



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Crescimento e sobrevivência de *Dipteryx alata* Vogel em solo sujeito à inundação temporária: Aplicações na produção e restauração ecológica

Felipe Vieira da Cunha Neto^{1,2}, Ademar Bacelar de Miranda Carvalho³, Sebastião Marcos Silva Valentim³, Juberto Babilônia de Sousa², Ernandes Sobreira Oliveira Junior⁴, Solange Kimie Ikeda Castrillon⁴

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso. ²Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cáceres, felipe.neto.ftal@gmail.com. ³Graduado em Engenharia Florestal, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cáceres. ⁴Professor(a) do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso.

Artigo recebido em 13/11/2023 e aceito em 25/05/2024

RESUMO

A inundação de solos é uma condição que limita o estabelecimento de espécies arbóreas e a produção florestal. Uma espécie florestal potencial nesse cenário é a *Dipteryx alata* (baru). O objetivo do trabalho foi analisar o crescimento e a sobrevivência da espécie em solo sujeito à inundação temporária, e avaliar a influência do grau de inundação do solo sobre essas variáveis. Os tratamentos foram quatro classes de lâmina d'água, correspondendo a 4 graus de inundação. Dois cenários foram considerados para a avaliação. Para o cenário 1 foram consideradas classes contínuas de graus de inundação. Já para o cenário 2, foram consideradas classes de maior contraste, com maior diferenciação entre si. Os dados de sobrevivência, altura (H) e diâmetro ao nível do solo (DNS) foram coletados até os 20 meses. A sobrevivência foi elevada, até 84%, e apresentou tendência de menores valores conforme o aumento do grau de inundação. Apesar disso, não houve diferença significativa pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Nossos resultados demonstraram que quando a planta é submetida a graus de inundação mais intensos, apresentam menores alturas (46,4 cm; $\pm 13,5$ cm) ($p < 0,05$). O DNS não apresentou diferença significativa em nenhum dos cenários de avaliação. Concluiu-se que a espécie se estabelece em solo temporariamente inundável e que o grau de inundação influencia o crescimento do baru (quanto maior a intensidade de inundação, menor é o crescimento em H). Além disso, a planta tem potencial de uso em sistemas silvipastoris e na restauração ecológica em áreas sujeitas à inundação temporária.

Palavras-chave: Baru; Áreas úmidas; Silvopastoril; Solo inundável; Pantanal

Growth and survival of *Dipteryx alata* Vogel in soil subject to temporary flooding: Applications in production and ecological restoration

ABSTRACT

Soil flooding is a condition that impairs the establishment of tree species and limits forest production. A potential forest specie in this scenario is *Dipteryx alata* (baru). The objective of this study was to analyze the growth and survival of the species in soil subjected to temporary flooding, and to evaluate the influence of the degree of soil flooding on these variables. The treatments were four water depth classes, corresponding to 4 degrees of flooding. Two scenarios were considered for the evaluation. For scenario 1, continuous classes of inundation degrees were considered. For scenario 2, classes with greater contrast were considered, with a greater degree of differentiation between them. Survival, height (H) and diameter at ground level (DNS) data were collected up to 20 months. Survival was high, up to 84%, and showed a tendency towards lower values as the level of flooding increased. Despite this, there was no significant difference by the Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). Our results showed that when the plant is subjected to more intense degrees of flooding, they have lower heights (46.4 cm; ± 13.5 cm) ($p < 0.05$). DNS showed no significant difference in any of the assessment scenarios. We concluded that the specie establishes itself in temporarily floodable soil and that the degree of flooding influences the growth of the baru (the higher the flood intensity, the lower the growth in H). In addition, the plant has potential for use in silvopastoral systems and in ecological restoration in areas subject to temporary flooding.

Keywords: Baru; Wetlands; Silvopastoral; Floodable soil; Pantanal

Introdução

Uma das características de áreas úmidas, é que elas são permanentemente ou periodicamente inundadas (Junk et al., 2014). Esse tipo de condição é propício para a formação de solos hidromórficos, como os plintossolos (Santos et al., 2018). A inundação de solos, além de limitar o estabelecimento e o crescimento de espécies florestais na natureza, também limita o cultivo de espécies florestais de interesse econômico. Por exemplo, o *Eucalyptus spp.* (Santos e Paludzyszyn Filho, 2014) e a *Tectona grandis* (Alfenas et al., 2023), espécies largamente cultivadas no mundo, não se desenvolvem em solos encharcados.

A restrição de uso para produção, imposta por solos temporariamente inundáveis, faz com que a produção se limite à pecuária em algumas dessas áreas (Pozer e Nogueira, 2004). Isto desperta a necessidade de se desenvolver tecnologias de produção e encontrar espécies florestais com potencial de produção nessa condição edáfica. Para Martínez et al. (2010) e Paixão et al. (2019), o cultivo florestal integrado com a pecuária (sistema silvipastoril) é uma opção promissora de uso múltiplo sustentável dessas áreas.

Pode-se considerar que um desafio a ser superado é a seleção de espécies florestais e o desenvolvimento da silvicultura para sistemas integrados de produção, como o silvipastoril (Andrade et al. 2012). Um desafio ainda maior é o desenvolvimento de tecnologia de produção sustentável em solos inundáveis, possibilitando a otimização do uso da terra através do cultivo de espécies florestais de interesse econômico.

A flora brasileira possui uma diversidade de espécies arbóreas com potencial de exploração econômica. Apesar disso, o cultivo de espécies nativas é limitado pela carência de conhecimento científico (Matos et al., 2018). No Brasil, o cultivo comercial de espécies florestais se concentra no gênero *Eucalyptus sp.* e *Pinus sp.*, espécies exóticas (IBÁ, 2021). Em contraponto a essa realidade, algumas iniciativas voltadas para a silvicultura de nativas têm surgido, como o “Programa de Pesquisa e Desenvolvimento em Silvicultura de Espécies Nativas” (Piotto et al., 2021) e o livro de Pinã-Rodrigues e Silva (2021), que trata sobre a silvicultura tropical e o potencial madeireiro e não madeireiro de diversas espécies nativas brasileiras. O programa de pesquisa constava com *Dipteryx alata* (baru) em uma lista preliminar (Rolim e Pinã-Rodrigues, 2020), porém a espécie não foi incluída na lista final de espécies a serem pesquisadas.

O baru ocorre no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Carvalho et al., 2020), além da Bolívia e Peru (Pérez-Cruz e Villarroel, 2020). A espécie tem importante função socioeconômica. No Bioma Cerrado, está entre as 8 espécies arbóreas mais utilizadas (SFB, 2020). As amêndoas são utilizadas na alimentação humana, sendo consumidas torradas, além de utilizadas em receitas regionais (Sano et al., 2016). Sua introdução em produtos industrializados é uma realidade. De fato, a amêndoa é o principal produto, sendo obtido através do extrativismo em populações naturais presentes na vegetação nativa ou em áreas de pastagem. Essa ação extrativista é relevante para algumas famílias e comunidades rurais do Pantanal e Cerrado, que têm a renda complementada com a comercialização da castanha do baru (Melo et al., 2017; Magalhães, 2019).

Além da castanha, a espécie também produz madeira de alta qualidade, sendo possível encontrar cercas de baru em algumas propriedades rurais. Campos Filho e Sartorelli (2015) relatam que o crescimento é lento, a densidade é alta (0,90 a 1,2 g/cm³) e a durabilidade natural da madeira é elevada.

Lima et al. (2013) apontam o baru com potencial de uso em sistemas silvipastoris. Apesar do grande potencial econômico da espécie, devido aos múltiplos usos (Santos et al., 2021), há carência de informações sobre o cultivo (Andrade et al., 2020). Um dos aspectos silviculturais positivo do baru é a elevada taxa de sobrevivência no campo (Martinotto et al., 2012; Santos et al., 2018 e Nieri et al., 2018). Apesar do comportamento da espécie ainda ser pouco conhecido, alguns estudos foram desenvolvidos nos últimos anos em casa de vegetação, como os trabalhos de Sano (2001), Matos et al. (2018), Linné et al. (2021), Linné et al. (2023) e Sousa et al. (2024), que abordaram respostas fisiológicas, bioquímicas e de crescimento, além de Morais et al. (2021), que estudou a sobrevivência. Além desses trabalhos, podemos citar alguns que avaliaram o crescimento ou sobrevivência em condições de campo, como Venturoli et al. (2011), Martinotto et al. (2012), Canuto et al. (2015), Nieri et al. (2018), Santos et al. (2018) e Barbosa et al. (2021). Importante ressaltar que nenhum dos trabalhos em condições de campo foram realizados em solo submetido à inundação temporária, de maneira que essa é uma grande lacuna no conhecimento sobre o baru.

Melotto et al. (2019) e Campos Filho e Silva (2021) mencionam que o baru é pouco exigente em fertilidade e prefere solos secos e bem

drenados, recomendando o plantio em solos não encharcados. Esta informação é conflitante com a proposta de plantio de baru em solos temporariamente inundados. No entanto, no campo, nós encontramos indivíduos adultos de baru, produzindo castanha, em área de pastagem sujeita a inundação temporária.

Ademais, além do potencial de produção, o baru também apresenta relevância ecológica e possibilidade de utilização na restauração de ecossistemas, inclusive em áreas úmidas de baixa intensidade de inundação. O potencial de uso em atividades de restauração foi reconhecido por Linné et al. (2021) e Moraes et al. (2021). Para os autores, a espécie tem potencial de uso em atividades de restauração em áreas temporariamente inundadas.

