

Estrutura diamétrica da comunidade de plantas na floresta de terra firme na Flona de Caxiuanã, Pará, Brasil

Carlos Alberto Lira dos Santos Neto¹; Leandro Valle Ferreira² & Mário Augusto Gonçalves Jardim³

1. Biólogo. Mestre em Biodiversidade e Evolução (PPGBE). Museu Paraense Emílio Goeldi. Av. Magalhães Barata, nº 376, Nazaré, 66040170, Belém, Pará, Brasil. carloslirasn@gmail.com

2. Biólogo. Doutor em Ciências Biológicas. Pesquisador Titular II da Coordenação de Botânica Museu Paraense Emílio Goeldi. Av. Magalhães Barata, nº 376, Nazaré, 66040170, Belém, Pará, Brasil. jardim@museu-goeldi.br

3. Engenheiro Florestal. Doutor em Ciências Biológicas. Pesquisador Titular III da Coordenação de Botânica Museu Paraense Emílio Goeldi. Av. Magalhães Barata, nº 376, Nazaré, 66040170, Belém, Pará, Brasil. jardim@museu-goeldi.br

Artigo recebido em 30/06/2023 e aceito em 12/12/2023

RESUMO

A floresta amazônica é a maior floresta tropical do mundo e sua organização e manutenção da diversidade podem ser analisadas a partir da estrutura de suas comunidades e populações, ajudando a identificar alguns padrões para as diferentes formações vegetais. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a distribuição diamétrica da comunidade arbórea em um trecho da floresta de terra firme na Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã. Foram instaladas seis parcelas de 1 hectare (100m x 100m) divididas em 25 subparcelas de 20 m x 20 m onde foram identificadas todas as espécies arbóreas com $DAP \geq 10$ cm e caracterizadas em nível de família, gênero e espécie. O estudo diamétrico foi realizado para toda comunidade em geral e para as espécies que obtiveram o número de indivíduos ≥ 100 , utilizando as classes CI (10-20cm), CII (20,1-30), CIII (30,1-40), CIV (40,1-50), CV (50,1-60) e CVI ($\geq 60,1$) e analisadas por meio do quociente “q” De Liocourt. Na comunidade foram registrados 2.903 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas com curva de distribuição diamétrica em J-invertido. As populações de *Eschweilera coriacea*, *Lecythis idatimon*, *Licania octandra*, *Licania membranacea* e *Rinorea guianensis* seguiram o padrão típico de distribuição diamétrica em J-invertido, sendo representativas para o total da comunidade. A estrutura diamétrica da Floresta Nacional de Caxiuanã apresentou comportamento de j-invertido.

Palavras-chave: Espécies amazônicas; quociente De Liocourt; incremento.

Diametric structure of the community of plants in the terra firme forest of flona of caxiuanã, Pará, Brazil

ABSTRACT

The terra firme forests in the Amazon are characterized by a high diversity of tree species with a low number of individuals, which arouses scientific interest due to ecological, environmental and business standards and processes regarding the timber potential. This research aimed to analyze the diametric distribution of the tree community in a stretch of terra firme forest in the National Forest (FLONA) of Caxiuanã. Six plots of 1 hectare (100m x 100m) were installed divided into 25 subplots of 20 m x 20 m where all tree species with $DBH \geq 10$ cm were identified and characterized at the level of family, genus and species. The diametric study was performed for the entire community in general and for the species that obtained the number of individuals ≥ 100 , using classes CI (10-20cm), CII (20.1-30), CIII (30.1-40), CIV (40.1-50), CV (50.1-60) and CVI (≥ 60.1) and analyzed using the De Liocourt “q” quotient. In the community, 2,903 individuals distributed in all diameter classes were recorded and it behaved as expected for tropical forests, with an inverted J-diametric distribution curve. The populations of *Eschweilera coriacea*, *Lecythis idatimon*, *Licania octandra*, *Licania membranacea* and *Rinorea guianensis* followed the typical pattern of inverted-J diametric distribution, being representative for the total community. The diameter structure of the Caxiuanã National Forest showed j-inverted behavior.

Keywords: Amazonian species; de Liocourt Quotient; increment.

Introdução

A avaliação da estrutura diamétrica é caracterizada pela distribuição do número de árvores por hectare (N/ha) e suas respectivas classes com base no diâmetro da altura do peito (DAP). A distribuição diamétrica de uma comunidade florestal permite inferir a dinâmica do crescimento, o estado da floresta e a interação entre as árvores (Santos Neto et al., 2023). Serve de subsídio para inferências sobre o passado, o futuro, o ingresso, a mortalidade e o histórico de desenvolvimento das espécies para contribuir na mensuração da intensidade de perturbações na comunidade florestal (Abreu et al., 2014).

