



Revista Brasileira de Geografia Física

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



Estrutura e dinâmica de populações de *Hancornia speciosa* Gomes em uma área de savana Amazônica

Paulo Rodrigues de Melo Neto¹, Alison Pereira de Magalhães², Salustiano Vilar da Costa Neto³, Zenaide Palheta Miranda⁴

¹Mestrando em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, Avenida André Araújo, Petrópolis, CEP 69067-375, Manaus, Amazonas. paulordgsneto@gmail.com (autor correspondente). ²Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá - UEAP, Avenida Presidente Getúlio Vargas, Centro, CEP 68900-070, Macapá, Amapá. alisonmagalhaes429@gmail.com. ³Dr. em Ciências Agrárias, Pesquisador II do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA, Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 10, Fazendinha, s/n, CEP 68900-280, Macapá, Amapá. salucostaneto@gmail.com. ⁴Drª. em Biodiversidade Tropical, Professora adjunta da Universidade do Estado do Amapá - UEAP, Avenida Presidente Getúlio Vargas, Centro, CEP 68900-070, Macapá, Amapá. zenaide.miranda@ueap.edu.br.

Artigo recebido em 25/01/2023 e aceito em 18/09/2023

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi caracterizar populações de *Hancornia speciosa* em relação a estrutura de seus indivíduos adultos e a dinâmica da regeneração natural. O estudo foi desenvolvido em área de savana localizado no Município de Macapá, Amapá. A coleta de dados ocorreu em quatro parcelas de 10 x 250 m, onde foram mensurados todos os indivíduos adultos, com diâmetro a altura do solo (DAS) acima de 30cm > 5cm, e todos os regenerantes, com altura ≤ 1,5 m nos anos de 2018 a 2021. A caracterização da estrutura da população adulta fez-se a distribuição em classes de diâmetro, altura e a distribuição espacial. Na análise da regeneração foi feita a distribuição em classes de altura e DAS, calculadas as taxas de regeneração, ingresso, mortalidade e a distribuição espacial dos regenerantes em relação a adultos. Foram encontrados 123 ind/ha⁻¹ adultos com distribuição agregada, estrutura horizontal mostrou-se equilibrada. Foi verificado irregularidades na estrutura vertical dos adultos, devido a ocorrência de fogo. Durante o período avaliado o número de regenerantes obteve um aumento significativo, a mortalidade foi baixa, o que resultou na taxa de regeneração positiva. Assim, se pode considerar que a espécie apresenta-se bem estabelecida na área devido apresentar estabilidade na população adulta como nos regenerantes, demonstrando no cenário atual um bom nível de conservação.

Palavras-chave: Mangaba. Cerrado. Regeneração. Amapá. Amazônia.

Structure and dynamics of populations of *Hancornia speciosa* Gomes in an area of Amazonian savana

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize *Hancornia speciosa* populations in relation to the structure of their adult individuals and their natural regeneration dynamics. The study was conducted in a savannah area located in the Municipality of Macapá, Amapá, Brazil. Data collection took place in four plots of 10 x 250 m, where all adult individuals were measured with diameter at soil height (DSH) above 30cm > 5cm, as well as all regenerating individuals with height ≤ 1.5 m in the years from 2018 to 2021. The structure of the adult population was characterized by distributing it in diameter, height and spatial distribution classes. A distribution in height and DSH classes was performed in the regeneration analysis, in which the regeneration, entrance, mortality and the spatial distribution rates of the regenerating individuals in relation to adults were calculated. Thus, 123 ind/ha⁻¹ adults were found with aggregated distribution, and the horizontal structure was balanced. Irregularities were verified in the vertical structure of the adults due to the occurrence of fire. The number of regenerants increased significantly and the mortality was low during the evaluated period, which resulted in a positive regeneration rate. Thus, it can be considered that the species is well established in the area due to its stability in the adult population as well as in the regenerants, demonstrating a good conservation level in the current scenario.

Keywords: Mangaba. Cerrado. Regeneration. Amapá. Amazon.

Introdução

As savanas amazônicas são encraves contidos na floresta amazônica, que cobrem um

total de 112.961 Km², onde somente 12,3% se encontram em categorias de uso restrito (Prance,

1996; Ratter et al., 2003; Bridgewater et al., 2004; Carvalho e Mustin, 2017). No estado do Amapá as áreas de savanas cobrem uma área total do estado de 7,2%, assim sendo a segunda maior área contínua deste ecossistema na Amazônia (Carvalho e Mustin, 2017).

Essas áreas são consideradas de alta prioridade para ações conservacionistas, porém é a menos protegida entre as savanas amazônicas, sendo utilizadas para uso múltiplo, onde são permitidas produções agropecuárias, em pequena escala (Carvalho e Mustin, 2017).

A expansão pecuária e da agricultura comercial para atender a demanda global de *comodities*, assim como para o mercado interno, provocam o desmatamento e a fragmentação do ecossistema savânico amapaense (Lameira et al., 2017; Chelala e Chelala, 2022). Por serem altamente ameaçadas pela ação antrópica, ainda que pouco conhecidas, sua degradação torna-se rápida por ser facilitada pelas queimadas, pela expansão urbana, agrícola e a pecuária, provocando perda de habitats, fragmentação e mudanças na fisionomia da vegetação (Amaral et al., 2019; Costa-Coutinho et al., 2019).

A espécie *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae), popularmente conhecida como mangaba, ocorre nas savanas amapaenses (Freitas et al., 2012; Costa Neto et al., 2017), mas também pode ser encontrada em diversas regiões do Brasil, incluindo Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste (Lederman et al., 2000; Moura et al., 2022).

A mangaba vem sofrendo com a perda de área, e é considerada um recurso importante tanto para as comunidades humanas como para as populações silvestres de animais, pois além de ser uma fonte de alimento, pode gerar renda extra (Yokomizo et al., 2017), possuindo também propriedades medicinais é fonte de óleo essencial, o que a torna valiosa em diversos setores, estudos atuais têm destacado as propriedades medicinais da mangaba, como ações anti-inflamatórias, antidiabéticas e antioxidantes (Pegorin et al., 2021; Almeida et al., 2021; Nunes et al., 2022; Carvalho et al., 2022).

Quase todo fornecimento do fruto é proveniente da produção extrativista, onde a demanda excede a produção (Freitas et al., 2012; Alvarez-Carvalho, 2022), sendo comercializado amplamente em feiras locais (Oliveira et al., 2021; Braga et al., 2021).

A mangaba é listada como uma das espécies chaves para preservação e conservação, em decorrência de sua multiplicidade de usos, podendo assim ser utilizada para produção sustentável (Ferreira et al., 2016). No entanto, a fragmentação de seu habitat representa uma grande ameaça, podendo causar erosão genética, pois a espécie apresenta grande variabilidade fenotípica de frutos, sementes e mudas, bem como uma diversidade genética significativa (Freitas et al., 2012; Nunes et al., 2021; Dias et al., 2021).

A exploração consciente dessa espécie pode ser a base para a construção de estratégias de desenvolvimento sustentável. Além disso, essas populações também têm potencial para a restauração natural, conforme evidenciado em estudos recentes (Nunes et al., 2021; Coimbra et al., 2023).

A maioria dos estudos em áreas de savana são a nível de comunidade, no entanto, para um maior detalhamento é necessário realizar estudos a níveis de população, no qual é possível avaliar características como a viabilidade da população (Lefebvre e Nascimento, 2016). A caracterização da estrutura populacional é fundamental para o conhecimento da relação entre indivíduos e ambiente, especialmente se tratando de espécies com potencial econômico e que sofrem com redução de suas áreas de ocorrência natural.

Assim avaliar regeneração natural pode ser uma alternativa viável para a compreensão dessa espécie, pois através dessa análise é possível quantificar o equilíbrio entre os processos de recrutamento, mortalidade e crescimento (Jardim, 2015). Com tais informações, é viável descrever o estado atual da população e projetar prováveis cenários futuros, facilitando o planejamento de intervenções para garantir a sustentabilidade ambiental e a continuidade do uso extrativista da espécie.

Gerar informações ecológicas da relação espécie e ambiente, servem para gestão, além de ações futuras que visem à conservação e a implementação de práticas sustentáveis de manejo (Campos e Jardim 2020). Neste contexto, as pesquisas com o extrato regenerante de savanas poderão servir como base para a instauração de procedimentos visando a manutenção ecológica do meio em diferentes estágios sucessionais.