No que tange ao Cerrado, o progresso das mudanças climáticas tem submetido as plantas a condições desfavoráveis às quais elas não estão naturalmente adaptadas, tais como temperaturas elevadas e até alagamentos. Considerando que o baru é uma espécie chave para a conservação desse domínio fitogeográfico, é importante compreender as respostas da espécie a estresses bióticos não comuns, como a inundação (Sousa et al., 2024).

Em virtude das alterações das áreas de APP promovida pela Lei 12.651, conhecida como “Novo Código Florestal”, que reduziu as áreas de APP às margens dos cursos d’água (Chaves et al., 2023), Bogarín et al. (2023), consideram que as espécies utilizadas para a restauração precisam ser mais tolerantes a inundações. A nova zona legal de APP, por ser menos extensa do que a garantida pela legislação anterior, é mais sujeita a inundações, que são ainda mais potencializadas diante das correntes mudanças climáticas. Os autores identificaram 13 espécies arbóreas, comuns no Cerrado e Pantanal, tolerantes ao alagamento e, portanto, adequadas para a restauração de áreas temporariamente inundáveis. Segundo a pesquisa, são necessários outros estudos sobre a resposta à inundação de outras espécies do Cerrado e do Pantanal.

Ressalta-se que Guerra et al. (2020) identificaram uma enorme lacuna de informações concernente a restauração no Pantanal. Os autores encontraram apenas um estudo realizado. Já nos anos subsequentes, pode-se encontrar alguns trabalhos que vêm sendo desenvolvidos, como os estudos de Aniceto et al. (2021), de semeadura direta em nascentes, Reis et al. (2021), que avaliaram a técnica de transplante de plântulas em áreas inundáveis e Bogarín et al. (2023), que avaliaram a sobrevivência, as estratégias

morfológicas e fenológicas de espécies arbóreas sujeitas à inundação.

Apesar dos esforços recentes, o conhecimento acerca da restauração no Pantanal ainda é bastante incipiente. Para Aniceto et al. (2021), estudos com espécies chave, são fundamentais para restauração ecológica. Para a restauração de áreas úmidas, como nesse domínio fitogeográfico, deve levar em consideração os gargalos bióticos e abióticos típicos da região.

Considerando o exposto, partiu-se da hipótese de que (1) o baru pode se estabelecer em solos submetidos à inundação temporária e (2) o grau de inundação influencia o desempenho silvicultural das plantas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho silvicultural inicial de baru em solo sujeito à inundação temporária e avaliar a influência do grau de inundação sobre o crescimento e a sobrevivência das plantas. Os resultados gerados, visam subsidiar a otimização do uso de solos temporariamente inundáveis para produção, na forma de sistemas silvipastoris, bem como fornecer informações úteis para a restauração ecológica de áreas inundáveis.

Material e métodos

Área de estudo

O experimento foi realizado em uma área sujeita à inundação temporária pela oscilação do lençol freático, que é uma característica de área úmida polimodal imprevisível, onde a inundação pode durar poucas semanas (Junk et al., 2015). Baseado na recente classificação de macrohabitats do Pantanal brasileiro, proposta por Nunes da Cunha et al. (2023), a área de estudo pode ser classificada na unidade funcional *áreas antropogênicas*, subclasse *áreas antropogênicas recentes* e macrohabitat *pastagem exótica*. O estudo ocorreu em uma propriedade particular, destinada à pecuária, em Cáceres – MT, Brasil, no Bioma Pantanal. As coordenadas geográficas são 57°50’31,5’’W e 15°57’17,1’’S, com altitude de 132 m. A temperatura média anual varia entre 21,56°C e 27,09 °C, e o índice pluviométrico anual é de 1202,22 mm (Souza et al., 2013). O clima apresenta sazonalidade, com período seco de abril a setembro e período chuvoso de outubro a março. O relevo da área experimental é plano e apresenta flutuação do lençol freático, que aflora no período chuvoso, deixando o solo inundado (Figura 1). A área experimental possui 1,45 ha, coberta com pastagem do tipo *Urochloa humidicola* e *Urochloa*

brizantha, com árvores isoladas, como *Curatella americana* (lixadeira), *Tabebuia aurea* (paratudo), *Hymenaea* sp. (jatobá), *Cecropia* sp. (embaúba), espécies arbóreas, que ocorrem em áreas inundáveis, além da palmeira *Bactris* sp. (tucum) e a própria *Dipteryx alata* (baru), espécie de interesse do presente estudo, dentre outras. Uma planta aquática também foi observada no local, a *Sagittaria guayanensis*.

Uma trincheira de 1,1 m foi aberta para a classificação do solo, que foi classificado como Plintossolo Argilúvico Distrófico Arênico, de textura franco arenosa, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Santos et al., 2018). A caracterização textural do solo foi realizada com base em coletas no perfil (Tabela 1), apresentando variação de teores de areia de 53,9 % a 80,8% ao longo do perfil.

Além disso, foram coletadas amostras de solo ao longo da área de estudo, nas camadas de 0,0 cm a 20,0 cm e 20,0 cm a 40,0 cm, para caracterização química do solo (Tabela 2).



Figura 1: Mudanças de *Dipteryx alata* uma semana após o plantio, em área com lençol freático aflorado (a e b), e aos 20 meses de idade, sem afloramento do lençol (c).

Tabela 1 – Características texturais do Plintossolo Argilúvico Distrófico Arênico da área de estudo.

Horizonte	Prof. cm	Areia	Silte dag/kg	Argila	Classe Textural
Af	0-10	53,9	35,7	10,4	Franco-arenosa
ABf	10-30	65,4	22,6	12,0	Franco-arenosa
BAf	30-48	63,7	23,4	12,9	Franco-arenosa
Bfg1	48-90	80,8	3,9	15,3	Franco-arenosa
Bfg2	90-110	73,4	9,7	16,9	Franco-arenosa

Tabela 2 – Atributos químicos do Plintossolo Argilúvico Distrófico Arênico da área de estudo.

Profund. (cm)	pH (em H ₂ O)	P --mg/dm ³ --	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	V	Corg
0 - 20	5,4	4,2	39,9	0,8	0,3	18,0	0,3	1,20	0,09	9,6
20 - 40	5,1	2,0	27,3	0,3	0,1	52,2	0,5	0,49	0,09	4,9

Preparo da área, plantio e origem das mudas

As árvores que havia previamente na área e que estavam sobre as faixas (renques) de plantio ou sombreando as mesmas, foram derrubadas para evitar heterogeneidade de luminosidade nas parcelas.

O controle da matocompetição foi realizado nos renques, em 8 metros de largura, garantindo uma faixa limpa de 1m de distância das mudas das linhas laterais. A orientação dos renques foi no sentido Leste-Oeste.

O plantio foi realizado manualmente, com cavadeira, no final do período chuvoso (início de fevereiro de 2017). As covas foram de 15 x 15 x 30 cm. As mudas foram produzidas com tubetes, adquiridas de viveiro comercial e estavam com 7 meses, com altura média de 19,79 cm. As mudas foram plantadas em renques com fileiras triplas em espaçamento médio de 3x3 m nos renques e 20 m entre renques (Figura 3).

O coroamento e adubação foram realizados nas covas. Foram aplicados 30 g de N-P-K (5-25-5) e 1 g de FTE BR-12. É possível que a adubação não tenha tido efeito sobre as mudas, pois uma semana após o plantio, o lençol freático aflorou, o que pode ter causado perda de nutrientes por lixiviação.

Operações de manutenção

Em abril de 2017, dois meses após o plantio, foi feito o coroamento das mudas com enxada, adubação de cobertura e roçada semi-mecanizada entre linhas e entre plantas. Também foi feito um replantio nesta data. A adubação de cobertura parece não ter beneficiado as mudas. Algumas apresentaram sintomas de queima, mas se recuperaram. Aos 4, e 9 meses foram realizadas mais operações de coroamento e aos 10 meses foi realizada roçada mecanizada entre linhas. Aos 15 meses as mudas foram coroadas novamente.

Coleta de dados

Apesar da área de estudo ser homogênea, com relevo plano e solo submetido à inundação periódica, o micro relevo pode proporcionar zonas com maior ou menor grau de inundação em uma escala espacial de poucos metros. Alguns locais ficam com o lençol freático aflorado por mais tempo (Figura 2).

Desta forma, para identificar zonas com diferentes graus de inundação, a lâmina d'água foi mensurada ao longo dos renques. A mensuração foi realizada no período chuvoso (março de 2018), quando o lençol freático estava aflorado. A lâmina d'água foi medida em todas as parcelas. O ponto de medição foi entre a planta da linha esquerda e a planta da linha central (Figura 3). Nos pontos onde a lâmina d'água não estava aparente, foram abertas covas de 30 cm de profundidade, com cavadeira boca de lobo. Em sequência foi medida a profundidade da lâmina d'água. Nos pontos em que o lençol estava acima da superfície, foi medida a altura da lâmina d'água em relação à superfície do solo (Figura 4). Os valores foram expressos em cm, sendo negativos ou positivos, se abaixo ou acima da superfície do solo, respectivamente. Quanto maior o valor da lâmina d'água, maior é o grau de inundação.