A análise dessa distribuição é uma ferramenta para avaliar a comunidade florestal, estimar a estrutura e as taxas de crescimento das espécies para o manejo florestal (Lima et al., 2018a; Santos et al., 2018b). A distribuição diamétrica através da análise horizontal da floresta permite caracterizar tipologias florestais, grau e intensidade de regeneração natural fornecendo informações sobre o estoque da floresta (Brito et al., 2021). O conhecimento da composição, da riqueza, da diversidade de espécies e da estrutura em florestas tropicais é primordial no planejamento e no estabelecimento de sistemas de manejo com produção sustentável e para a condução balanceada da floresta (Maestri et al., 2023). O conhecimento da abundância, distribuição diamétrica, padrão espacial e potencial financeiro são fundamentais para o manejo florestal sustentável, tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico (Vieira et al., 2022).

A distribuição diamétrica de uma população compreende a distribuição dos indivíduos em função de suas dimensões relacionadas com uma unidade de área, geralmente em classes de tamanho, possibilitando a estimativa do número de árvores por hectare em cada classe existente (Santos et al., 2023).

A modelagem da distribuição diamétrica em florestas naturais é uma ferramenta importante para compreender a dinâmica de espécies nativas lenhosas, auxiliando na tomada de decisão para o manejo e a recuperação de áreas degradadas (Ferreira et al., 2023). Os estudos sobre o comportamento das espécies, principalmente em relação ao diâmetro é influenciado pela colheita de madeira para dar suporte à sustentabilidade das atividades florestais, em especial, no intuito de definir corretamente seu ciclo de corte (Cruz et al., 2021).

As formações florestais cuja distribuição diamétrica na forma exponencial negativa se assemelham a J-invertido é consequência da maior

frequência de indivíduos nas menores classes de diâmetros. A forma J-invertido em nível de espécies, pode diferir de acordo com o comportamento ecofisiológico e as mudanças ocorridas ao longo do tempo, o que torna a avaliação da dinâmica da distribuição diamétrica um instrumento para gerar conhecimento sobre a estrutura de uma floresta. As estruturas diamétricas são descritas por uma série de funções de densidade probabilística (FDPs) para obtenção probabilística de árvores estarem distribuídas em um determinado intervalo de diâmetro (Vieira et al., 2021). O manejo florestal racional necessita das informações sobre o crescimento florestal e as mudanças da estrutura ao longo do tempo com base na prognose da distribuição diamétrica para proporcionar intervenções na floresta que assegurem a sustentabilidade econômica e ecológica (Gomes et al., 2022).

Os estudos de distribuição diamétrica em florestas de terra firme tem seguido o padrão de J-invertido como demonstrado por Toke et al. (2021) em 1ha na floresta Una Community forest, Republica Democrática do Congo com a classe de 10-20cm obtendo cerca de 144 indivíduos; Ruiz e Saab (2020) em 0,6 ha em Córdoba, Colômbia com a classe ≤ 5 cm com 800 indivíduos; Mbobda et al. (2018) em 250 ha na reserva Dja Wildlife, Camarões cuja classe de 20-30cm obteve 100 indivíduos e Ige et al. (2013) em 1,45 ha na Onigambari Forest Reserve, Nigéria mostraram que a classe de 10-20cm agrupou 200 indivíduos.

Na região amazônica, algumas pesquisas com distribuição diamétrica mostraram que o padrão J-invertido foi comum em florestas de terra firme, conforme registrado por Oliveira & Gomes (2020) em 200 ha no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental (PA) com a classe de 5-15cm concentrando cerca de 700 indivíduos; Oliveira et al. (2019) em 18 ha na Área de Manejo Florestal (AMF) da Fazenda Rio Capim (PA) cuja classe de 10-15cm obteve 120 indivíduos; Lima et al. (2018b) em 50 ha na Floresta Nacional do Tapajós (PA) relataram que a distribuição diamétrica para *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. registrou 3 indivíduos na classe 12,7-76,2cm e Reis et al. (2016a) em 11 ha de uma área florestal no município de Moju (PA) ao avaliarem a distribuição diamétrica em oito espécies de Lecythydaceae mostraram a dominância de 310 indivíduos na classe 5-15cm. Segundo os autores, a primeira classe 5-15cm abrange o maior número de indivíduos da comunidade florestal.