Assim, foram elaboradas as seguintes questões: Qual a distribuição espacial da espécie? O estrato regenerante se encontra estável no período avaliado? Partiu-se da hipótese de que o fragmento conseguirá manter a sobrevivência da população e estabilizar sua dinâmica com taxas equilibradas de mortalidade e recrutamento, tendo como manter uma estrutura de indivíduos adultos. Desta forma, o objetivo do trabalho foi analisar a estrutura e a distribuição da população adulta e avaliar a dinâmica da regeneração natural de *Hancornia speciosa* em uma área de savana no estado do Amapá.

Material e métodos

Área de estudo

A coleta de dados foi realizada no município de Macapá, sudeste do Estado do Amapá, entre as coordenadas Lat. N 0° 33' 18'' - 0° 27' 59'' e Long. 50° 53' 42'' – 50° 49' 30'' (Figura 1). A vegetação predominante no local é do tipo savana. O clima da região é classificado como Amw, segundo Koppen (Amaral et al., 2019). A pluviosidade varia de 2.500 a 3.250 mm, com temperatura média de 26 a 28°C (Zee, 2008).

Foram instaladas quatro parcelas de 10 x 250 m (0,25 ha) cada, totalizando 1ha de área amostral (Figura 1). Nas áreas selecionadas há a ocorrência de populações de mangaba naturais e a vegetação encontra-se em estado conservado. No início do período seco na região, mês de agosto de 2017, antecedendo ao período de coleta de dados, as parcelas 02 e 04 pegaram fogo.

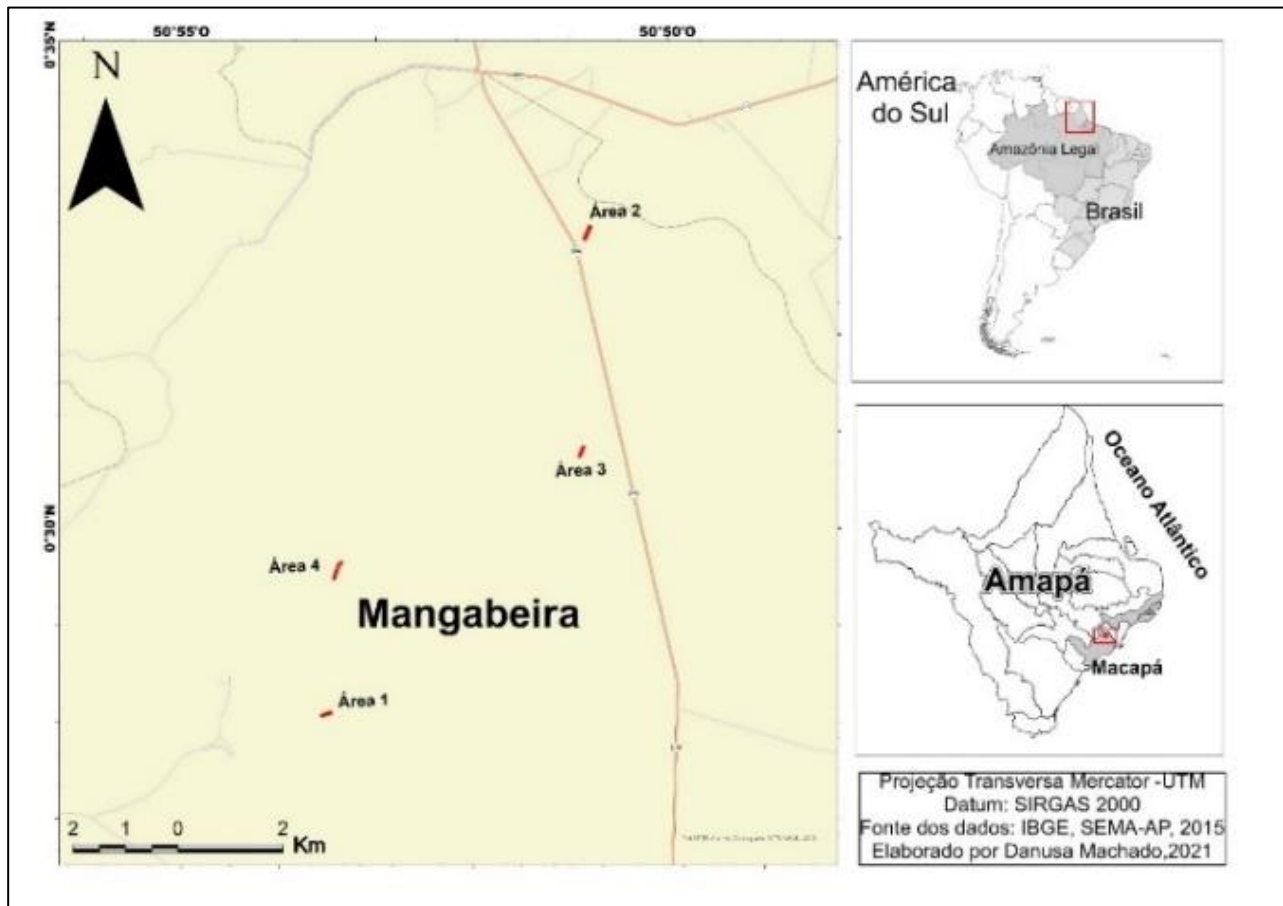


Figura 1. Mapa de localização geográfica no município de Macapá/AP, Local onde foi realizado a coleta de dados. Fonte: Elaborado por Danusa Machado, 2023.

Coleta de dados

Foram considerados os indivíduos adultos de *Hancornia speciosa*, aqueles com diâmetro a partir de 5 cm, e tiveram a circunferência mensurada a 30 cm de altura do solo com utilização

de fita métrica graduada em centímetros, e com posterior transformação para diâmetro, para realização das análises. A altura foi obtida com auxílio de uma vara de 2 m graduada em

centímetros. Todos os indivíduos foram georreferenciados e identificados com placas de alumínio. O primeiro inventário para avaliação da dinâmica da regeneração foi realizado em fevereiro de 2018, dentre os indivíduos, foram classificados como regenerantes aqueles com diâmetro a altura do solo (DAS) igual ou inferior a 5cm.

O DAS foi mensurado com paquímetro digital e a altura com uma vara de 2 m graduada em centímetros. Todos os regenerantes foram marcados com placas de alumínio e tiveram sua posição geográfica registrada com auxílio de um Global Positioning System (GPS). Esse mesmo procedimento de mensuração foi repetido nos anos de 2019, 2020 e 2021, onde os indivíduos que atingiram os critérios de inclusão foram considerados como ingressos, e os não localizados foram tidos como mortos.

Análise de dados

Para avaliação da estrutura da população adulta foi aplicada a distribuição em classes, com o número de classes (K) (Equação 1) e o intervalo de classes (IC) (Equação 2) para diâmetro e altura, sendo definido pelo Algoritmo de Sturges (Sturges, 1926). Para os indivíduos que apresentavam rebrotações (caules secundários) considerou-se somente o diâmetro do maior caule.

$$K = 1 + 3,33 * \log(N) \quad (1)$$

$$IC = A/K \quad (2)$$

Onde: N = é o número de indivíduos amostrados; A = amplitude total, representada pela diferença entre o maior e o menor valor observado para a variável.

Com a intenção de analisar se a distribuição dos diâmetros segue um padrão do tipo J-Invertido, foi utilizado um modelo de regressão exponencial (Equação 3) (Hett e Loucks, 1976).

$$Y_i = \beta_0 \exp^{-\beta_1 x} \quad (3)$$

Em que: β_0 = coeficiente de interceptação; β_1 = coeficiente de inclinação da curva; Y_i = número de indivíduos por classe; X_i = centro de classe de diâmetro; exp = função exponencial.

O Coeficiente de Determinação Ajustado (R^2) e análise gráfica foram empregados para a avaliação da qualidade do ajuste dos dados ao modelo na estimativa da abundância por classe.

O quociente q de De Liocourt foi utilizado para verificação do balanceamento da

estrutura horizontal, se a transição do número de indivíduos nas classes diâmetros segue um padrão que indique equilíbrio entre si, o quociente é obtido pela divisão do número de indivíduos de uma classe pelo número de indivíduos da classe imediatamente posterior (De Liocourt, 1898).