Para classificar a área experimental em diferentes zonas de inundação, adotou-se dois cenários. No primeiro (Figura 5), baseado nos valores de limite inferior, primeiro quartil, segundo quartil, terceiro quartil e limite superior do *box plot* dos dados de lâmina d'água, foram criadas 4 classes contínuas de lâmina d'água. Essas classes correspondem às zonas de diferentes graus de inundação. As classes adotadas foram de -26 cm a -13 cm; -12 cm a -5 cm; -4 cm a +1 cm e, +2 a +5 cm, correspondendo aos graus de inundação 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

No segundo cenário, foram elaboradas classes de lâmina d'água de maior contraste (Figura 5), conferindo uma maior diferenciação dos graus de inundação. Neste caso, a determinação dos intervalos de classe foi arbitrária, considerando as características do conjunto de dados. As classes adotadas foram de -25 cm a -20 cm; -12 cm a -9 cm; -5 cm a -3 cm e, +3 a +5 cm, correspondendo aos graus de inundação 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Importante ressaltar, que esses valores de lâmina d'água não correspondem aos valores máximos ou mínimos de lâmina d'água

para cada ponto ou zona de inundação. São valores obtidos de uma única coleta. O lençol freático é flutuante, de maneira que a altura da lâmina varia ao longo do tempo e é dependente da pluviosidade. Por exemplo, no ponto em que a lâmina d'água for -5 cm (abaixo do nível do solo), em um outro momento esse valor poderá ser até maior (acima do nível do solo). Desta forma, os valores das classes de lâmina d'água são aqui apresentados para indicar zonas com maior ou menor grau de inundação.

As plantas foram mensuradas até os 20 meses de idade. A altura (H) foi mensurada mensalmente e o diâmetro ao nível do solo (DNS) aos 20 meses. Os valores foram expressos em cm.

Além disso, foi calculado o incremento corrente em altura (ICH) e o incremento médio em altura (IMH) para o período avaliado, conforme as equações:

$$ICH = X_{ms} - X_m$$

Onde:

ICH: Incremento corrente mensal em altura (cm);

X_{ms} : Média de altura (cm) considerada do mês seguinte;

X_m : Média de altura (cm) de um mês qualquer.

$$IMH = ICT / T_x$$

Onde:

IMH: Incremento médio em altura (cm);

ICT: Incremento em altura para todo o período (cm);

T_x : Idade final (meses).

A sobrevivência foi mensurada aos 2, 11 e 20 meses de idade, sendo expressa em porcentagem.

Para subsidiar a discussão dos resultados e auxiliar na compreensão da dinâmica d'água na área de estudo, anotou-se os períodos em que o lençol freático estava aparente, além do monitoramento esporádico da lâmina d'água na mesma trincheira utilizada para a classificação do solo. Além disso, foram obtidos dados de precipitação de um pluviômetro distante 26 km da área experimental.

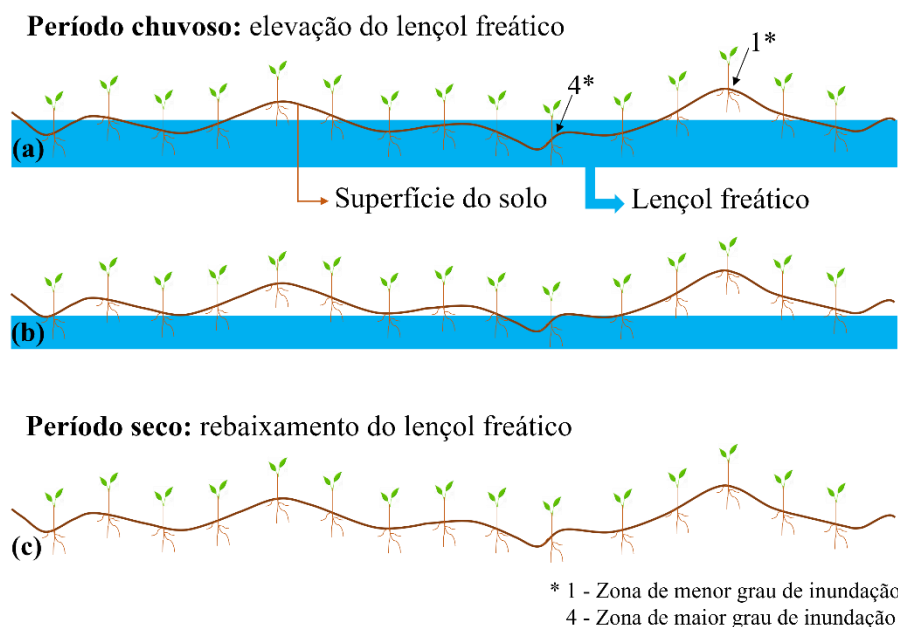


Figura 2: Esquema representativo da área de estudo, com destaque para a flutuação do lençol freático e variações do micro relevo, proporcionando zonas de menor ou maior grau de inundação. Em “a” e “b”, no período chuvoso, momentos de lençol freático mais elevado e menos elevado, respectivamente. Em “c”, período seco, a representação do lençol freático rebaixado.

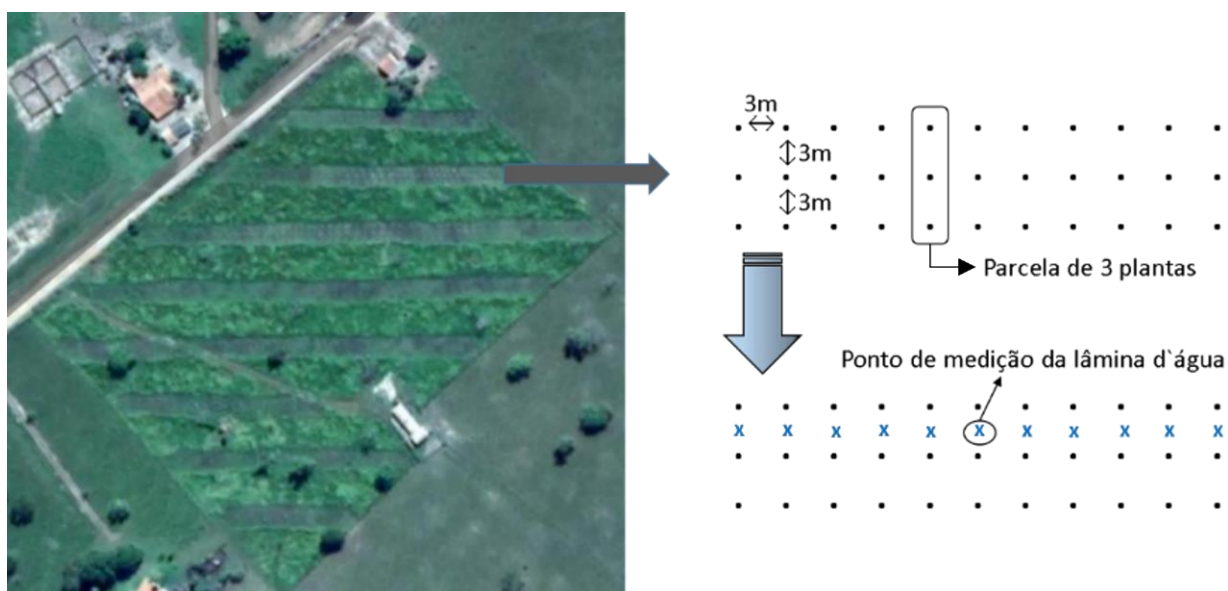


Figura 3: Croqui da área experimental, com destaque para o arranjo espacial dos renques, para as parcelas e para os pontos de medição da lâmina d'água ao longo dos renques.



Figura 4: Medição da lâmina d'água nos pontos onde a mesma estava aparente (acima da superfície do solo) (a) e nos pontos onde não estava aparente (abaixo da superfície do solo), com abertura de cova (b).

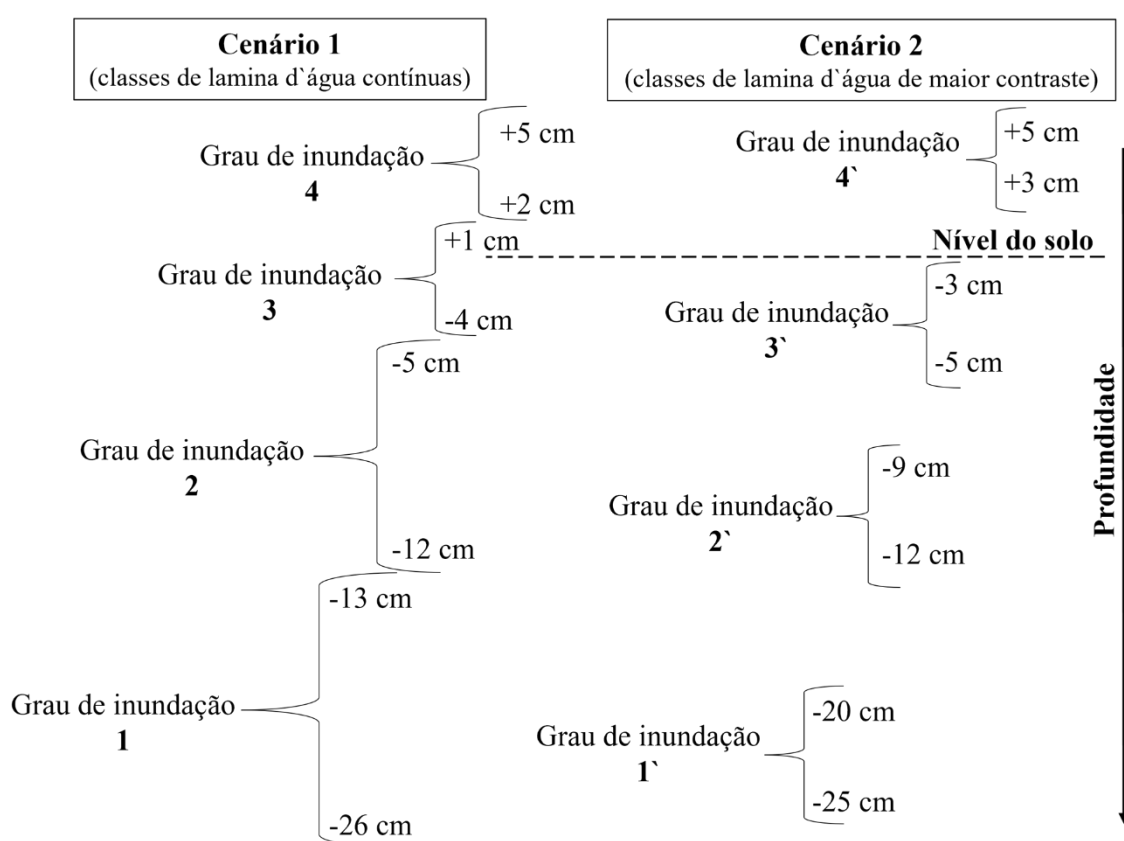


Figura 5: Representação dos dois cenários de avaliação adotados, onde o cenário 1 apresenta classes contínuas de lâmina d'água, onde os limites das classes são valores sequenciais (ex: limite inferior do grau de inundação 4 é +2cm e limite superior do grau de inundação 3 é +1cm). Já o cenário 2, apresenta classes de maior contraste de lâmina d'água, onde os limites das classes não são valores sequenciais (ex: limite inferior do grau de inundação 4' é +3cm e limite superior do grau de inundação 3' é -3 cm).