No estado do Pará, especificamente na Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã, estudos sobre a estrutura diamétrica também revelou o

padrão de J-invertido como descrito por Maciel et al. (2000) em 51 ha cuja classe 35-45cm foi mais abundante com 5.520 indivíduos e Sousa et al. (2014) em 4 ha, em uma população manejada de castanheira (*Bertholletia excelsa*) onde a classe ≥ 10 cm apresentou 21. De acordo com Silva e Souza (2016) as maiores concentrações de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro caracterizam uma comunidade estoque, o que é padrão em florestas tropicais estáveis com idade e composição de espécies variadas. A problematização do assunto em questão, ou seja, a estrutura da floresta utilizando as classes diamétricas é que devido a diversidade florística nas florestas tropicais, muitos estudos se concentram na análise da estrutura vertical (p.ex. altura), desconsiderando as variações diamétricas entre e dentro de populações. Esta ausência analítica, dificulta compreender os estágios sucessionais e de biomassa, prejudicando a visibilidade de indicadores para o manejo das espécies. Com base na problemática descrita é que esta pesquisa objetivou avaliar a estrutura diamétrica da comunidade arbórea, a fim de auxiliar no manejo e conservação na Amazônia. A hipótese é que a comunidade arbórea e as espécies representativas em número de indivíduos possuem distribuição na forma de J invertido.

Material e métodos

A pesquisa foi realizada na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), pertencente ao Museu Paraense Emílio Goeldi compreende uma área de 33 mil hectares, inserida na Floresta Nacional de Caxiuanã, nas coordenadas latitude: 01°42'30" S e longitude: 51°31'45" W, acerca de 400km da capital Belém (Lisboa et al., 1997). Está localizada no município de Melgaço, na mesorregião do Marajó, estado do Pará (Maciel-Silva et al., 2019). A ECFPn apresenta formações vegetais típicas do bioma Amazônia, como a floresta ombrófila densa de terras baixas (floresta de terra firme). A floresta densa de terra firme domina maior parte da Flona, ocupando aproximadamente 85% da área e cresce em latossolos profundos oligotróficos argilosos arenosos (Fernandes et al., 2020). O clima da região é tropical quente úmido tipo "Am", de acordo com a classificação de Köppen (Marengo et al., 2011). A temperatura máxima é de 32,7°C e mínima de 23°C, com a média anual cerca de 26,7°C (Junior et al., 2013).

Para análise da estrutura diamétrica foram selecionadas seis parcelas de 1 hectare (100 m x 100m) subdivididas em 25 subparcelas de 20m x 20m. Em cada subparcela foram identificadas e mensuradas todas as espécies arbóreas com diâmetro a altura do peito ≥ 10 cm. A confirmação dos nomes científicos foi realizada no Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi e pelo site da Flora do Brasil. As famílias foram classificadas de acordo com APG IV (2016). Foram utilizados intervalos de classes baseados na Instrução Normativa Brasileira nº05 de 2006 do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2009) e Carim et al. (2008) adotando-se seis classes: CI (10-20cm), CII (20,1-30), CIII (30,1-40), CIV (40,1-50), CV (50,1-60) e CVI ($\geq 60,1$). A análise diamétrica foi realizada para toda comunidade em geral e somente para as espécies que obtiveram o número de indivíduos ≥ 100 . Os dados foram analisados com auxílio do programa excel e confeccionados histogramas de frequência por intervalos das classes. O quociente "q" de Liocourt foi aplicado para verificação do balanceamento da estrutura horizontal, ou seja, se a transição do número de indivíduos nas classes diâmetros segue um padrão que indique equilíbrio entre si. O quociente foi obtido pela divisão do número de indivíduos de uma classe pelo número de indivíduos da classe imediatamente posterior (De Liocourt, 1898; Felfili & Rezende, 2003).

Resultados e discussão

Na comunidade arbórea foram registrados 2.903 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas. A classe I obteve o maior número de indivíduos (1.707) seguida pela classe II (535) (Figura 1). As duas classes representaram 77% (2.242 indivíduos) do total da comunidade. A distribuição diamétrica comportou-se como o já esperado para florestas tropicais, ou seja, com curva de distribuição diamétrica assemelhando-se a J-invertido. As florestas que não sofrem muitas interferências humanas, apresentam composição vegetal balanceada, mantendo de forma mais clara o formato de "J" invertido, que é comumente encontrado nas florestas com maior número de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro, e decrescendo ao decorrer das últimas classes (Lima et al, 2022).