A fim de obter a identificação do padrão de distribuição espacial fez-se uso do Índice de Morisita (IM) (Equação 4), posteriormente o resultado alcançado pelo IM teve sua significância avaliada com o uso do teste Qui-quadrado (X^2) (Equação 5), de acordo com Zimmermann et al., (2017).

$$IM = n * \frac{\sum x^2 - N}{N * (N - 1)} \quad (4)$$

$$X^2 = n * \frac{\sum x^2}{N} - N \quad (5)$$

Onde: n = número de parcelas; x^2 = quadrado do número de indivíduos por parcela; N = número total de indivíduos.

Se o valor calculado de qui-quadrado for menor que o tabelado, o IM não difere significativamente de 1, logo, a espécie possui distribuição aleatória. Caso contrário, a distribuição tende a ser do tipo agregada (Vieira et al., 2014).

A estrutura da regeneração de *H. speciosa* foi avaliada de maneira análoga a população adulta, com utilização da distribuição em classes de DAS e altura, e do método de Sturges. O teste Kolmogorov-Smirnov foi empregado para determinar se houve diferença na distribuição dos diâmetros entre as amostragens, conforme Lima et al., (2013).

A Taxa de Regeneração Natural (TRN) (Equação 6) indica a flutuação na densidade de indivíduos nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021 conforme Mory e Jardim (2001):

$$TRN = \frac{(A_1 - A_0)}{(A_1 + A_0)} * 100 \quad (6)$$

Onde:

A_1 = densidade de indivíduos no final do período; A_0 = densidade de indivíduos no início do período.

As taxas de ingresso e mortalidade foram obtidas por meio das seguintes fórmulas (Equação 7 e 8):

$$I = \left(\frac{n_i}{A_0} \right) * 100 \quad (7)$$

$$M = \left(\frac{n_m}{A_0} \right) * 100 \quad (8)$$

Em que: I = taxa de ingresso em porcentagem; n_i = número de indivíduos que ingressaram; M = taxa de mortalidade em porcentagem; n_m = número de indivíduos que morreram.

Foi aplicado uma análise de variância unidirecional para comparar valores médios de taxa de regeneração, taxa de mortalidade e taxa de recrutamento entre os intervalos de tempo, tendo como tratamentos os anos de 2018-2019, 2019-2020 e 2020-2021 e como repetições as quatro áreas amostradas. Nos casos em que a diferença foi significativa, foi aplicado o teste de Tukey ($P < 0,05\%$) para determinar quais anos diferiram entre si.

Para avaliação mais completa dos fatores que podem influenciar na dinâmica também foi verificado se os regenerantes possuíam sinais de fogo e rebrotamento recente. O rebroto foi avaliado através de uma escavação de até 5 cm na base do caule das plântulas.

Para analisar a distribuição dos regenerantes em torno dos indivíduos adultos foi feita a plotagem de sua localização relacionada com o diâmetro dos indivíduos, para tanto se utilizou adultos com altura superior a 2,5 m, por se uso do pacote *gstat* e *ggplot2* (Pebesma, 2004) e *sp* (Pebesma e Bivand, 2005) no software R (R Core Team, 2022), também utilizado para as demais análises estatísticas.

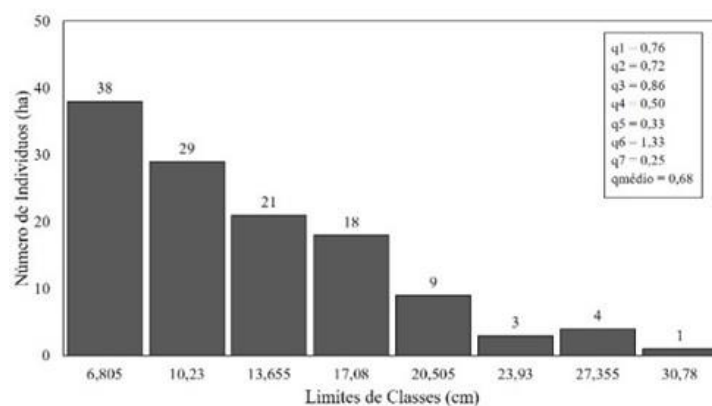


Figura 2. Estrutura horizontal em classes de diâmetro de uma população adulta de *Hancornia speciosa* em uma área de savana amazônica localizada no município de Macapá/AP.

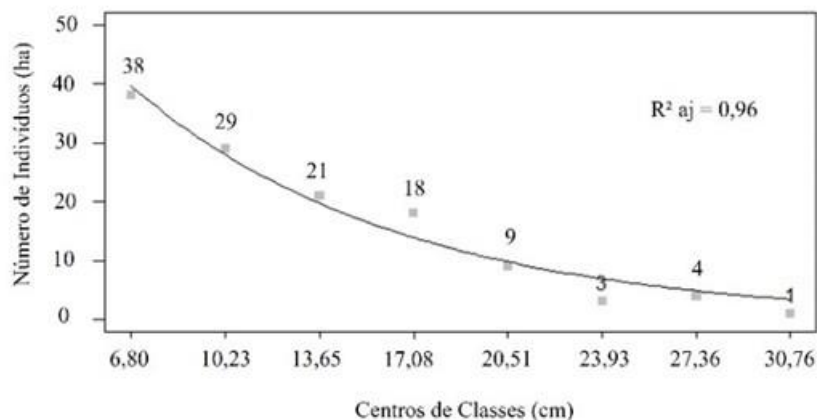


Figura 3. Regressão de frequência de *Hancornia speciosa* por classe de diâmetro. R^2_{aj} representa a porcentagem da variável dependente que é explicada pelo modelo.

Resultados

Estrutura da população adulta

Foram encontrados um total de 123 ind./ha¹ adultos de *Hancornia speciosa*, que apresentaram distribuição espacial agregada, de acordo com o

Índice de Morisita encontrado de 1,10 ($X^2_{\text{calc}}=15,63$, $\alpha=0,05$), que representa uma característica da área de ocorrência sendo está, área de savana arborizada.

A estrutura horizontal apresentou curva exponencial negativa conhecida como “J” invertido (Figura 2), onde estão concentrados os indivíduos com o menor diâmetro (71,54%) nas três primeiras classes, com decréscimo aproximadamente uniforme para o restante da distribuição. O padrão J-invertido indica que a população possui indivíduos jovens para substituir os adultos, em caso de mortalidade, dependendo das ações que a população estudada poderá sofrer.

O quociente q médio encontrado foi de 0,68 (Figura 2), o q_6 foi o único superior a 1,

enquanto os restantes não obtiveram grande variação, indo de 0,25 a 0,86, estes valores relativamente próximos demonstram que a estrutura é irregular equilibrada, com tendência a ser balanceada.

Vale destacar que o quociente demonstra que a população possui um número adequado de indivíduos migrando para as classes maiores, garantindo a estabilidade da estrutura horizontal futura.

O modelo exponencial de regressão demonstrou que a distribuição dos diâmetros segue o J-invertido, em função do seu bom ajuste (Figura 3) com alto valor de R^2 , igual a 0,96.

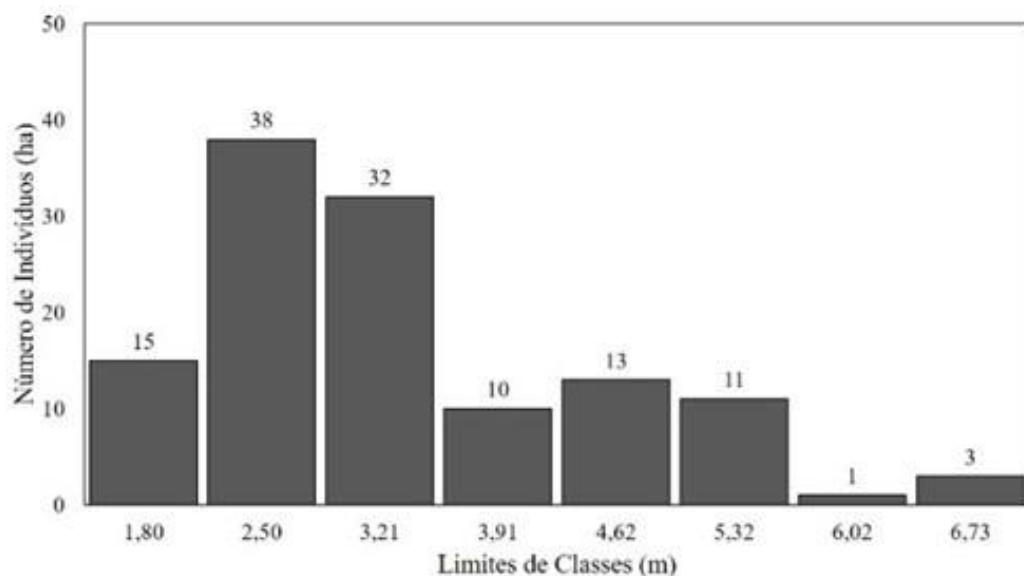


Figura 4. Estrutura vertical em classes de altura de uma população adulta de *Hancornia speciosa* em uma área de savana amazônica localizada no município de Macapá/AP.