Delineamento experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), composto por 4 tratamentos (graus de inundação). A área apresentou um total de 96 parcelas compostas por 3 plantas, totalizando 288 plantas. Porém, o número de parcelas se apresentou distribuído de forma desuniforme entre os

tratamentos. Para balancear o experimento, algumas parcelas foram excluídas por sorteio, de acordo com a necessidade de cada análise. O número de parcelas por tratamento se baseou no tratamento com o menor número de parcelas.

Para avaliação da H e DNS aos 20 meses, foram utilizadas apenas as parcelas com duas ou

três plantas sobreviventes. Foi feita a exclusão de parcelas, através de sorteio, para balancear o experimento. Utilizou-se 15 parcelas por tratamento, sendo 60 parcelas no total. Já para avaliação da sobrevivência, foram utilizadas o total de 96 parcelas aos 2 meses, 20 parcelas aos 11 meses e 7 parcelas aos 20 meses.

Processamento dos dados e análise estatística

Foram elaboradas curvas de crescimento em H e gráficos de ICH mensal para o período de 20 meses. A H e o DNS foram avaliados aos 20 meses de idade. Foram verificados os pressupostos da ANOVA de normalidade (teste de Kolmogorov–Smirnov) e homogeneidade da variância (teste de Bartlett) dos resíduos. Como DNS não apresentou normalidade, aplicou-se a raiz quadrada para transformação dos dados. Utilizou-se o teste de Tukey para comparação de médias. O nível de significância foi de 5% ($p < 0,05$). Já a sobrevivência foi avaliada aos 2, 11 e 20 meses, sendo aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Os resultados foram expressos em porcentagem. Todas as variáveis foram analisadas nos dois cenários de lâmina d'água citados.

Foi feita uma análise do povoamento de forma geral, aos 20 meses, sem considerar os diferentes graus de inundação. Para esta análise,

cada planta foi considerada uma repetição (194 plantas no total). Foram elaboradas curvas de crescimento em H e gráfico de ICH mensal, além de estatística descritiva.

Resultados

Crescimento em altura para os diferentes graus de inundação

Para o cenário 1 (classes contínuas de graus de inundação), a H foi de 52,8 cm para o grau de inundação 1 e 45,4 cm para o grau de inundação 4, aos 20 meses. Ressalta-se que o grau 1 é o menor e o 4 é o maior grau de inundação. Os modelos de crescimento para os graus de inundação 1, 2, 3 e 4 apresentaram valores de R^2 elevados, variando de 0,94 a 0,95 (Figura 6).

No cenário 1 de avaliação, os valores de H não difeririam significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). No entanto, no cenário 2, que apresenta classes de lâmina d'água de maior contraste, houve diferença significativa de H para todos os graus de inundação, indicando que o grau de inundação influencia o crescimento em altura do baru. O grau de inundação 4, o mais intenso, apresentou o menor valor de H, 46,4 cm (Figura 7). O DNS não apresentou diferença significativa em nenhum dos cenários de avaliação. Os valores de DNS variaram de 0,9 cm (± 3 cm) a 1,2 cm ($\pm 0,3$).

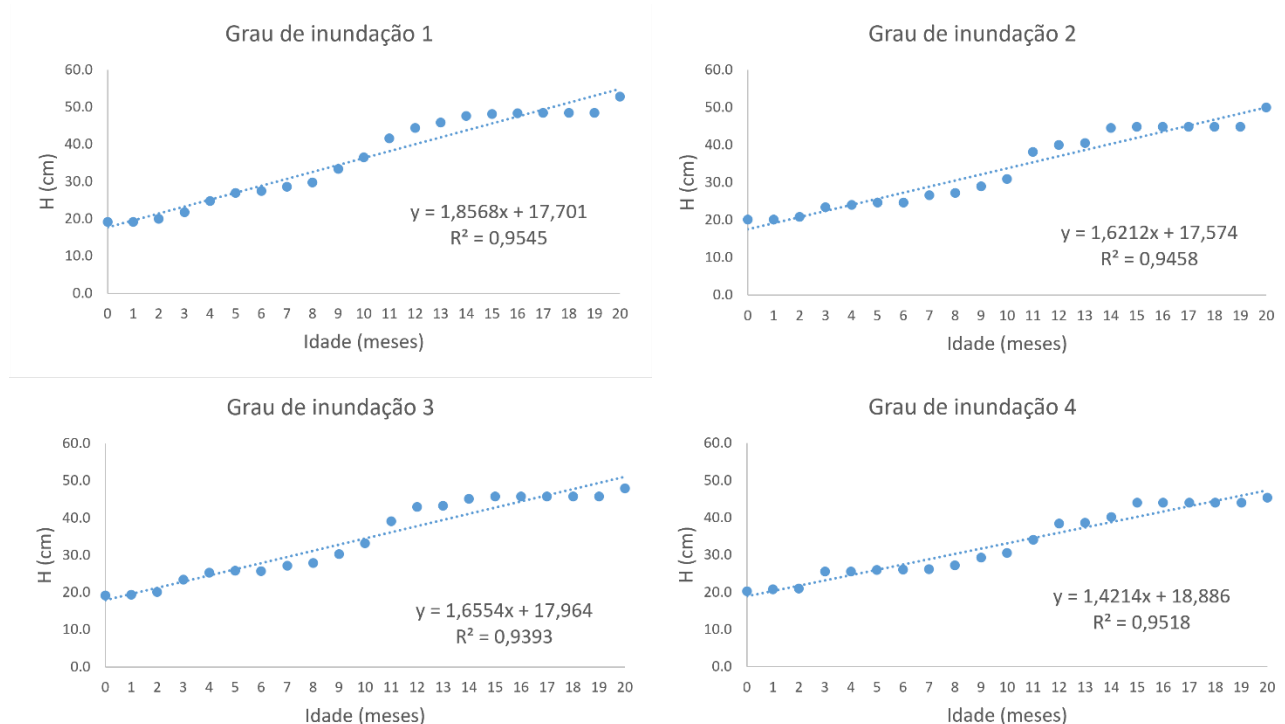


Figura 6 Curvas de crescimento em altura (H) de *Dipteryx alata*, para diferentes graus de inundação, em solo temporariamente inundável, no Bioma Pantanal, Brasil.

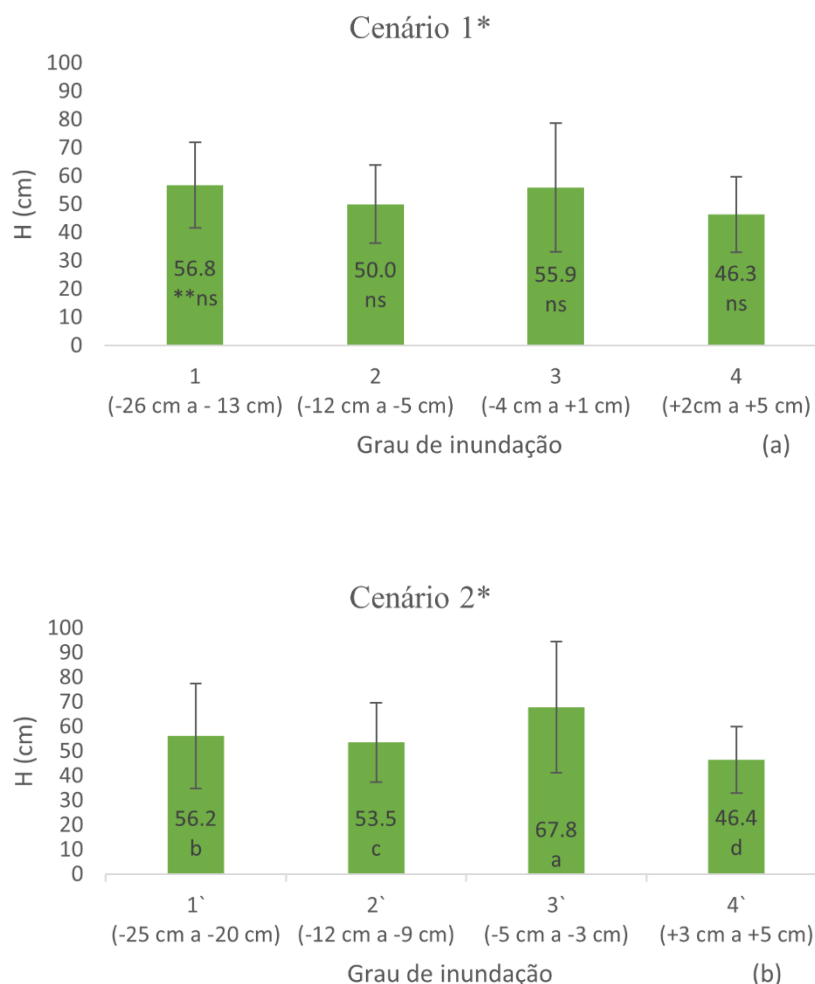


Figura 7: Médias de altura (H) de *Dipteryx alata* aos 20 meses idade, para diferentes graus de inundação, em solo temporariamente inundável, em dois cenários da avaliação (a e b), no Bioma Pantanal, Brasil. Médias com letras diferentes na coluna, para um mesmo cenário, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). * Cenário 1 apresenta classes de lâmina d'água contínuas e o cenário 2 apresenta classes de maior contraste. ** Não houve diferença significativa para um mesmo cenário de avaliação.