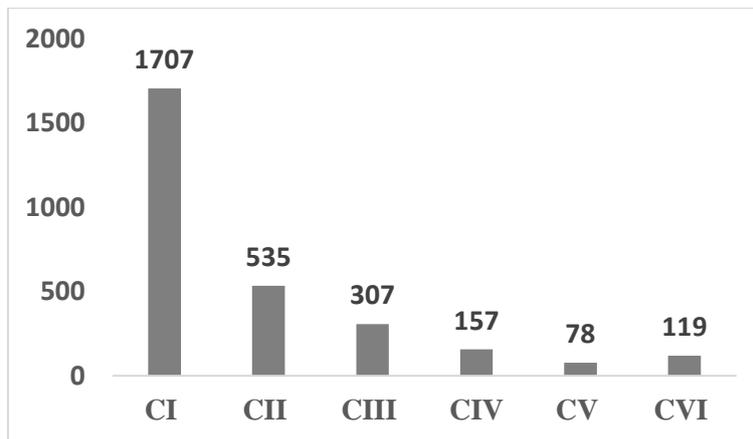


Figura 1. Distribuição diamétrica da comunidade de espécies arbóreas em seis hectares na floresta de terra firme, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. N= 2903.

A estrutura diamétrica da comunidade foi semelhante às pesquisas de Santos et al. (2013) cuja primeira classe (10-19,9 cm) foi a abundante com 28% (58 indivíduos) do total de 206 indivíduos; Bezerra et al. (2018) com a primeira classe (10-19,9 cm) obtendo 63,9% (250 indivíduos) do total de 391; Lima et al. (2018a) com 64,8% (1978 indivíduos) na primeira classe do total de 3050; Santos et al. (2018b) com 56,7% (227 indivíduos) na classe (10-20 cm) do total de 400 e Salomão et al. (2019) com a primeira classe (10-19,9 cm) mais populosa do total de 36.546, afirmando que as florestas de terra firme, seguem o padrão de “J” com maior frequência de indivíduos na primeira classe e diminuindo nas classes subsequentes. Na Floresta Nacional de Caxiuanã,

os estudos de distribuição diamétrica revelaram o padrão de J-invertido conforme Maciel et al. (2000) cuja primeira classe (35-45 cm) foi abundante com 79,9% (5.520 indivíduos) do total de 6.923 e Sousa et al. (2014) em uma população manejada de castanheira (*Bertholletia excelsa*) mostraram que a primeira classe (DAP ≤ 10 cm), representou 17% (21 indivíduos) do total de 121.

Na população de *Eschweilera coriacea* foram registrados 180 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas. A classe I obteve o maior número de indivíduos (100) seguida pela classe II (37) (Figura 2). As duas classes representaram 76% (137 indivíduos) do total da população. A distribuição diamétrica foi de J-invertido.

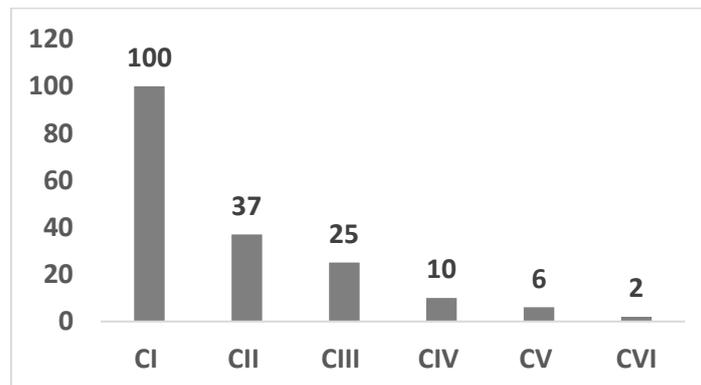


Figura 2. Distribuição diamétrica da população de *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori (Lecythidaceae) em seis hectares na floresta de terra firme, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. N= 180 indivíduos.

Esses resultados sugerem a ausência de problemas na regeneração e alta capacidade de resiliência dessa espécie na floresta (Nascimento et al., 2013). Na estrutura (DAP ≥ 15,0 cm) em florestas de terra firme no município de Paragominas, Pará, Souza et al. (2006) destacaram *Eschweilera coriacea* dentre as espécies de maior importância relativa. Ao comparar a estrutura

populacional, Almeida et al. (2012) efetuaram um inventário (DAP ≥ 10,0 cm) no município de Santarém, na região Oeste do Pará, identificando *E. coriacea* entre as arbóreas de maior importância ecológica. Silva-Ribeiro et al. (2013) ao mensurarem espécies, na mesma região, com DAP ≥ 10,0 cm identificaram *E. coriacea* com densidade absoluta e Amaral et al. (2016) pesquisaram a

estrutura ($DAP \geq 10$ cm) da comunidade arbórea no Parque Ecológico do Guma, Pará, e ressaltaram a espécie com o maior valor de importância da área.