Dinâmica da regeneração natural

A densidade de indivíduos *Hancornia speciosa*, amostrados no primeiro ano (2018), foi de 111 ind/ha⁻¹ regenerantes. Em 2019, foram 175 ind/ha⁻¹, 2020 foram 180 ind/ha⁻¹ e no ano de 2021 de avaliação houve a amostragem de 181 ind/ha⁻¹. Embora tenha se observado um aumento de 34,5% em 2019, ao se comparar o primeiro ano de estudo com o último observa-se um aumento 38,12% de

indivíduos regenerantes, não houve diferença na densidade populacional nos anos avaliados (Tabela 1).

As taxas de regeneração natural (TRN) exibiram diferenças significativa ($F = 18,1$, $p=0,001$) entre os anos avaliados, com a taxa de 2018-2019 diferindo das demais taxa calculadas ($p=0,001$). Foi observado para os anos de 2019-2020 e 2020-2021 TRN similares ($p=0,9833$) sem diferenças estatísticas (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade, taxas de regeneração natural, ingresso e mortalidade (%) total de *Hancornia speciosa*, nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021, em uma área da savana amazônica localizada no município de Macapá/AP.

Parâmetro	2018 - 2019	2019 - 2020	2020 - 2021
Regenerantes (ind./ ha ⁻¹)	43 _{ns}	45 _{ns}	45 _{ns}
Taxa de Regeneração Natural (%)	22,38 _a	1,41 _b	0,28 _b
Taxa de Ingresso (%)	65,77 _a	7,43 _b	6,11 _b
Taxa de Mortalidade (%)	8,11 _{ns}	4,57 _{ns}	5,56 _{ns}

ns = não significativo ($p > 0.05$); * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$. Médias na mesma linha e seguida pela mesma letra a ou b, não diferem.

Em relação a distribuição das alturas dos indivíduos, foi encontrado um padrão irregular, porém próximo ao J-invertido, com muita variação no número de indivíduos entre as classes (Figura 4). Fato pode estar relacionado ao evento fogo que ocorreu em duas áreas deste estudo.

A espécie apresentou maior taxa de ingresso (TI), no período de 2018 - 2019 e seguindo o mesmo padrão da TRN foi observado que as TI entre os anos estudados diferiram ($F = 16,65$, $p = 0,001$) com 2018-2019 se diferenciando estatisticamente dos dois períodos subsequentes ($p = 0,001$), entretanto, não houve diferenças entre os anos de 2019-2020 e 2020-2021 ($p = 0,99$).

As taxas de mortalidade (TM) não apresentaram diferenças significativas ($F = 0,82$, $p = 0,53$), mesmo com a diminuição gradativa no decorrer dos anos avaliados, sugerindo que os indivíduos jovens de *H. speciosa*, estão persistindo

na área mesmo frente a distúrbios como o fogo (Tabela 1).

Em todos os anos amostrados foi observado que as três primeiras classes de diâmetro detinham a maior quantidade de indivíduos, com 84,82%; 82,46%; 79,29% e 87,29% para os anos de 2018, 2019, 2020 e 2021, tendendo a seguir a função exponencial negativa, caracterizando a distribuição em “J” invertido (Figura 5).

Todas as classes de diâmetros apresentaram crescimento no número de indivíduos nos anos avaliados, com exceção da 8ª classe que permaneceu com a mesma quantidade de observações do início do estudo.

A distribuição dos diâmetros entre os anos avaliados não apresentou diferenças significativas ($D = 0,375$; $p = 0,62$), logo, o aumento no número de indivíduos não alterou a estrutura da população. Sugerindo considerar que a estrutura horizontal e vertical de *H. speciosa* está estabilizada.

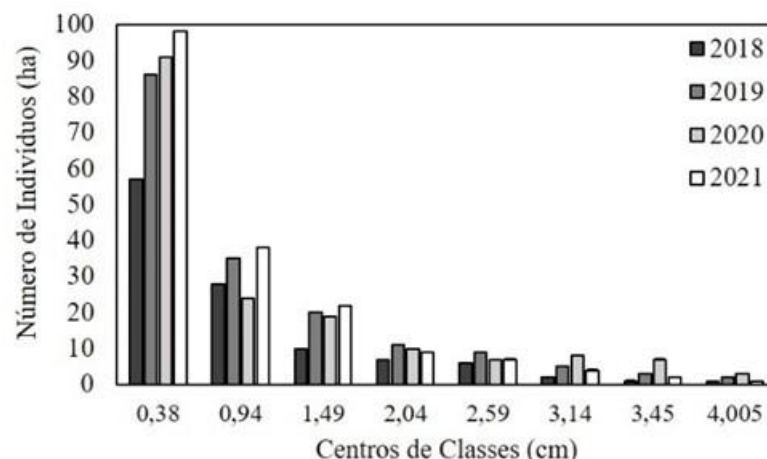


Figura 5. Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos regenerantes de *Hancornia speciosa* em uma área de savana de amazônica localizada no município de Macapá/AP.

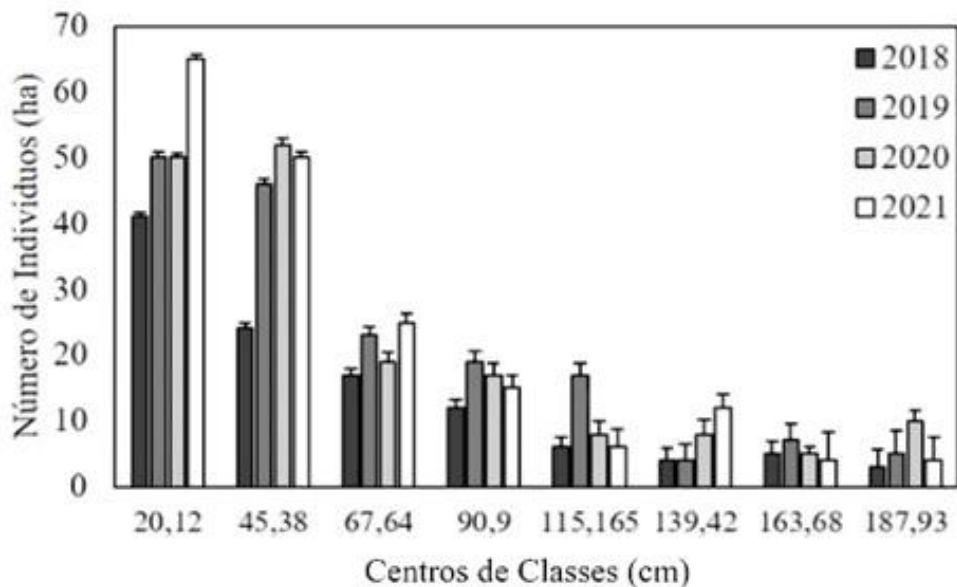


Figura 6. Distribuição em classes de altura dos indivíduos regenerantes de *Hancornia speciosa* em uma área de savana.

A estrutura vertical dos regenerantes mostra equilíbrio em todos os anos, com a maioria das classes apresentando baixas no número de indivíduos de uma classe para outra. Para todos os anos estudados constatou-se que a maioria dos indivíduos regenerantes estavam concentrados nas três primeiras classes de altura, representando mais da metade de todas as amostragens anuais, com 2018 (73,21%), 2019 (69,59%), 2020 (71,60%) e 2021 (77,35%).

As áreas que queimaram são responsáveis por 85% do total de indivíduos em 2018, por 80% (134) no ano seguinte, 39,64% (67) no ano de 2020 e 34,55% (62) no ano de 2021, mesmo após esses episódios de distúrbios de fogo, a população foi pouco afetada podendo-se considerar que a estrutura horizontal e vertical de *H. speciosa* está estável.

