra laurifolia* Benth.).
- Dezseo, N., Worbes, M., Ishii, I., & Herrera, R. (2003). Annual tree rings revealed by radiocarbon dating in seasonally flooded forest of the Mapire River, a tributary of the lower Orinoco River, Venezuela. *Plant Ecology*, *168*, 165-175.
- Donadio, N. M. M., & Demattê, M. E. S. P. (2000). Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.)-Fabaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, *22*(1), 64-73.
- Duarte, C. I., Martinazzo, E. G., Bacarin, M. A., & Colares, I. G. (2020). Seed germination, growth and chlorophyll a fluorescence in young plants of *Allophylus edulis* in different periods of flooding. *Acta physiologiae plantarum*, *42*, 1-11.
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, *28*(3),

350-356.

- Ferraz, I. D. K., Camargo, J. L. C., Mesquita, M. R., Santos, B. A., Brum, H. D., & Albuquerque, M. C. D. F. (2019). Guide to Amazonian fruits, seeds & seedlings.
- Ferreira, C. S., Piedade, M. T. F., Franco, A. C., Gonçalves, J. F. C., & Junk, W. J. (2009). Adaptive strategies to tolerate prolonged flooding in seedlings of floodplain and upland populations of *Himatanthus sicutuba*, a Central Amazon tree. *Aquatic Botany*, 90(3), 246-252.
- Ferreira, R. A., & Barretto, S. S. B. (2015). Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lamarck). *Revista Árvore*, 39(3), 505-512.
- Gurgel, E. S. C., Santos, J. U. M. D., Lucas, F. C. A., & Bastos, M. D. N. D. C. (2012). Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. *Rodriguésia*, 63, 065-073.
- Hamaguchi, J. O. Estrutura e composição florística das espécies arbóreas e arbustivas de uma floresta de igapó no Lago Tupé, Manaus, AM, 2009. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM. 2009.
- Junk, W. J., Wittmann, F., Schöngart, J., and Piedade, M. T. F. (2015). A classification of the major habitats of Amazonian black-water river floodplains and a comparison with their white-water counterparts. *Wetl. Ecol. Manag.* 23, 677–693.
- Kaur M, Tak Y, Bhatia S, Asthir B, Lorenzo JM, Amarowicz R. Crosstalk during the –nitrogen cycle that interlinks the biosynthesis, mobilization and accumulation of seed storage reserves. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(21):12032.
- Kerr, J., Harding, D., Fawcett, J., & Prior, A. (2024). The phenology of *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh, 1832) and *Eucalyptus coolabah* (Blakely & Jacobs, 1934) in the northern Murray–Darling Basin and implications for recruitment on floodplains. *Marine and Freshwater Research*.
- Killeen, T. J., and Solórzano, L. A. (2008) Conservation strategies to mitigate impacts from climate change in Amazonia. *Philos. Trans. R. Soc. L. B. Biol. Sci.* 363, 1881–1888.
- Klein, D. K. (2011). Ecologia do banco de sementes de trecho de floresta estacional semidecidual e germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert (Fabaceae: Caesalpinioidea) em diferentes condições de alagamento.
- Labouriau, G. (1983). A germinação das sementes.
- Le Cointe, P. (1947). Árvores e plantas úteis:(indígenas e aclimadas). *Brasiliana*.
- Li, J., Dong, S., Yang, Z., Peng, M., Liu, S., & Li, X. (2012). Effects of cascade hydropower dams on the structure and distribution of riparian and upland vegetation along the middle-lower Lancang-Mekong River. *Forest Ecology and Management*, 284, 251-259.

- Lima, C. R. D., Bruno, R. D. L. A., Silva, K. D. R. G. D., Pacheco, M. V., Alves, E. U., & Andrade, A. P. D. (2012). Maturação fisiológica de frutos e sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz. *Revista Brasileira de Sementes*, 34, 231-240.
- Lima, L. F., Lima, P. B., Almeida Jr, E. B. D., & Zickel, C. S. (2010). Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Guettarda platypoda* DC.(Rubiaceae). *Biota Neotropica*, 10, 155-160.
- Lucas C.M., Mekdeçe F., Nascimento C.M.N., Holanda A.S.S., Braga J., Dias S., Sousa S., Rosa, P.S., Suemitsu, C. (2012). Effects of short-term and prolonged saturation on seed germination of Amazonian floodplain forest species. *Aquatic Bot* 99:49–55
- Maria, N. M.; Marson, D.; Demattê, E. S. P. (2000) Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) -Fabaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, 22,64-73
- Marques M, Joly CA (2000) Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. *Acta Bot Bras* 14:113–120.
- Melack, J., and Hess, L. (2010). “Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon Basin,” in Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management. Ecological Studies, Vol. 210, eds
- Melo R.B., Franco, A.C., Silva C.O., Piedade, M.T.F., Ferreira, C.S. (2015). Seed germination and seedling development in response to submergence in tree species of the Central Amazonian floodplains. *AOB Plants* 7:plv041
- Miranda, Z.P., Guedes, M.C., Batista A.P.B., Silva, D.A.. natural regeneration dynamics of *Mora paraensis* (Ducke) ducke in estuarine floodplain forests of the Amazon river. *Forests*. 2018; 9(2):54.
- Moreira, F.M.S e Moreira, F.W. (1996). Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. *Acta Amazônica* , 26 (1/2), 3-16
- Nagai, S., Morimoto, H., & Saitoh, T. M. (2020). A simpler way to predict flowering and full bloom dates of cherry blossoms by self-organizing maps. *Ecological Informatics*, 56, 101040.
- Oliveira Wittmann A, Piedade MTF, Parolin P, Wittmann F (2007) Germination in four low-várzea tree species of Central Amazonia. *Aquatic Bot* 86:197–203
- Parolin, PIA, Ferreira, LV, & Junk, WJ (2003). Características de germinação e estabelecimento de árvores de planícies de inundação da Amazônia Central. *Tropical Ecology* , 44 (2), 157-169.
- Paz, A. A., Ribeiro, C., Azevedo, A. A., de Lima, E. R., & da Silva Carmo, F. M. (2017). Induced flooding as environmental filter for riparian tree species. *Environmental and Experimental*

Botany, 139, 31-38.