Eschweilera coriacea é encontrada com frequência em florestas de terra firme, devida a alta densidade populacional e regeneração adequada para a manutenção de suas populações (Lopes et al., 2007). É classificada como clímax exigente de luz, já que os menores indivíduos apresentam dificuldade para se desenvolverem em ambientes sombreados, pois são as condições encontradas no estrato inferior da floresta (Almeida et al., 2019). Outra característica atribuída ao sucesso populacional é a alta diversidade e heterogeneidade genética, que proporciona o potencial adaptativo (Heuertz et al., 2020). A espécie com maior índice de valor de importância (IV%) no município de Santa Bárbara (PA) foi *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori (matamatá-branco). A distribuição diamétrica teve maior concentração na classe I (10,0-47,2 cm), apresentando distribuição exponencial negativa (característico de florestas heterogêneas tropicais) (Gomes et al., 2023).

A população de *Lecythis idatimon* registrou 114 indivíduos distribuídos em todas as

classes diamétricas. A classe I obteve o maior número de indivíduos (52) seguida pela classe II (34) (Figura 3). As duas classes representaram 75,4% (86 indivíduos) do total da população. A distribuição diamétrica assemelhou-se ao padrão de J-invertido.

Algumas pesquisas retratam a importância de *Lecythis idatimon* nos ambientes em que habitam, como Souza et al. (2006) ao pesquisarem a estrutura ($DAP \geq 15,0$ cm) em florestas de terra firme no município de Paragominas, Pará, relataram *L. idatimon* dentre as espécies de maior importância relativa; Francez et al. (2007) estudaram a composição ($DAP > 10$ cm) em uma floresta em Paragominas, Pará, destacando-a entre as arbóreas com maior número de indivíduos; Ferreira et al. (2015) analisaram o efeito da topografia e precipitação ($DAP > 10$ cm) na floresta de Caxiuanã, evidenciando *L. idatimon* entre os maiores valores de importância e Amaral et al. (2016) examinaram a estrutura ($DAP \geq 10$ cm) da comunidade arbórea no Parque Ecológico do Guma, Pará, e enfatizaram a espécie entre os maiores valores de importância da área.

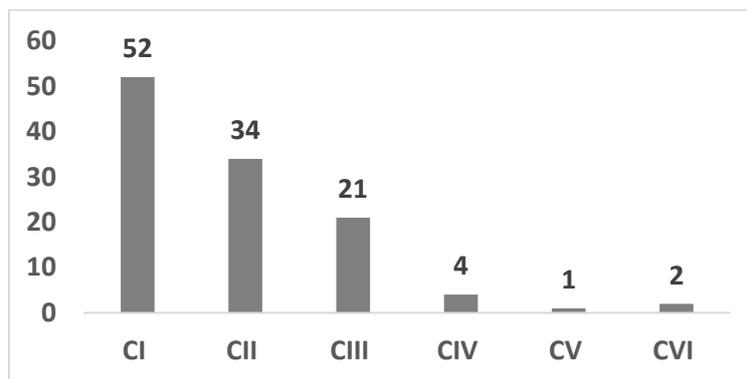


Figura 3. Distribuição diamétrica da população de *Lecythis idatimon* Aubl. (Lecythidaceae) em seis hectares na floresta de terra firme, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. N= 114 indivíduos.

Lecythis idatimon possui desenvolvimento no incremento diamétrico quando a copa dos indivíduos jovens/adultos já estabelecidos é exposta a maior intensidade luminosa, favorecendo seu desenvolvimento em áreas que sofreram algum tipo de intervenção ou corte raso, como abertura de clareiras, beneficiando seu incremento em número e tamanho de indivíduos (Mendes et al., 2013 e Martins et al., 2018). É considerada importante na estrutura da floresta, pois está presente em todas as classes diamétricas, sendo uma das mais abundantes em floresta ombrófila densa (Hirai et al., 2012; Francez et al., 2007 e Souza et al., 2006).

E. coriacea e *L. idatimon* são frequentemente encontradas nas florestas de Terra

Firme da Amazônia, principalmente de áreas em estágios avançados de regeneração ou florestas primárias (Mori, 1990 e Vieira et al., 2003). Possuem representatividade em florestas preservadas da Amazônia (em estágios mais avançados de regeneração), relacionados a fatores como sua especificidade e eficiência na polinização, eficiência no processo de dispersão e germinação das sementes e a capacidade de regeneração/rebrota de seus indivíduos (Cerqueira et al., 2021). Na figura 4, observa-se que a população de *Licania octandra* registrou 127 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas. A classe I obteve o maior número de indivíduos (49) seguida pela classe II (43). Nota-se

diferença de apenas 6 indivíduos entre a primeira e a segunda classe. As duas classes representaram 72,4% (92 indivíduos) do total da população. A

distribuição diamétrica comportou-se como o esperado, assemelhando-se a um J-invertido.