Foi identificado que nas áreas onde foram encontradas as maiores quantidades de indivíduos adultos de *H. speciosa* (Áreas 02 e 04), também foi observado maior estabelecimento de regenerantes, revelando uma baixa competição intraespecífica (Figura 7). Considera-se que a dispersão da espécie não ocorre para longas distâncias, onde os regenerantes tendem a permanecer próximos aos indivíduos adultos o que caracteriza a distribuição agregada da espécie.

Assim, se propõe que para *H. speciosa* a dispersão de sementes ocorre em locais relativamente próximos a planta mãe, os indivíduos que se estabelecem possuem alto nível de sobrevivência em consequência de seu grande desenvolvimento subterrâneo e com a ocorrência de queimadas, estes possuem condições de rebrotar.

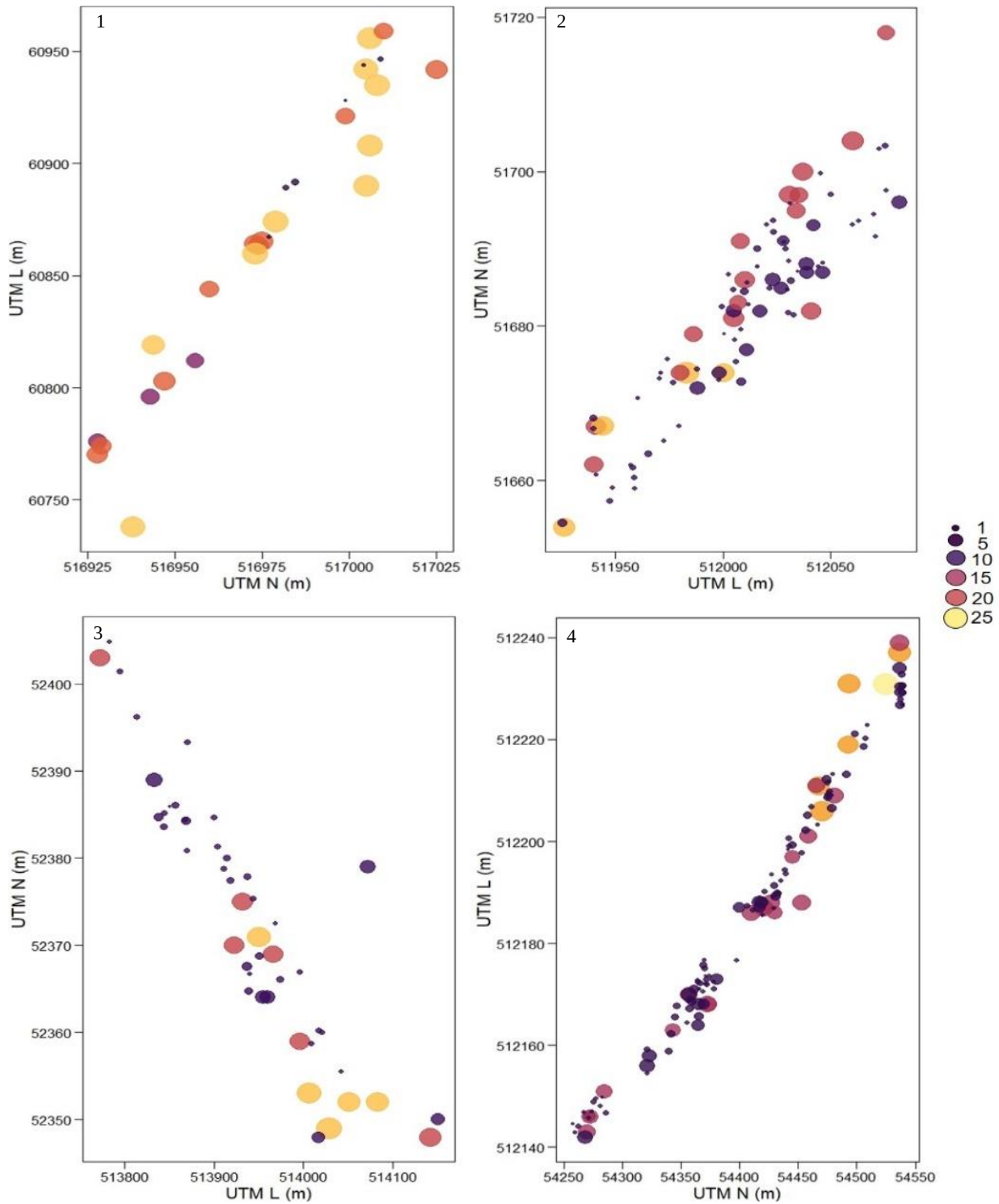


Figura 7. Distribuição espacial dos indivíduos de *Hancornia speciosa* em áreas de savana. O tamanho dos círculos representa o diâmetro dos indivíduos.

Discussão

População adulta

Em outros trabalhos a densidade de indivíduos apresentou variação, como no caso do estudo realizado em três localidades no Maranhão, as densidades estimadas foram de 89, 46 e 112 ind./ha⁻¹ (Silva et al., 2016). Nas áreas de savana onde a espécie *H. speciosa* foi estudada, apresentou 123 ind./ha⁻¹ adultos, muito próximas das densidades encontradas nos municípios do estado Pará com 109 ind./ha⁻¹ (Costa-Coutinho et al., 2021), e maior que no Piauí e Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais com 1 ind./ha⁻¹ e 40 ind./ha⁻¹ (Lima et al., 2020; Marmontel et al., 2014). Outras espécies também apresentaram similaridade, tais como *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) (Coville), em áreas de savana apresentou densidade de 122 e 140 ind./ha⁻¹ (Meira et al., 2016), enquanto *Dalbergia miscolobium* Benth. obteve densidade de 209 ind./ha⁻¹ (Lefebvre e Nascimento, 2016).

Esta espécie arbórea apresenta distribuição restrita na savana arbórea, apresentando um padrão de distribuição espacial agregada dos indivíduos, parecendo ser predominante entre as espécies de mesma fisionomia (Bernasol e Lima-Ribeiro, 2010; Lefebvre e Nascimento, 2016). Para a espécie estudada uma característica relevante é a taxa de nutrientes do solo, pois esta espécie possui alta densidade em locais com baixa fertilidade natural (Silva et al., 2016). *H. speciosa* não necessita de solo fértil, desenvolve-se em solo pobre e ácido, característico das savanas brasileiras (Vieira Neto, 1994; Lira Martins, 2022). Estudo realizado na savana amapaense demonstrou as mesmas características, onde a espécie estudada apresentou distribuição agregada (Costa Neto, 2014).

Este tipo de padrão agregado da mangabeira é propícia ao extrativismo, sendo que a exploração dos frutos ocorre de forma sustentável pelas populações locais (Yokomizo et al., 2017). Particularmente na região de savana amapaense, devido à expansão das fronteiras agrícolas e à intensa atividade agrícola na soja põe em risco a espécie, com a redução de suas áreas de ocorrência natural, onde o padrão de distribuição agregada pode facilitar a perda total dessa espécie nas áreas de ocorrência (Freitas, 2012; Yokomizo et al., 2016; Carvalho e Mustin, 2017).

A atividade antrópica em ambiente de ocorrência natural das populações de mangabeiras,

no Nordeste do Brasil, tem causado erosão genética na espécie e pouco se conhece sobre a estrutura genética das populações dessa espécie (Martins et al., 2012).

Na distribuição diamétrica dos indivíduos adultos em curva de “J” invertido é descrita para várias fitofisionomias de savanas, e indica também o recrutamento dos indivíduos nas classes seguintes para a regeneração da comunidade (Abreu et al., 2012; Oliveira et al., 2018; Lima et al., 2020; Costa-Coutinho et al., 2021). Em estudo realizado com a espécie *H. speciosa* apresentou o mesmo padrão de distribuição (Soares e Nogueira, 2018).

Houve uma assimetria entre as primeiras classes de altura e as subsequentes, isto pode ser resultado de eventos de fogo, causadores de “*Topkill*”, que é a morte do tronco (Hoffmann, 1999), após este fenômeno ocorre a rebrota a partir de estruturas subterrâneas que são protegidas do fogo pelo solo que apresenta baixa condutividade (Vale e Lopes, 2010), gerando diferenças em crescimento de altura entre os indivíduos. Eventos de “*Topkill*” tendem a atingir os juvenis de maneira mais intensa, o que explica o menor número de indivíduos na primeira classe, sendo que Vale e Lopes (2010) e Medeiros e Miranda (2008) relatam que indivíduos com até 1,5 metros são os mais atingidos por esta modalidade de distúrbio.