Sobrevivência para os diferentes graus de inundação

A sobrevivência do baru apresentou tendência de menores valores conforme o aumento do grau de inundação. Apesar disso, não houve diferença significativa pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) para ambos os cenários de avaliação. Nos cenários 1 e 2, o maior grau de inundação (4 e 4') apresentou os menores valores absolutos de sobrevivência aos 2, 11 e 20 meses. No cenário 1 a sobrevivência foi de 62,5%, aos 20 meses. Os graus de inundação 1, 2 e 3 apresentaram valores de 81,7%, 72,5% e 80,8%, respectivamente. Já no cenário 2, a sobrevivência foi de 68,2% para o grau de inundação 4', aos 20 meses. Os graus de inundação 1', 2' e 3' apresentaram valores de 78,8%, 69,7% e 84,8%, respectivamente (Figura 8). Os valores elevados de sobrevivência de

baru, obtidos nesse estudo, indicam que o baru se estabelece em solo temporariamente inundável.

Para os cenários 1 e 2, houve um ligeiro aumento nos valores de sobrevivência de 2 para 11 meses, nos graus de inundação 3' e 4' (Figura 8). Esse aumento é explicado pelo fato da sobrevivência aos 11 e 20 meses, ter sido mensurada após o replantio realizado aos 2 meses.

Crescimento em altura geral

Para uma análise do crescimento em altura geral, ou seja, de todo o povoamento, desconsiderando os tratamentos, a estatística descritiva do conjunto de dados, aos 20 meses, mostra que a planta de menor H foi de 10 cm e a maior foi de 134 cm, com uma amplitude de 124 cm. A média de H foi de 50,5 cm ($\pm 20,5$ cm) e

coeficiente de variação de 40,1% (Tabela 3). O histograma de H, aos 20 meses, mostra uma concentração de altura nas classes de 45 e 59 cm, com 57,2% dos indivíduos, sendo 8,8% dos indivíduos na classe de 73 cm, 6,7% na classe de

87 cm e 3% nas classes de 101 cm, 115 cm e 129 cm de H (Figura 9). O modelo de crescimento apresentou valor de R^2 elevado, 0,95 ($F = 0,00$; $p < 0,05$) (Figura 10).

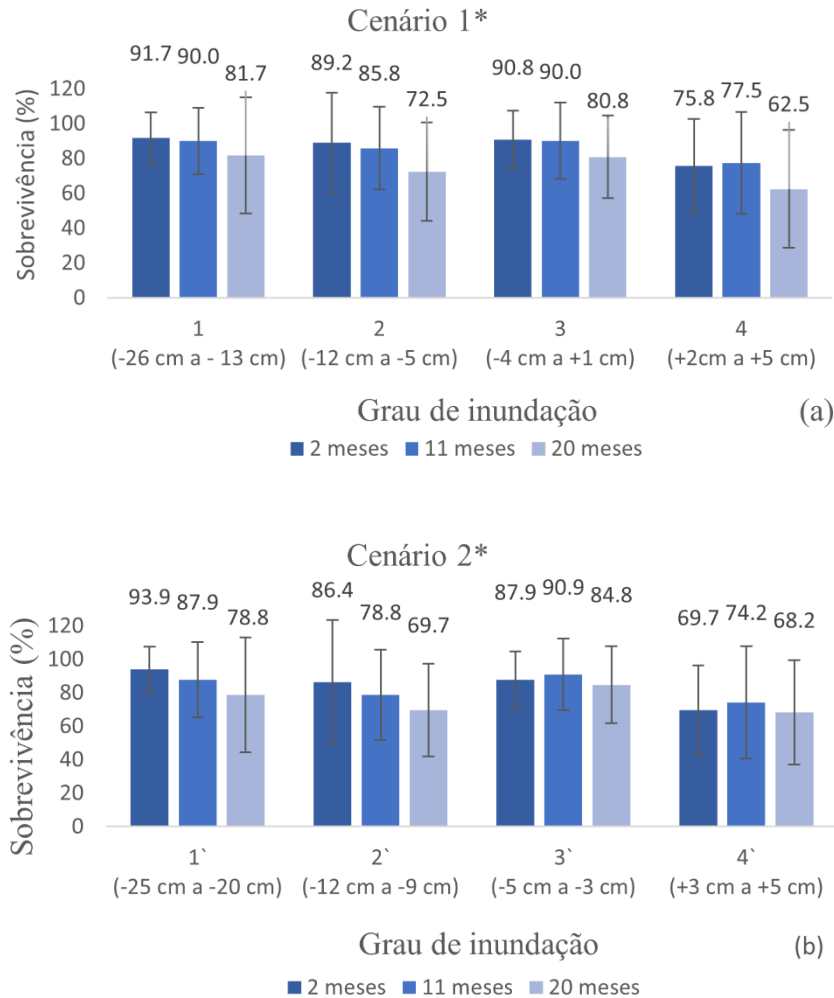


Figura 8: Médias de sobrevivência (%) ($\pm$ desvio padrão) de *Dipteryx alata* aos 2, 11 e 20 meses idade, para diferentes graus de inundação, em solo temporariamente inundável, em dois cenários da avaliação (a e b), no Bioma Pantanal, Brasil. Não houve diferença significativa, para um mesmo cenário de avaliação, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). * Cenário 1 apresenta classes de lâmina d'água contínuas e o cenário 2 apresenta classes de maior contraste.

O incremento corrente mensal em altura (ICH), indica o que o plantio cresceu de fato, no mês. No início do plantio, em maio de 2017, aos 3 meses, foi detectado um leve pico de crescimento, que foi antecedido por período de maiores precipitações (meses 1 e 2). Em sequência o ICH decaiu, coincidindo com um período de seca. Dos 4 aos 8 meses, de junho a outubro de 2017, período seco, o crescimento foi muito pequeno, variando de

0,4 cm a 1,3 cm. As idades em que as plantas mais cresceram foram aos 11, 12 e 20 meses, janeiro, fevereiro e outubro de 2018, respectivamente, período chuvoso. Dos 15 aos 19 meses de idade (maio a setembro de 2018), período seco, as plantas não cresceram. O crescimento máximo, em um período de um mês, foi de 5,2 cm. As plantas cresceram 23,1 cm nos primeiros 12 meses e 31,4 cm em 20 meses (Figura 11).

Tabela 3: Estatística descritiva, para a variável altura (H), do conjunto de dados de plantas individuais de *Dipteryx alata*, em solo temporariamente inundável, no Bioma Pantanal, Brasil.

Estatística descritiva para altura (H)	
Mínimo	10 cm
Média	50,5 cm
Mediana	48 cm
Máximo	134 cm
Desvio Padrão da Média	1,5 cm
Desvio Padrão	20,5 cm
Coefficiente de Variação	0,41
Amplitude	124 cm
Tamanho da Amostra	194

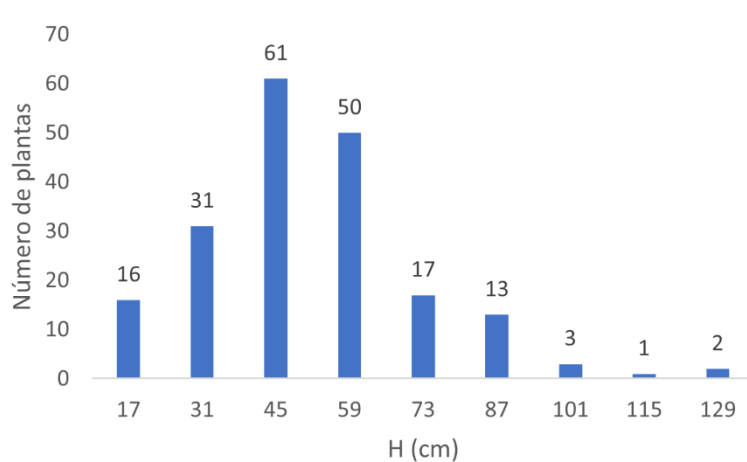


Figura 9: Histograma de altura (H) de *Dipteryx alata*, aos 20 meses de idade, em solo submetido à inundação temporária, no Bioma Pantanal, Brasil.