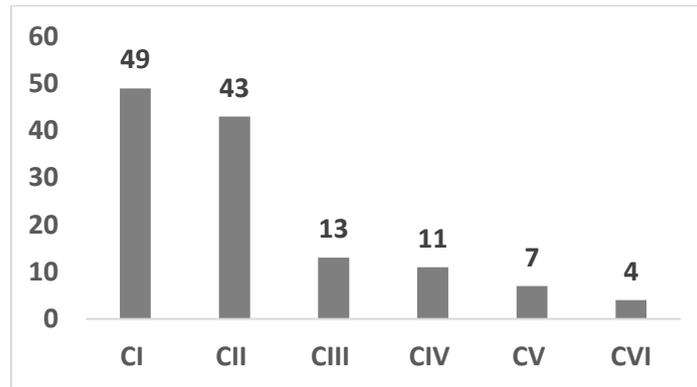


Figura 4. Distribuição diamétrica da população de *Licania octandra* (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) (Chrysobalanaceae) Kuntze em seis hectares na floresta de terra firme, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. N=127 indivíduos.

Nesta pesquisa, *Licania octandra* ocorreu entre as espécies mais populosas, fato esse que difere de outros estudos em florestas de terra firme, como Batista et al. (2015) ao estudarem a estrutura (DAP \geq 40 cm) em uma floresta no Amapá; Lemos et al. (2015) pesquisaram sobre fitossociologia (DAP > 10 cm) na região de Volta Grande, Pará e Teixeira et al. (2014) no qual analisaram os valores descritivos da sucessão natural em uma floresta ombrófila densa, RJ, onde a espécie não foi

registrada entre aquelas com maior número de indivíduos. Na população de *Licania membranacea* foram registrados 132 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas. A classe I obteve o maior número de indivíduos (59) seguida pela classe II (30) (Figura 5). As duas classes representaram 67,4% (89 indivíduos) do total da população. A distribuição diamétrica comportou-se como o já esperado para florestas tropicais em J-invertido.

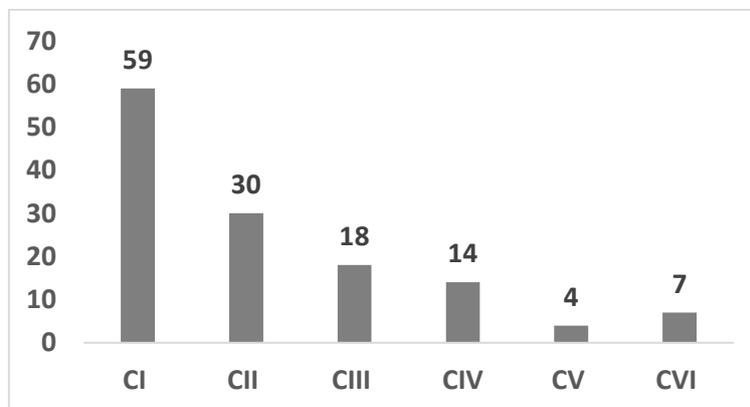


Figura 5. Distribuição diamétrica da população de *Licania membranacea* Sagot ex Laness. (Chrysobalanaceae) em seis hectares na floresta de terra firme, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. N=132 indivíduos.

Licania membranacea se destacou entre as espécies mais populosas, estando de acordo com Miranda (2000) ao estudar a estrutura (DAP \geq 10 cm) de uma região lenhosa em Rondônia; para Piva et al. (2020) entre as dez arbóreas com maior valor de importância e Schmitt et al. (2021) ao avaliarem o efeito da topografia (DAP > 10 cm) na coexistência entre espécies arbóreas. *Licania membranacea* foi representativa em valor de importância na Flona de Caxiuanã (Santos Neto et

al., 2023). Em uma floresta tropical na Guiana Francesa com espécies de *Licania*, Norden et al. (2009) afirmaram que tanto a chegada de sementes quanto as preferências de habitat contribuem para explicar a abundância de espécies lenhosas tropicais e que a quantidade de plântulas depende da maneira específica da chegada de sementes e da heterogeneidade ambiental, mostrando que sua importância é relativa dependendo das relações interespecíficas.

Para *Rinorea guianensis* foram registrados 104 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas. A classe I obteve o maior número de

indivíduos (62) seguida pela classe II (28) (Figura 6).