- Pena, R. F. A. Mata Ciliar e Mata de Galeria, Brasil Escola. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/mata-ciliar-mata-galeria.htm> . Acesso em 16 de janeiro de 2024.
- Peoples, M. B., Faizah, A. W., Rerkasem, B., & Herridge, D. F. (1989). Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field.
- Pontes, B. S. Estrutura da vegetação sob influência de águas pretas e brancas no baixo Rio Negro, AM, Brasil. 2021. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.
- Pothasin, P., Paradis, E., Brockelman, W. Y., Nathalang, A., Khemrugka, T., Lomwong, N., ... & Chanthorn, W. (2022). Seed size variation of trees and lianas in a tropical forest of southeast asia: Allometry, phylogeny, and seed trait-plant functional trait relationships. *Frontiers in Plant Science*, 13, 852167.
- Rathee, S., Sharma, P., Ahmad, M., Kohli, R. K., Batish, D. R., & Singh, H. P. (2024). Seed size dimorphism and environmental factors govern the phenological variations in invasive plant *Hyptis suaveolens*. *Ecological Informatics*, 79, 102395.
- Ricardo, V. P. (2008). Projeto De Recuperação Das Matas Ciliares. *Monografia*.
- Rocha-Dantas, A., Carneiro-Guedes, M., Vasconcelos, C. D. C., Lôbo-Isacksson, J. G., Barbosa-Pastana, D. N., Lira-Guedes, A. C., & Fernandez-Piedade, M. T. (2021). Morphology, germination, and geographic distribution of *Pentaclethra maculoba* (Fabaceae): a hyperdominant Amazonian tree. *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 181-196.
- Rodrigues, M. D. S., Martins-da-Silva, R. C., & Secco, R. D. S. (2012). Caesalpinieae (Leguminosae-Caesalpinioideae) do campo experimental da Embrapa Amazônia oriental, município de Moju, PA, Brasil. *Hoehnea*, 39, 489-516.
- Sami, F., Yusuf, M., Faizan, M., Faraz, A., & Hayat, S. (2016). Role of sugars under abiotic stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 54-61.
- Santos Vieira, D., de Oliveira, M. L. R., Gama, J. R. V., Machado, E. L. M., Gorgens, E. B., Lafetá, B. O., & Garcia, J. S. (2017). Phytosociology of a natural fragment of the floodplain forest in the Lower Tapajós River, Brazil. *Bosque*, 38(2), 357-369.
- Sartorelli, P. A. R., Benedito, A. L. D., Campos Filho, E. M. C., Ferreira, I. N. R., Juruna, A. P. S., Viana, A., ... & Juruna, O. (2018). Plantas dos povos da Volta Grande do Xingu. *Baobá Floresta, Barreiras*.
- Scarano, F., Pereira, T., & Rôças, G. (2003). Germinação de sementes durante a flutuação e crescimento de plântulas de *Carapa guianensis*, uma árvore de florestas inundáveis da Amazônia. *Plant Ecology*, 168, 291-296.
- Sirqueira, R. M., & Carmo, F. M. S. (2022). Dinâmica da serapilheira em floresta estacional

- semidecidual atingida por barragem hidrelétrica. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 10(2), 281-296.
- Sprent, J. I., & Parsons, R. (2000). Nitrogen fixation in legume and non-legume trees. *Field Crops Research*, 65(2-3), 183-196.
- Turnbull, L. A., Coomes, D., Hector, A., and Rees, M. (2004). Seed mass and the competition/colonization trade-off: competitive interactions and spatial patterns in a guild of annual plants. *J. Ecol.* 92, 97–109.
- W. Junk, M. Piedade, F. Wittmann, J. Schöngart, and P. Parolin (Heidelberg: Springer Verlag), 43–60.
- Wittmann, F., Householder, E., Piedade, M. T. F., Assis, R. L., Schöngart, J., Parolin, P., et al. (2013). Habitat specificity, endemism and the neotropical distribution of Amazonian white-water floodplain trees. *Ecography* 36, 690–707.
- Xavier Júnior, S. R., Rodrigues, S. T., Silva, M. M. S., Silva, A. G. da, & Souza, H. J. R. (2023). ACAPURANA (*Campsiandra benth.*, leguminosae-caesalpinioideae): plantas medicinais como subsídios para futuros estudos farmacológicos. *Anais Do Simpósio De Plantas Mediciniais Do Brasil*.
- Zúñiga-Feest, A., Bustos-Salazar, A., Alves, F., Martinez, V., & Smith-Ramírez, C. (2017). Physiological and morphological responses to permanent and intermittent waterlogging in seedlings of four evergreen trees of temperate swamp forests. *Tree Physiology*, 37(6), 779-789.