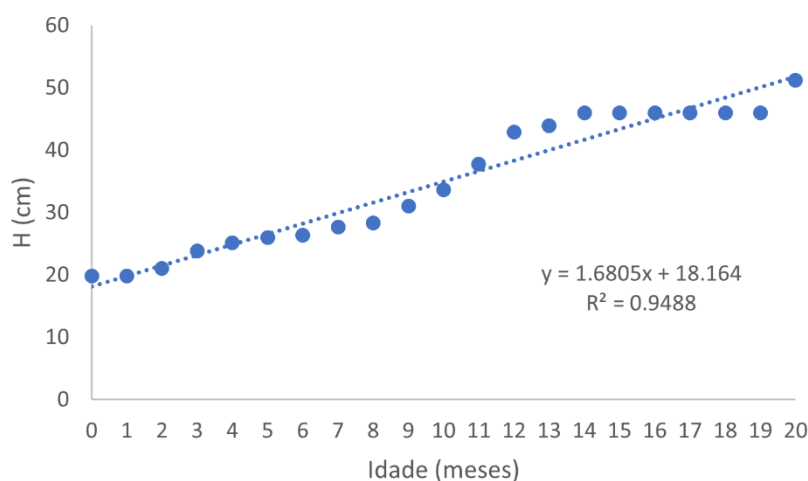


Figura 10: Curva de crescimento em altura (H) de *Dipteryx alata*, em solo submetido à inundação temporária, no Bioma Pantanal, Brasil.

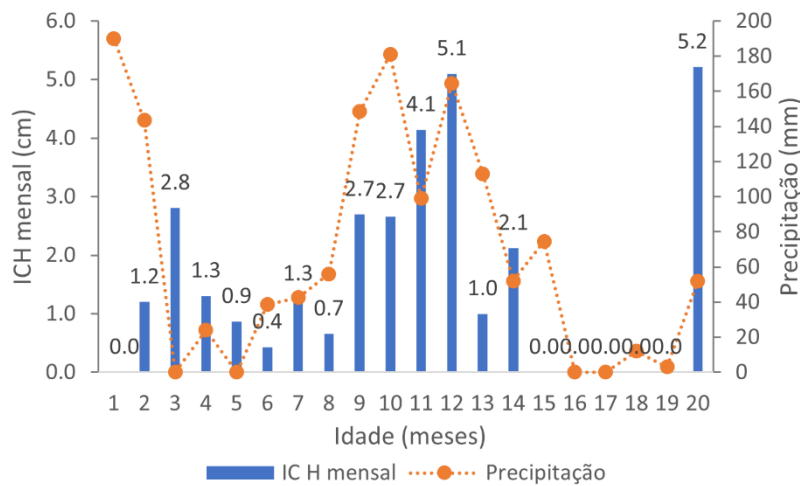


Figura 11: Incremento corrente mensal em altura (ICH), em cm, de *Dipteryx alata* e precipitação (mm), em solo submetido à inundação temporária, no Bioma Pantanal, Brasil.

Em março de 2017 (1 mês após o plantio) e em abril de 2017 (aos 2 meses), o lençol freático já estava abaixando, porém, aflorado em alguns pontos. Em 2018, em janeiro (aos 11 meses), o lençol estava aflorado em toda a área. Aos 12, 13 e 14 meses (fevereiro, março e abril de 2018, respectivamente) também foi observado afloramento do lençol, porém em menor intensidade. As observações foram pontuais e não indicam o alagamento da área durante todo o período mencionado.

Discussão

Os resultados demonstram que o baru consegue se estabelecer em solos temporariamente inundáveis, a partir de plantio de mudas, com sobrevivência de até 84,8% (Figura 8), o que é considerado elevado, principalmente considerando a condição de inundação temporária, que é um fator abiótico fortemente estressante para a espécie. De acordo com Sousa et al. (2024), tanto a seca, quanto a inundação, que provoca hipoxia, são fatores abióticos de estresse para o baru. Porém, o estudo dos autores revelou que as alterações fisiológicas e bioquímicas de mudas da espécie, em resposta ao estresse, indicam que o baru é mais sensível ao estresse desencadeado pela inundação. Os autores relatam que os parâmetros que indicam danos às plantas foram mais fortemente associados à inundação do que à seca.

Considerando os resultados de sobrevivência de mudas de outras 13 espécies arbóreas do Cerrado e Pantanal, obtidos por Bogarín et al. (2023), em experimento de 56 dias de inundação, em casa de vegetação, os valores de sobrevivência obtidos no presente estudo podem ser considerados elevados. Os valores de sobrevivência de 13 espécies variaram de 55% até

aproximadamente 97%. É importante ponderar que o presente experimento foi realizado no campo e o período de inundação foi menor do que o do estudo de Bogarín et al. (2023). No entanto, nesse mesmo sentido, Linné et al. (2021), relataram 100% de sobrevivência de mudas de baru em experimento de 60 dias de inundação, mesmo após 100 dias do fim da inundação. É importante considerar, que os estudos citados, foram realizados em condições de casa de vegetação, onde tem-se o controle de fatores que podem provocar a mortalidade de mudas, como ataque de insetos. Como o presente estudo foi realizado no campo, onde esses fatores estão presentes, a taxa de sobrevivência encontrada é ainda mais relevante.

Assim, constatamos que o baru tolera inundação, podendo ser considerada uma espécie nativa importante para o uso em sistemas silvipastoris inundáveis, podendo otimizar o uso de solos sujeitos à inundação temporária, normalmente destinados à pecuária solteira.

Além da aplicação na produção, constatamos a possibilidade de uso do baru na restauração de áreas submetidas a inundação temporária de baixa intensidade.

Nesse experimento, observamos que o grau de inundação influencia o crescimento em H do baru. O crescimento é maior em inundação de menor intensidade, chegando ao valor de H de até 31,6% maior do que em áreas de maior intensidade de inundação, conforme os parâmetros do presente estudo.

Santos et al. (2018), Linné et al. (2021) e Linné et al. (2023) indicam que o baru possui plasticidade fenotípica e fisiológica, o que confere resistência à espécie e favorece o seu

estabelecimento em áreas sob inunda  o per  dica Linné et al. (2021).

O efeito negativo da inunda  o sobre a altura de baru foi relatado por Linné et al. (2021), em estudo realizado em casa de vegeta  o. Em experimento de fisiologia, foi verificado o efeito prejudicial da inunda  o sobre as mudas. Os autores demonstraram a redu  o de trocas gasosas. As plantas tiveram redu  o de 79,05% da taxa fotossintética líquida, além de 83,33% da eficiência de carboxila  o de Rubisco. Também houve redu  o da eficiência quântica do fotossistema II e do   ndice de clorofila. De acordo com o estudo, a espécie    sensível ao stress por excesso de   gua.

Linné et al. (2023) também relatam que o alagamento reduz a eficiência fotossintética e prejudica a eficiência quântica do fotossistema II, além de prejudicar a qualidade das mudas, que não se recupera 100 dias após o período de alagamento. Já as características metabólicas são capazes de se ajustar e recuperar em 100 dias após a ocorrência da inunda  o. Os autores também relatam o surgimento de lenticelas hipertrofiadas e atribuem a isto, associado a outras altera  es de ordem fisiológicas e um sistema antioxidante eficiente, a sobrevivência da espécie nessa condi  o. Além disso, o estudo mostrou que a qualidade das mudas sob alagamento por 40 dias, não diferiu da qualidade de mudas não alagadas, mas durante 60 dias de alagamento a qualidade das mudas diminuiu.

Em uma abordagem diferente dos autores citados acima, Matos et al. (2018) avaliaram o efeito do déficit hídrico no crescimento da espécie aos 85 dias, em estudo de fisiologia, realizado em vasos. Assim como a sensibilidade ao stress por excesso de água, aqui já mencionada, os resultados dos autores indicam que o baru apresenta sensibilidade elevada ao déficit hídrico, que provoca redu  o do crescimento. Os autores relatam que as plantas reduzem a transpira  o estomática como estratégia de sobrevivência sob déficit hídrico.

Ora, baseado nas informa  es mencionadas, podemos dizer que, submetido    inunda  o temporária, o baru está sujeito a um ambiente de duplo stress sazonal. Stress devido    inunda  o, no período chuvoso, e stress por déficit hídrico em regiões de esta  o seca prolongada, como no caso do presente experimento. Isso aponta para a necessidade de desenvolvimento de estratégias que promovam a manuten  o ou a mínima perda de qualidade das mudas durante os períodos de stress. além do

desenvolvimento de técnicas que beneficiem o crescimento da espécie nos períodos mais propícios (sem ou de menor stress).

Nesse sentido, o trabalho de Silva et al. (2022) demonstra que a aduba  o com silício atenua danos ao aparato fotossintético de mudas de baru e contribui para uma recupera  o fisiológica mais rápida das mudas. Trabalhando com outra espécie, a *Eugenia myrcianthes* Foresti et al. (2024), submeteram as mudas    flutua  o hídrica, alternado a supressão da irriga  o e inunda  o. Os autores concl  iram que a aplica  o foliar de silício favoreceu o desenvolvimento das mudas e a tolerância    flutua  o hídrica.

Aliado ao desenvolvimento destas técnicas e estratégias silviculturais,    importante incorporar essa condi  o edáfica específica em programas de melhoramento, que visam a produ  o, realizando testes de progênies. Testes de progênies podem impulsionar ganhos silviculturais para espécies nativas (Santos et al., 2023). Estes testes podem ser realizados a partir de propágulos de matrizes presentes em solos submetidos    inunda  o temporária ou a partir da sele  o de plantas introduzidas nesses ambientes, como no caso do presente experimento. Considerando a busca por ganhos silviculturais do baru em solos alagáveis,    desejável uma sele  o de indivíduos que se destacaram em altura e diâmetro para estudos de melhoramento, visando o cultivo em solos com essas características.