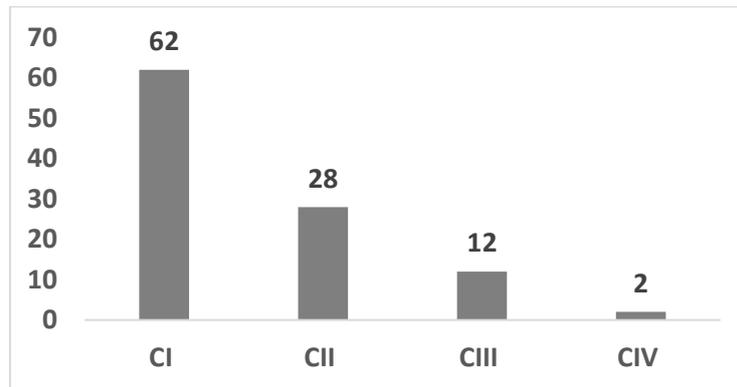


Figura 6. Distribuição diamétrica da população de *Rinorea guianensis* Aubl. (Violaceae) em seis hectares na floresta de terra firme, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. N= 104 indivíduos.

As duas classes representaram 86,5% (90 indivíduos) do total da população. A distribuição diamétrica mostrou-se em padrão de J-invertido. Em florestas de terra firme, *Rinorea guianensis* se sobressaiu com alto grau de importância ecológica. Segundo Souza et al. (2006) ao pesquisarem a estrutura ($DAP \geq 15,0$ cm) em florestas de terra firme no município de Paragominas, Pará, ressaltaram *R. guianensis* entre as espécies de maior importância relativa; Vieira et al. (2014) ao compararem a estrutura ($DAP \geq 6$) entre florestas na comunidade de Santo Antônio, Pará, destacaram entre as espécies mais abundantes; Ferreira et al. (2015) analisaram o efeito da topografia e precipitação ($DAP > 10$ cm) na floresta de Caxiuanã, mostrando a espécie com um dos maiores valores de importância; Hirai et al. (2012) ao analisarem a diferença florística ($2,5 \text{ cm} \leq DAP < 10,0$ cm) entre florestas no município de Paragominas, apontam *R. guianensis* como uma das espécies mais populosas; Ribeiro et al. (2018) examinaram a composição e estrutura no município de Santarem, Pará, revelando a espécie entre as mais importantes e Santos et al. (2018a) estudaram a estrutura, distribuição e dinâmica ($DAP \geq 10$ cm) de *R. guianensis* na Floresta Nacional do Tapajós, revelaram sua elevada taxa de crescimento e atribuíram ao fato da capacidade de aproveitar os recursos naturais distribuídos e a captação de luz, que favorece o crescimento do diâmetro.

Rinorea guianensis é considerada tolerante à sombra, ou seja, nas etapas iniciais de seu desenvolvimento requerem luminosidade ou apresentam alguns sinais de benefício com a abertura do dossel (Hirai et al., 2012). Possui alta

contribuição ecológica, exercendo papéis importantes do ponto de vista da conservação na área, pois os elevados números de indivíduos que dispõem indicam funções chave que podem estar desempenhando nos ecossistemas que ocupam (Oliveira et al., 2019). *Rinorea guianensis* registrou elevado número de indivíduos no sub-bosque de floresta nativa em Paragominas (PA). (Cerqueira et al., 2022).

A garantia da permanência de determinada espécie em uma floresta é função direta do número de indivíduos e da distribuição nas classes de tamanho, baseados no diâmetro ou na altura (Aparício et al., 2014). A abordagem da estrutura diamétrica em nível de espécie é uma alternativa para melhor compreender o comportamento autoecológico e sinecológico da flora, e a partir disso, ter informações que possam levar a balizar tomadas de decisões no âmbito do manejo e da silvicultura em florestas tropicais (Santos et al., 2018b).

As populações de *E. coriacea*, *L. idatimon*, *L. octandra*, *L. membranacea* e *R. guianensis* seguiram o padrão típico de distribuição diamétrica, sendo representativas para o total da comunidade. Essa distribuição, seguiu a tendência natural das florestas inequidâneas, pois o número de árvores em relação às classes de diâmetro decresceu em uma progressão geométrica, conforme a tendência nas florestas tropicais (Souza e Soares, 2013 e Reis et al., 2016b).