Além da diferença entre número de indivíduos nas populações de mangaba, estudos tem demonstrado que houve considerável variabilidade nas características morfológicas das plantas, especialmente para a altura, diâmetro do caule entre outras (Silva et al., 2018).

Regeneração natural

A densidade de indivíduos regenerantes de *H. speciosa* apresentou similaridade a estudos realizados em área de savana *stricto sensu* como o trabalho de Silva et al., (2016) apresentou de 178 ind/ha⁻¹, Soares e Nogueira (2018) em seu estudo 139 ind/ha⁻¹. Este padrão população de indivíduos jovens indica um bom potencial de regeneração. Considerando apenas os indivíduos jovens de mangabeira em outras áreas, os estudos de ecologia da população corroboraram, pois demonstram que a maioria da população é de indivíduos jovens, assim indicando alto potencial para o manejo de forma sustentável da espécie.

Houve um decréscimo de indivíduos no primeiro ano avaliado, onde nos três anos subsequentes foi possível observar a estabilidade na densidade de indivíduos. Queimadas frequentes

com intervalos de tempo curto podem resultar no aumento da mortalidade das plantas lenhosas (Medeiros e Miranda, 2005; Miranda e Sato, 2005; Medeiros e Miranda, 2008). Nas savanas as diversas plantas persistem aos eventos frequentes de fogo e respondem rapidamente por meio da rebrota (Souchie et al., 2017).

A resiliência do cerrado frente a esse distúrbio, decorre da capacidade de muitas espécies rebrotarem depois de queimadas, e das taxas de mortalidade serem altas para indivíduos de altura inferior a < 2 m, e baixas para indivíduos maiores (Higgins et al., 2000, Hoffmann e Solbrig 2003). O fato da TRN do primeiro intervalo de tempo ter sido a mais alta (22,38%) é reflexo do aumento no número de indivíduos, e da ausência de fogo nesse período estudado.

O fogo é um importante motor da estrutura e do funcionamento da vegetação de savana (Bowman et al., 2009), mas seus efeitos sobre as plantas dependem de sua estratégia de história de vida (Bellingham e Sparrow, 2000; Lenza et al., 2017). Normalmente, a resposta das espécies lenhosas de savana ao fogo varia de alta resistência (baixa taxa de mortalidade máxima) à alta resiliência (altas taxas de brotação) (Hoffmann et al., 2009; Souchie et al., 2017). Estas estratégias são determinadas pelos traços de cada espécie (Simon et al., 2009). *H. speciosa*, obteve a taxa de mortalidade baixa, persistindo na área estudada mesmo frente aos distúrbios ocasionados pelo fogo.

Essas tendências se encaixam no modelo demográfico “*bottleneck*” (Higgins et al. 2000) que propõe que a estrutura da savana está relacionada com a probabilidade de árvores escaparem das classes de tamanho sensíveis ao fogo. Árvores das savanas somente recrutam indivíduos para a população adulta quando eles escapam da zona de maior influência do fogo (Ribeiro et al., 2012)

Em zonas tropicais, essa é uma característica, as espécies mais abundantes ocorrem em grupos ou com tendência a agrupar-se (Vieira et al., 2012). Os níveis de agregação nas populações de *H. speciosa* refletem de forma provável a dinâmica entre coortes ou estágios de vida, mostrando que as árvores amostradas distribuição agregada, especialmente em classes de menor distância (Lúcio et al., 2022). O padrão agregado pode ser associado à dispersão restrita das sementes, já que a espécie apresenta frutos com dispersão zoocórica, nos quais os animais geralmente defecam e acumulam as sementes em um determinado ponto da população (Dalponte e Lima, 1999). A dispersão de *H. speciosa* pode ser

feita por barocoria, de modo que as sementes são alocadas ao redor da planta-mãe (Lúcio et al., 2022).

Conclusão

Os indivíduos adultos possuem distribuição espacial agregada, estrutura horizontal tipo exponencial negativa, que indica que a concentração de indivíduos se encontra nas classes iniciais, mantendo a estabilidade da população.

Ao longo dos anos avaliados foi possível observar baixa taxa de mortalidade dos indivíduos regenerantes, mostrando o equilíbrio no recrutamento. Indicando um padrão nas estruturas das populações adulta e regenerante de *H. speciosa*, semelhantes aos encontrados em outras áreas de savanas.

Agradecimentos

Ao Projeto “Serviços ambientais em áreas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) nas savanas do Amapá: Armazenamento de carbono e produção de frutos”, Processo No 250.203.046/2017. Fundação de Pesquisa do Amapá – FAPEAP e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo financiamento da pesquisa. O Apoio da Universidade do Estado do Amapá - UEAP e Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA.

Referências

- Abreu, T.A.L., Pinto, J.R.R., Lenza, E., Mews, H.A., Santos, T.R.R., 2012. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em Cerrado sentido restrito na serra do Jaraguá, Goiás, Brasil. *Heringeriana* [online] 6, 42-53. Disponível: <https://doi.org/10.17648/heringeriana.v6i2.29>. Acesso: 02 nov. 2022.
- Almeida, L.M., Bailão, E.F.L.C., Oliveira, P.H., Gonçalves, P.J., Potenciais biotecnológicos do látex de *Hancornia speciosa* Gomes (mangabeira) in: *Produtos Naturais e suas Aplicações*. Editora Científica Digital Ltda, Guarujá – SP, pp. 268-279 Disponível: <http://doi.org/10.37885/210203063>. Acesso: 17 abr. 2023.
- Álvares-Carvalho, S. V., Vieira, T.R.S., Freitas, B.A.L., Souza, E.M.S., Gomes, L.J., Silva-Mann, R., 2022. Biodiversity hotspots for conservation of *Hancornia speciosa* Gomes. *Genetic Resources and Crop Evolution* [online] 69, 2179-2189. Disponível: 2501

- <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01368-9>. Acesso: 03 set. 2022.
- Amaral, D.D., Rocha, A.E.S., Pereira, J.L.G., Costa Neto, S.V., 2019. Identificação dos subtipos de savanas na Amazônia oriental (Pará e Amapá, Brasil) com uma chave dicotômica de individualização. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.* [online] 14, 183-195. Disponível: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v14i2.173>. Acesso: 25 nov. 2022.
- Bellingham, P.J., Sparrow, A.D., 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos* [online] 89, 409–416. Disponível: <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890224.x>. Acesso: 23 out. 2022.
- Bernasol, W.P. Lima-Ribeiro, M.S., 2010. Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudoeste goiano. *Hoehnea* [online] 37, 181-198. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062010000200001>. Acesso: 25 set. 2022.
- Bowman, D.M., Balch, J.K., Artaxo, P., Bond, W.J., Carlson, J.M., Cochrane, M.A., Pyne, S.J., 2009. Fire in the Earth system. *Science* [online] 324, 481-484. Disponível: <https://doi.org/10.1126/science.1163886>. Acesso: 15 dez. 2022.
- Braga, R.S.S., Silva, K.C.A., Lima, N.S., Barbosa, R.F.M., Souza, W.M.A.T., Carnaval, T.K.B.A., Silva, I.S.F., 2021. Contexto econômico dos frutos de *Hancornia speciosa* gomes entre os anos de 1986 a 2019., in: Silva, R.L.D., Silva, J.V.D., Resende, E.A.M.R.D., Fonseca, E.C R., Moreira, C.V.B., Maciel, A. C.D.C., Silva, I.S.D.F. *Produtos florestais não madeireiros: tecnologia, mercado, pesquisas e atualidades*, Editora Científica Digital Ltda, Guarujá - SP, pp.110-123. Disponível: <http://doi.org/10.37885/210504474>. Acesso: 19 abr. 2023.
- Bridgewater, S., Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., 2004. Biogeographic patterns, beta-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation* [online] 13, 2295-2317. Disponível: <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000047903.37608.4c>. Acesso: 13 out. 2022.
- Campos, A.C.S., Jardim, M.A.G., 2020. Composição florística da regeneração de um trecho de savana na Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 13, 2777-2787. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2777-2787>. Acesso: 29 abr. 2023.
- Carvalho, J.S., Silva, F.L.N., Nicolau, E.S., Rambo, M.C.D., Silva, L.F., Rambo, M.K.D., 2022. Composição química do óleo essencial do fruto da Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) do Tocantins. *Research, Society and Development* [online] 11, e40011326738-e40011326738. Disponível: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26738>. Acesso: 16 abr. 2023.
- Carvalho, W.D., Mustin, K., 2017. The highly threatened and little known Amazonian savannahs. *Nature Ecology & Evolution* [online] 1, 1-3. Disponível: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0100>. Acesso: 18 out. 2022.
- Chelala, C., Chelala, C., 2022. Os obstáculos para a produção de grãos na Amazônia – o caso do Estado do Amapá. *Revista de Economia e Sociologia Rural* [online] 60, e249653. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.249653>. Acesso: 02 dez. 2022.
- Coimbra, R.R., de Matos, V.F., Viana, R. H.O., Ferreira, W.M., Lólis, S.F., 2023. Biometria de frutos e sementes e correlação entre variáveis em populações naturais de *Hancornia speciosa*. *Diversitas Journal* [online] 8, 0157-0171. Disponível: <https://doi.org/10.48017/dj.v8i1.2357>. Acesso: 12 abr. 2023.
- Costa Neto, S.V., Rocha, A.E.S., Miranda, I.S., 2017. Flora das savanas do estado do Amapá. In: Bastos, A. M.; Miranda Junior, J. P.; Silva, R. B. L. (Org.). *Conhecimento e manejo sustentável da biodiversidade amapaense*. São Paulo: Blucher. pp. 61-89.
- Costa-Coutinho, J.M., Costa-Neto, S.V., Jardim, M.A.G., 2021. Florística e estrutura do estrato arbóreo em cinco savanas no estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 14, 215-228. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.1.p215-228>. Acesso: 17 out. 2022.
- Costa-Coutinho, J.M., Jardim, M.A.G., Castro, A.A.J.F., Viana Júnior, A.B., 2019. Conexões biogeográficas de savanas brasileiras: partição da diversidade marginal e disjunta e conservação do trópico ecotonal setentrional em um hotspot de biodiversidade. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 12, 2406-2427. Disponível: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2407-2427>. Acesso: 26 ago. 2022.