Aos 20 meses, no segundo ano do plantio, o pico de crescimento observado no início do período chuvoso (outubro de 2018), após um período de crescimento nulo na esta  o seca (Figura 11), parece indicar uma tendência de mudança no padrão de crescimento linear até então observado (Figura 10).    possível que as plantas entrariam em uma fase de crescimento exponencial ou, pelo menos, em uma fase de maior crescimento proporcional, se comparado aos períodos chuvosos anteriores. No entanto, seriam necessárias mensura  es posteriores aos 20 meses para afirma  es conclusivas. O estudo não prosseguiu após 20 meses devido    entrada de gado na área, que provocou mortalidade das plantas. Importante observar, que um valor razoável de precipita  o (52 mm) aos 20 meses (outubro de 2018), valor próximo (56 mm) ao observado aos 8 meses (outubro de 2017) e quase três vezes inferior ao observado (149 mm) aos nove meses (novembro 2017), está associado a um crescimento (ICH) 7,4 e 1,9 vezes maior do que os obtidos nos respectivos períodos. Isso pode demonstrar uma melhor adapta  o das mudas ao local.

Ainda cabe mencionar, que o lençol freático já estava aflorado uma semana após o plantio, em fevereiro de 2017 (mês 0). Em março de 2017 (1 mês após o plantio) e em abril de 2017 (aos 2 meses), o lençol freático já estava abaixando, porém, aflorado em alguns pontos. Em 2018, em janeiro (aos 11 meses), o lençol estava aflorado em toda a área. Aos 12, 13 e 14 meses também foi observado afloramento do lençol, porém em menor intensidade.

Como não foram encontrados registros de trabalhos realizados no campo, que abordam o crescimento e o estabelecimento do baru em solos temporariamente inundados, serão feitas comparações dos resultados com trabalhos realizados em solos não hidromórficos. A princípio, esses solos são mais propícios ao estabelecimento e crescimento do baru.

Barbosa et al. (2021) obtiveram valores de H de 54,25 cm a 89,75 cm, aos 12 meses, para baru consorciado com diferentes plantas de cobertura em Latossolo Vermelho distrófico. Em estudo de progênie em Latossolo Vermelho distrófico típico muito argiloso, Canuto *et al.* (2015) obtiveram H média de 48 cm e 149 cm, aos 7 e 21 meses, respectivamente. Martinotto et al. (2012), em Neossolo Quartzarênico éutrico, relataram H de baru, aos 20 meses, variando de 53 cm a 81 cm em plantios consorciados com mandioca e adubação fosfatada. Já Nieri et al. (2018), em avaliação aos 52 meses (idade mais avançada em relação ao presente estudo e em relação aos trabalhos mencionados), reportam H de 175 cm em sistema silvipastoril, em Latossolo Vermelho, no Bioma Cerrado.

Mesmo em Plintossolo Argilúvico Distrófico arênico, de textura franco-arenosa, sob inundação periódica, os valores de H aos 20 meses (46,3 cm a 56,8 cm) (Figura 6) do presente experimento, estão compreendidos na amplitude de valores relatados para idades semelhantes, em solos não hidromórficos, na literatura mencionada (53 cm e 149 cm; Martinotto et al., 2012 e Canuto et al., 2015, respectivamente). Apesar disso, os valores do presente estudo estão próximos aos menores valores mencionados na literatura. Ainda é importante mencionar, que as mudas foram plantadas com H média inicial de apenas 19,79 cm no presente estudo, enquanto os estudos mencionados não trazem essa informação.

Santos et al. (2018), avaliaram o crescimento de baru a partir de semeadura direta em vegetação natural de cerrado stricto sensu. Por se tratar de semeadura direta, podemos entender os valores de H como equivalentes ao incremento

corrente. O incremento foi de 10 cm aos 12 meses. O incremento no presente estudo foi maior (18 cm).

Quanto à sobrevivência, Venturoli et al. (2011) relatam valores de 55% aos 12 meses, em plantio de enriquecimento, e 85% aos 25 meses após replantio (realizado aos 15 meses). Em estudo de progênie, em Latossolo Vermelho distrófico típico, muito argiloso, foi registrada sobrevivência de 55%, aos 21 meses (Canuto et al., 2015). Os autores não informam se foi realizado o controle de matocompetição, sendo que este é um fator que influencia a mortalidade de mudas de espécies florestais. Em Neossolo Quartzarênico éutrico, Martinotto *et al.* (2012) obtiveram 79% de sobrevivência de baru aos 20 meses. Santos et al. (2018), avaliaram a sobrevivência de baru a partir de semeadura direta em vegetação natural de cerrado stricto sensu. A sobrevivência foi de 76,3% aos 12 meses. Já Nieri et al. (2018), em idade mais avançada (52 meses), obtiveram sobrevivência de 82,5% em sistema silvipastoril, em Latossolo Vermelho, no Bioma Cerrado.

Em experimento em casa de vegetação, Moraes et al. (2021) avaliaram a tolerância de plântulas de baru à inundação. A sobrevivência das plântulas foi de 100% ao alagamento de 15 dias. Já aos 30 dias de alagamento, a sobrevivência foi de 78%. Apesar do experimento ter sido realizado em casa de vegetação e com plantas na fase de plântula, os resultados dos autores corroboram os obtidos por este trabalho, por Linné *et al.* (2021) e por Linné et al. (2023), indicando que o grau de inundação interfere no estabelecimento da espécie.

Os valores de sobrevivência obtidos pelo presente estudo variaram de 62,5% a 84,8% aos 20 meses. Os valores estão compreendidos na amplitude de valores relatados para idades semelhantes, em solos não hidromórficos, na literatura mencionada (55% e 79 %; Canuto et al., 2015 e Martinotto et al., 2012, respectivamente).

Conclusões

O baru se estabelece em solo temporariamente inundável, a partir do plantio de mudas, sendo que, até aos 20 meses, o crescimento é lento, com padrão sazonal, que é influenciado pela sazonalidade climática e pela inundação do solo. A sobrevivência pode ser considerada elevada aos 20 meses, considerando a condição de stress por falta de água no período seco e, principalmente, pelo stress em decorrência da saturação hídrica imposta pela inundação no período chuvoso. O grau de inundação influencia a altura da espécie.

Quanto menos intensa a inundação, maior é o crescimento em altura. As plantas suportam até 5 cm de lâmina d'água temporária, sendo necessários estudos mais detalhados para avaliação em lâmina d'água maior.

A espécie tem potencial de produção em sistema silvipastoril nessa condição edáfica, possibilitando a otimização do uso de solos alagáveis em pastagens já formadas e, consequentemente, a valorização de propriedades rurais com essa característica de solo. Porém, devem ser realizados estudos em idades mais avançadas para conclusões mais assertivas. Além disso, o baru tem potencial de uso na restauração ecológica de áreas submetidas à inundação temporária de baixa intensidade, devendo ser priorizado o plantio de mudas em áreas com menor grau de inundação.

As classes de lâmina d'água mais contrastadas são mais eficientes para detectar diferenças de crescimento de sobrevivência do que classes contínuas. Isto deve ser observado em metodologias de futuros estudos.

Agradecimentos

Ao Sr. Fábio Gustavo, proprietário do sítio onde o estudo foi realizado, ao IFMT, pela concessão de apoio financeiro, ao CNPQ, pela concessão de bolsa PIBITI e à Agropecuária Grendene pelo fornecimento dos dados pluviométricos.

Referências

- Alfenas, R. F., Alexandre, F. S., Pirolla, M. L. A., Arriel, D. A. A. & Alfenas, A. C. (2023). Doenças da teca no Brasil. In Reis, C. A. F., Oliveira, E. B. de & Santos, A. M. (Eds.), Teca (*Tectona grandis* L. f.) no Brasil (pp. 448-480). Embrapa.
- Andrade, H. S. F. D., Baroni, G. D. R., Brancalion, P. H. S., Moraes, M. L. T. D., & Silva, P. H. M. D., 2020. Parâmetros genéticos de crescimento inicial e frutificação de *Dipteryx alata* Vogel em teste de progênie e espaçamento. *Scientia Forestalis*, 48, 1-10.
- Andrade, C.M.S., Salman, A. K., Oliveira, T. K. (2012). Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Embrapa.
- Aniceto, A. F. B., Ikeda-Castrillon, S. K., Fernandez, J. R. C., Martins, B. A. A., Duarte, Í. S., & de Moraes, F. F.. 2021. Avaliação de técnicas de semeadura direta e da transposição de serapilheira para a emergência e estabelecimento da Manduvi (*Sterculia apetala* (jacq). Karts.) em trabalho de restauração ecológica numa área de nascentes degradadas no Pantanal Mato-grossense. *Research, Society and Development* 10, 1-16.
- Barbosa, A.K. de, Silva, F. G., Perin, A., Dornelles, P., de Melo, A. P. C., Neto, A. R., Dornelles, D. P. & Dário, B. M. M., 2021. Initial development of *Dipteryx alata* Vog consortium with cover plants. *Research, Society and Development*, 10, 1-15.
- Bogarín, M. R., Reis, L. K., Laura, V. A., Pott, A., Szabo, J. K., & Garcia, L. C. (2023). Morphological and phenological strategies for flooding tolerance in Cerrado and Pantanal trees: implications for restoration under new legislation. *Restoration Ecology*, 31, e13660.
- Campos Filho, E. M & Silva, R. de S. (2021). *Dipteryx alata* Vogel. In Piña-Rodrigues, F.C.M & Silva, J.M.S (Eds.), *Silvicultura tropical: o potencial madeireiro e não madeireiro das espécies tropicais* (pp. 214-225). Ed. dos Autores.
- Campos Filho, E.M.; Sartorelli, P.A.R. (2015). Guia de árvores com valor econômico. Agroicone.
- Canuto, D. S. D. O., Zaruma, D. U. G., Moraes, M. A. D., Silva, A. M. D., Moraes, M. L. T. D., & Freitas, M. L. M., 2015. Caracterização genética de um teste de progênes de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil. *Hoehnea*, 42, 641-648.
- Carvalho, C. S.; Lima, H. C.; Cardoso, D. B. O. S., 2020. *Dipteryx* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB29628>>. Acesso em: 08 nov. 2021.
- Chaves, L. A., Neves, S. M. A. D. S., Pierangeli, M. A. P., Castrillon, S. K. I., & Kreitlow, J. P. (2023). Change in the protection regime of Permanent Preservation Areas in the 2012 Forest Code. *Ambiente & Sociedade*, 26, e02112.
- Foresti, A. C., de Paula Quintão Scalon, S., Santos, C. C., Reis, L. C., & Linné, J. A. (2024). Does Silicon in *Eugenia myrcianthes* Seedlings Under Water Stress Contribute in the Tolerance and Recovery?. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-13.
- Guerra, A., Reis, L. K., Borges, F. L. G., Ojeda, P. T. A., Pineda, D. A. M., Miranda, C. O., ... & Garcia, L. C., 2020. Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. *Forest Ecology and Management*, 458, 117802.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores, 2020. Relatório Anual Ibá 2020.

- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Lourival, R., Wittmann, F., Kandus, P., Lacerda, L. D., ... & Agostinho, A. A., 2014. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*, 24, 5-22.
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Lourival, R., Wittmann, F., Schöngart, J., Schaeffer-Novelli, Y., Agostinho, A. A., Nóbrega, R. L. B. & Camargo, F. (2015). Parte I: Definição e classificação das áreas úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. In Nunes da Cunha, C., Piedade, M. T. F. & Junk, W. J. (Eds.), *Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats* (pp. 13–76). EdUFMT.
- Lima, P. R., Malavasi, U. C., Ecco, M., & Rosset, J. S., 2013. Espécies lenhosas nativas com potencial de uso em sistema silvipastoril em Mato Grosso do Sul. *Revista Agrogeoambiental* 5, 67-78.
- Linné, J. A., Jesus, M. V., Lima, V. T., Reis, L. C., Santos, C. C., Scalón, S. D. P., & Dresch, D. M., 2023. Do *Dipteryx alata* Vogel seedlings recover the quality and the photosynthetic and antioxidant responses in the post-flooding?. *Brazilian Journal of Biology*, 83. 1-11.
- Linné, J. A., Jesus, M. V., de Lima, V. T., Reis, L. C., Dresch, D. M., de Paula Quintão Scalón, S., & Santos, C. C., 2021. Effects of shading on growth and photosynthetic metabolism in *Dipteryx alata* Vogel seedlings under flooding. *Brazilian Journal of Botany*, 44, 629-638.
- Magalhães, R. M., 2019. A sustainability analysis of the exploitation of the baru almond (*Dipteryx alata* Vogel) in the Brazilian Savanna. *Sustainability in Debate*, 10, 85-95.
- Martínez, G. B., Mourão Junior, M., & Brienza Junior, S., 2010. Seleção de ideótipos de espécies florestais de múltiplo uso em planícies fluviais do Baixo Amazonas, Pará. *Acta Amazonica*, 40, 65-74.
- Martinotto, F., Martinotto, C., Coelho, M. D. F. B., Azevedo, R. A. B., & Albuquerque, M. C. D. F., 2012. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47, 22-29.
- Matos, F. S., Freitas, I. A. S., Santos, L. V. B. D., Venâncio, D. G., & Silveira, P. S. D., 2018. Initial growth of *Dipteryx alata* plants under water deficit. *Revista Árvore*, 42, 1-8.
- Melo, S. A. B. X. de, Silva, F. S. da, & de Melo, A. X., 2017. Aspectos socioeconômico dos agricultores familiares extrativistas do cumbaru no município de Poconé-Pantanal Mato-Grossense. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 8, 62-73.
- Melotto, A.M., Laura, V.A., Bungenstab, D.J. & Ferreira, A.D. (2019). Espécies florestais em sistemas de produção em integração. In D.J. Bungenstab, R.G. Almeida, V.A. Laura, L.C. Balbino and A.D. Ferreira (Eds.), *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta* (pp. 429-454). Embrapa.
- Morais, J. F., de Lima, J. B., da Silva, F. H. B., & de Oliveira, P. C., 2021. Da Semente à Plântula: Fases Iniciais de *Dipteryx Alata* Vogel (Fabaceae) Diferem na Tolerância ao lagamento. *Biodiversidade*, 20, 43-53.
- Nieri, E. M., Macedo, R. L. G., Vaz Martins, T. G., de Melo, L. A., & Venturin, N., 2018. Comportamento silvicultural de espécies florestais em arranjo para integração pecuária floresta. *Floresta*, 48, 195-202.
- Nunes da Cunha, C., Bergier, I., Tomas, W. M., Damasceno-Júnior, G. A., Santos, S. A., Assunção, V. A., Sartori, A. L. B., Pott, A., Arruda, E. C. de, Garcia, A. da S., Nicola, R. D. & Junk, W. J., 2023. Classificação dos Macrohabitat do Pantanal Brasileiro: Atualização para Políticas Públicas e Manejo de Áreas Protegidas. *Biodiversidade Brasileira*, 13, 1-26.
- Paixão, E., de Arruda, E. C., Junk, W. J., & da Cunha, C. N., 2019. Buscando Soluções Sustentáveis para Áreas Úmidas Savânicas Brasileiras Via Uso Múltiplo. *Biodiversidade Brasileira*, 9, 1-11.
- Pérez-Cruz, C.A. & Villarroel, D., 2020. Spatial distribution model of the almendra chiquitana (*Dipteryx alata* Vogel, Fabaceae) in Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 55, 60-172.
- Piña-Rodrigues, F.C.M & Silva, J.M.S da (2021). *Silvicultura tropical: o potencial madeireiro e não madeireiro das espécies tropicais*. Ed. dos Autores.
- Piotto, D., Piña-Rodrigues, F.C.M., Verdade, L.M., Calmon, M., Freitas, M.L.M, Rolim, S. & Brienza Junior, S. (2021). Programa de pesquisa e desenvolvimento em silvicultura de espécies nativas. *Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura*, p29.
- Pozer, C. G. & Nogueira, F., 2004. Flooded native pastures of the northern region of the Pantanal of Mato Grosso: biomass and primary productivity variations. *Brazilian Journal of Biology*, 64, 859–866.
- Reis, L. K., Damasceno Junior, G. A., Battaglia, L. L., & Garcia, L. C., 2021. Can transplanting seedlings with protection against herbivory be a

- cost-effective restoration strategy for seasonally flooded environments? *Forest Ecology and Management*, 483, 118742.
- Rolim, S. G., Piña-Rodrigues, F.C.M., Piotto, D., Batista, A., Freitas, M.L.M., Brienza Junior, S., Zakia, M.J.B. e Calmon, M. (2020) Prioridades e lacunas de pesquisa e desenvolvimento em silvicultura de espécies nativas no Brasil. WRI Brasil, p.44.
- Sano, M. S. Ecofisiologia do crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. (Leguminosae). 2001. 119 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.
- Sano, S. M.; Brito, M. A.; Ribeiro, J. F., 2016. *Dipteryx alata*: Baru. In: Vieira, R. F.; Camillo, J.; Coradin, L. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste. Brasília, DF: MMA. (Série Biodiversidade 44).
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araujo Filho, J. C., Oliveira, J. B., Cunha, T. J. F., 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa.
- Santos, P. E. T. dos & Paludzyszyn Filho, E. (2014). Critérios para escolha de eucaliptos para plantio. In Santarosa, E.; Penteado Junior, J.; Goulart, I. C. G. dos R. (Eds.), Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda (pp.23-26). Embrapa.
- Santos, K. D. G. dos, Ferreira, W. de M., Silva, K. L. F., Coimbra, R. R., & Souza, C. C., 2018. Germination and initial development of *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) in two “Cerrado” areas: a step toward its use in reforestation programs. *Brazilian Journal of Botany*, 41, 415-424.
- Santos, T. S., Martins, K., Aguiar, A. V., Baptista Filho, M. J., Menucelli, J. R., Faria, R. F. P., ... & Longui, E. L., 2021. Growth and wood quality traits in a *Dipteryx alata* Vog. (Fabaceae) progeny and provenance test. *Forest Science*, 67, 468-477.
- Santos, A. P. dos, Nunes, A. C. P., Corrêa, R. X., Marques, F. G., Rolim, S. G., & de Carvalho Santos Romão, K. (2023). Genetic diversity and selection gains in progeny tests of tropical forest species: a two-way road for the future. *New Forests*, 1-24.
- Silva, M. S., Scalón, S. P. Q., Santos, C. C., Silverio, J. M., Santos, J. K. V., & Dresch, D. M. (2022). Does silicon help to alleviate water deficit stress and in the recovery of *Dipteryx alata* seedlings?. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e259016.
- SFB. Serviço Florestal Brasileiro, 2020. Boletim do IFN Cerrado – Levantamento Socioambiental. SFB, ed. 1, p.18.
- Sousa, L. F., Menezes-Silva, P. E., Batista, P. F., Alves, A. P. S., de Andrade Pereira Silva, M. C., da Silva Almeida, S. E., ... & Farnese, F. S. (2024). Environmental vulnerability index in *Dipteryx alata*: influence of abiotic stresses on central processes of plant physiology and metabolism. *Acta Physiologiae Plantarum*, 46, 31.
- Souza, A. P., Mota, L. L., Zamadei, T., Martin, C. C., Almeida, F. T., & Paulino, J., 2013. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. *Nativa*, 1, 34-43.
- Venturoli, F., Fagg, C. W., & Fagg, J. M. F., 2011. Desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata* Vogel e *Myracrodruon urundeuva* Allemão em plantio de enriquecimento de uma floresta estacional semidecídua secundária. *Bioscience Journal*, 27, 482-493.