- Costa-Neto, S. V., 2014. Fitofisionomia e florística de savanas do Amapá. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, Belém.
- D’Abadia, P.L., 2021. Tratamentos alternativos para a cicatrização de feridas: potencial regenerativo e atividade enzimática da fração soro do látex de *Hancornia speciosa* Gomes (Doutorado em Recursos naturais do Cerrado). Anápolis-GO. Universidade Estadual de Goiás.
- Dalponete, J.C., Lima, E.S., 1999 Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora - Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* [online] 22, 325-332. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0100-84041999000500015>. Acesso 15 dez. 2022.
- De Liocourt, F.D., 1898. De l’amenagement des sapinières. *Société Forestière de Franche-Comté et Belfort*, Boletim trimestral 4, 396-409.
- Dias, A.O., Melo Neto, P.R., Magalhães, A.P., Costa Neto, S.V., Miranda, Z.P., 2021. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e aspectos morfológicos da germinação e plântula de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) nativa da savana amapaense. *Research, Society and Development*, [online] 10, e193101321176-e193101321176. Disponível: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.1321176>. Acesso: 20 abr. 2023.
- Ferreira, R.Q.S., Camargo, M.O., Teixeira, P.R., Souza, P.B., Viana, R.H.O., 2016. Uso potencial e síndromes de dispersão das espécies de três áreas de cerrado sensu stricto, Tocantins. *Global Science and Technology*, 9, 73-86.
- Freitas, M.K.C., Coimbra, R.R., Aguiar, G.B., Aguiar, C.B.N., Chagas, D.B., Ferreira, W.M., Oliveira, R.J., 2012. Variabilidade fenotípica e caracterização morfológica de uma população natural de *Hancornia speciosa* Gomes. *Bioscience Journal* 28, 833-841.
- Hett, J.M., Loucks, O.L., 1976. Age structure models of balsam fir and eastern hemlock. *Journal of Ecology* [online] 64, 1029-1044. Disponível: <https://doi.org/10.2307/2258822>. Acesso: 11 nov. 2022.
- Higgins, S.I., Bond, W.J., Trollope, W.S.W., 2000. Fire, resprouting and variability, a recipe for grass-tree coexistence in savanna. *Journal of Ecology* [online] 88, 213-229. Disponível: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00435.x>. Acesso: 24 out. 2022
- Hoffmann, W.A., 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. *Ecology* [online] 80, 1354-1369. Disponível: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[1354:FAPDOW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[1354:FAPDOW]2.0.CO;2). Acesso: 11 out. 2022.
- Hoffmann, W.A., Adasme, R., Haridasan, M., Carvalho, M.T., Geiger, E.L., Pereira, M.A.B., Gotsch, S.G., Franco, A.C., 2009. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil. *Ecology* [online] 90, 1326-1337. Disponível: <https://doi.org/10.1890/08-0741.1>. Acesso: 05 jan. 2023.
- Hoffmann, W.A., Solbrig, O.T., 2003. The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. *Forest Ecology and Management* [online] 180, 273-286. Disponível: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00566-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00566-2). Acesso: 09 dez. 2022.
- Jardim, F.C.S., 2015. Natural regeneration in tropical forests. *Revista de Ciências Agrárias* [online] 58, 105-113. Disponível: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1676>. Acesso: 05 ago. 2022.
- Lameira, A.M.T., Canto, O., Lima, A.P., Farias, A., 2017. Conflito socioambiental no cerrado: a monocultura da soja nos municípios de Itaúbal e Macapá, Amapá. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará* [online] 04, 19-35. Disponível: <http://dx.doi.org/10.17648/ihgp.v4i01.78>. Acesso: 07 dez. 2022.
- Lenza, E., Abadia, A.C., Menegat, H., Lúcio, N.W., Maracahipes-Santos, L., Mews, H.A., Santos, J.S., Martins, J., 2017. Does fire determine distinct floristic composition of two Cerrado savanna communities on different substrates?. *Acta Botanica Brasilica* [online] 31, 250-259. Disponível: <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0198>. Acesso: 22 dez. 2022.
- Levebvre, I.M.D., Nascimento, A.T., 2016. Densidade e aspectos populacionais de *Dalbergia miscolobium* Benth. em um fragmento de cerrado sensu stricto, Uberlândia, Minas Gerais. *Iheringia* 71, 85-92.
- Lima, A.S., Cantalice, A.S., Santos, K.P.P., Castro, A.A.J.F., 2020. Estrutura e diversidade vegetal de uma área de cerrado no Município de Jerumenha-Piauí. *Research, Society and Development* [online] 9, e35491211062-e35491211062. Disponível:

- <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11062>. Acesso: 14 out. 2022.
- Lima, I.L.P., Scariot, A., Giroldo, A.B., 2013. Sustainable harvest of mangaba (*Hancornia speciosa*) fruits in northern Minas Gerais, Brasil. *Economic Botany* [online] 67, 234-243. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s12231-013-9244-5>. Acesso: 28 out. 2022.
- Lira-Martins, D., Nascimento, D.L., Abrahão, A., Costa, P.B., D'Angioli, A.M., Valézio, E., Rowland, L., Oliveira, R.S., 2022. Soil properties and geomorphic processes influence vegetation composition, structure, and function in the Cerrado Domain. *Plant and Soil* [online] 476, 549-588. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05517-y>. Acesso: 26 nov. 2022.
- Lúcio, D.M., Fajardo, C.G., Silva, R.A.R., Chagas, K.P.T., Vieira, F.A., 2022. Spatial Pattern And Allometry Of A Key Tree For The Agroindustry Sector: *Hancornia speciosa* Gomes. *FLORESTA* [online] 52, 277-283. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v52i2.76810>. Acesso: 12 dez. 2022.
- Marmontel, C.V.F., Delgado, L.G.M., SANTOS, L.J., 2014. Fitossociologia e composição da vegetação arbórea no cerrado stricto sensu-Vale do Jequitinhonha. *Scientia Agraria Paranaensis* [online] 13, 108-116. Disponível: <https://doi.org/10.18188/sap.v13i2.6487>. Acesso: 18 nov. 2022.
- Martins, G.V., Martins, L.S.S., Veasey, E.A., Lederman, I.E., Silva, E.F., 2012. Diversity and genetic structure in natural populations of *Hancornia speciosa* var. *speciosa* Gomes in Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura* [online] 34, 1143-115. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000400023>. Acesso: 07 jan. 2023.
- Medeiros, M.B., Miranda, H.S., 2005. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Acta Bot. Bras.* [online] 19, 493-500. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300009>. Acesso: 03 out. 2022.
- Medeiros, M.B., Miranda, H.S., 2008. Post-Fire Resprouting And Mortality In Cerrado Woody Plant Species Over A Three-Year Period. *Edinburgh Journal of Botany* [online] 65, 53-68. Disponível: <https://doi.org/10.1017/S0960428608004708>. Acesso: 01 dez. 2022.
- Meira, M.R., Cabacinha, C.D., Gama, A.T., Martins, E.R., Figueiredo, L.S., 2016. Caracterização estrutural do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) no cerrado do norte de Minas Gerais. *Ciência Florestal* [online] 26, 627-638. Disponível: <https://doi.org/10.5902/1980509822762>. Acesso: 22 dez. 2022.
- Miranda, H.S., Sato, M.N., 2005. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: Scariot A, Sousa-Silva JC, Felfili J. (eds.) *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília, MMA. pp. 93-105.
- Mory, A.M., Jardim, F.C.S., 2001. Comportamento de *Goupia glabra* Aubl. (Cupiúba) em diferentes níveis de desbaste por anelamento em florestas naturais. *Revista de Ciências Agrárias* 36, 55-66.
- Moura, D.M.O., Gomes, L.J., Fernandes, M.M., 2022. Desmatamento e valoração ambiental da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no estado de Sergipe, Brasil. *Revista de Ciências Agroveterinárias* [online] 21, 47-55. Disponível: <https://doi.org/10.5965/223811712112022047>. Acesso: 12 abr. 2023.
- Nunes, V.V., Silva-Mann, R., Souza, J.L., Calazans, C.C., 2021. Geno-phenotypic diversity in a natural population of *Hancornia speciosa* Gomes: implications for conservation and improvement. *Genetic Resources and Crop Evolution* [online] 68, 2869-2882. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01160-1>. Acesso: 15 abr. 2023.
- Nunes, V.V., Silva-Mann, R., Souza, J.L., Calazans, C.C., 2022. Pharmaceutical, food potential, and molecular data of *Hancornia speciosa* Gomes: a systematic review. *Genetic Resources and Crop Evolution* [online] 69, 525-543. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01319-w>. Acesso: 20 abr. 2023.
- Oliveira, D.M., Vieira, T.R.S., Gomes, L.J., 2021. Cadeia produtiva de produtos florestais não madeireiros: o caso da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em Sergipe, Brasil. *Conjecturas* [online] 21, 1-22. Disponível: <http://doi.org/10.53660/CONJ-219-710>. Acesso: 20 abr. 2023.
- Oliveira, L.M., Santos, A.F., Tavares, M.E.F., Ganassoli, E., Giongo, M., 2018. Flora, estrutura diamétrica, hipsométrica e grupos ecológicos de um fragmento de Cerrado do Cariri, Tocantins. *Vértices* [online] 20, 18-28. Disponível: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=625765748005>. Acesso: 17 dez. 2022.

- Pebesma, E. J., Bivand, R. S., 2005. Classes and methods for spatial data in R. *R News* 5, 9-13.
- Pebesma, E.J., 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences* [online] 30, 683-691. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2004.03.012>. Acesso: 28 nov. 2022.
- Pegorin, G.S., Leite, M.N., Antoniassi, M., Chagas, A.L.D., Santana, L.A., Garms, B.C., Marcelino, M.Y., Herculano, R.D., Frade, M.A.C., 2021. Physico-chemical characterization and tissue healing changes by *Hancornia speciosa* Gomes latex biomembrane. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* [online] 109, 938-948. Disponível: <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34758>. Acesso: 12 abr. 2023.
- Prance, G.T. 1996. Biodiversity and economic botany. *Interdisciplinary Research on the Conservation and Sustainable use of the Amazonian Rain Forest and its Information Requirements. The European Commission/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*. Brasília: Brasil, 188-207.
- R Core Team., 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing, version 4.2.2 R. Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria.
- Ratter, J.A., Bridgewater, S., Ribeiro, J.F., 2003. Analysis of floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh journal of botany* [online] 60, 57-109. Disponível: <https://doi.org/10.1017/S0960428603000064>. Acesso: 22 set. 2022.
- Ribeiro, M.N., Sanchez, M., Pedroni, F., Peixoto, K.S., 2012 Fogo e dinâmica da comunidade lenhosa em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, Mato Grosso. *Acta Botanica Brasilica* [online] 26, 203-217. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100020>. Acesso: 18 nov. 2022.
- Silva, L.P.V., Rocha, A.E., Araujo, J.R.G., Reis, R.M., Muniz, F.H., Mesquita, M.L.R., 2016. Vegetation structure of naturally occurring areas of mangaba *Hancornia speciosa* Gomes in the mid-north region of Brazil. *African Journal of Agricultural Research* [online] 11, 2937-2946. Disponível: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11173>. Acesso: 16 ago. 2022.
- Silva, R.S., Rocha, A.E., Carvalho, M.J.N., Reis, M., Costa, M.C.C.A., 2018. Levantamento da estrutura da vegetação de “*Hancornia Speciosa*” Gomes no projeto de assentamento Rio Pirangi, Morros-MA. *Cadernos de Agroecologia* 3, 60
- Simon, M.F., Grether, R., Queiroz, L.P., Skema, C., Pennington, R.T., Hughes, C. E., 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *PNAS* [online] 106, 20359-20367. Disponível: <https://doi.org/10.1073/pnas.0903410106>. Acesso: 17 dez. 2022.
- Soares, T.F.S.N., Nogueira, J.L.R., 2018. Population Structure of *Hancornia speciosa* Gomes along the Mangabeira Trail in Sergipe, Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International* [online] 26, 1-9. Disponível: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/43689>. Acesso: 11 set. 2022.
- Souchie, F.F., Pinto, J.R.R., Lenza, E., Gomes, L., Maracahipes-Santos, L., Silvério, D.V., 2017. Post-fire resprouting strategies of woody vegetation in the Brazilian savanna. *Acta Bot. Bras.* [online] 31, 260-266. Disponível: <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0376>. Acesso: 07 dez. 2022.
- Sturges, H., 1926. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association* 21, 65-66.
- Vale, V.S., Lopes, S.F., 2010. Efeitos do fogo na estrutura populacional de quatro espécies de plantas do cerrado. *Revista Nordestina de Biologia* 19, 45-53.
- Vieira Neto, R.D, 1994. Cultura da mangabeira. Aracaju. Circular Técnica n.2. EMBRAPA/CPATC. Disponível: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/356171/1/cpatcdocumentos2culturada_mangabeirafl13120a.pdf. Acesso: 26 set. 2022.
- Vieira, D.S., Gama, J.R. V., Andrade, D.F.C., 2014. Estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Pouteria cladantha* Sandwith em uma floresta sob regime de manejo sustentável, Pará. *Biota Amazônia* [online] 4, 42-47. Disponível: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n3p42-47>. Acesso: 10 dez. 2022.
- Vieira, F.A., Fajardo, C.G., Carvalho, D., Reis, C.A.F., Souza, A.M., 2012. Fine-scale genetic dynamics of a dominant neotropical tree in the threatened Brazilian Atlantic Rainforest. *Tree Genetics & Genomes*, [online] 8, 1191-1201.

- Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11295-012-0506-7>. Acesso: 23 set. 2022.
- Yokomizo, G.K.I., Costa, L.N., 2016. O uso do cerrado amapaense e os recursos vegetais. *Desenvolvimento Regional em Debate* [online] 6, 164-177. Disponível: <https://doi.org/10.24302/drd.v6i3.1122>. Acesso: 25 nov. 2022
- Yokomizo, G.K.I., Santos, I.C., Freitas, A.C., 2017. Comparação de características produtivas entre progênies de meios irmãos de mangabeiras de populações do Amapá e da Paraíba. *Revista Agro@mbiente* [online] 11, 63-70. Disponível: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i1.3356>. Acesso: 13 dez. 2022.
- Zee., 2008. Zoneamento Econômico Ecológico. Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE. Macapá: GEA/IEPA. pp. 140
- Zimmermann, A.P.L., Hofiço, N.A.S., Fleig, F.D., 2017. Regeneração natural de espécies comerciais em uma área antropizada na floresta estacional decidual, RS. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* [online] 6, 1-14. Disponível: <https://doi.org/10.47209/2317-5729>. Acesso: 02 out. 2022.