Os valores de “q” de Liocourt variaram entre as diferentes classes diamétricas da comunidade e entre espécies indicando tendências diferenciadas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores do quociente “q” de Liocourt da comunidade arbórea e cinco populações quanto à distribuição diamétrica na floresta de terra firme, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil.

| | q1 | q2 | q3 | q4 | q5 | q6 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Comunidade | 0,31 | 0,57 | 0,51 | 0,50 | 1,53 | 0,00 |
| <i>Eschweilera coriacea</i> | 0,37 | 0,68 | 0,40 | 0,60 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Lecythis idatimon</i> | 0,65 | 0,62 | 0,19 | 0,25 | 2,00 | 0,00 |
| <i>Licania octandra</i> | 0,88 | 0,30 | 0,85 | 0,64 | 0,57 | 0,00 |
| <i>Licania membranacea</i> | 0,51 | 0,60 | 0,78 | 0,29 | 1,75 | 0,00 |
| <i>Rinorea guianensis</i> | 0,45 | 0,43 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Os valores de “q” da comunidade, variaram de 0,31 (q1) à 1,53 (q5). *E. coriacea* variou de 0,33 (q5) à 0,68 (q2); *L. idatimon* de 0,19 (q3) à 2 (q5); *L. octandra* de 0,30 (q2) à 0,88 (q1); *L. membranacea* de 0,29 (q4) à 1,75 (q5) e *R. guianensis* de 0,17 (q3) à 0,45 (q1).

Considerando as análises das espécies individualmente, foi observado que a estrutura diamétrica difere relativamente entre algumas espécies. *E. coriacea* e *L. octandra*, por exemplo, apresentaram baixos valores para “q5”, devido aos poucos indivíduos encontrados nessa classe. Já *L. idatimon* e *L. membranacea* apresentaram valores maiores, fato que pode está relacionado à maior concentração de indivíduos, demonstrando ausência de problema de regeneração na área. *L. octandra* apresentou o maior valor em “q1”, seguida por *L. idatimon* e *L. membranacea*, revelando uma alta taxa de recrutamento das espécies. Essas taxas elevadas de recrutamento, é um reflexo da grande concentração de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro (Carvalho e Nascimento, 2009).

E. coriacea apresentou um valor baixo de “q1” (0,37), seguida por *R. guianensis* com 0,45. Tal fato se configura um problema estrutural, visto que essas espécies apresentaram baixo nível de regeneração, implicando em uma dificuldade para permanecerem na vegetação em razão de haver desequilíbrio entre a taxa de recrutamento e mortalidade (Santos et al., 2018b).

A explicação da estrutura diamétrica revelada pelas espécies pode estar associada com um reflexo do próprio comportamento ecológico desses grupos. Esta ideia é reforçada por Santos et al. (2018b), considerando que os indivíduos jovens investem mais energia em altura do que em DAP na tentativa de ser manterem na comunidade, pois é fundamental chegar no dossel onde é mais favorável. Por esse motivo, se ver muitos indivíduos nas classes iniciais, enquanto que são baixos os números daqueles que conseguem chegar à maturidade (classes finais de diâmetro).

Os padrões obtidos pelo quociente “q” nas classes diamétricas, tanto em nível de comunidade

quanto das populações, demonstraram um equilíbrio estrutural. Isso implica facilidade para permanecer na vegetação em razão de haver equilíbrio entre a taxa de recrutamento e mortalidade (Santos et al., 2013).

Os valores de “q”, estão dentro dos esperados para florestas tropicais. No Estado do Amazonas, Braz et al. (2012), encontraram $q = 1,58$ para a comunidade de 26 espécies. Na Floresta Estadual do Amapá, Santos et al. (2013) registraram $q = 1,34$ para *Virola surinamensis*, em floresta de terra firme. No estado do Amapá, Santos et al. (2018b), mostraram $q = 1,70$ para 59 espécies e Maestri et al. (2021) no estado do Pará, obtiveram $q = 1,70$ para *Vouacapoua americana* antes do manejo.

Segundo Santos et al. (2013) o quociente “q” estimado de 1,34 é o mais apropriado, para que os indivíduos estejam dispersos de forma equilibrada na área, ou seja, apresente uma distribuição diamétrica balanceada. A floresta de Caxiuanã, mesmo apresentando alguns valores acima do estimado, mostrou-se desbalanceada, devida as variações encontradas em “q”, demonstrando que se trata de uma comunidade jovem, com vários indivíduos presentes nas primeiras classes diamétricas e poucos nas classes subsequentes.

As pesquisas de Alves-Júnior et al. (2010) e Santos et al. (2018b) avaliaram as distribuições diamétricas de comunidades arbóreas em fragmentos de Florestas de terra firme e constataram que mesmo apresentando a curva na forma de “J” invertido, a vegetação não revelou uma estrutura balanceada dos diâmetros, corroborando com este trabalho.

As variações dos valores de “q” entre as classes diamétricas analisados tanto para a comunidade quanto para as espécies mais populosas, estão associados à processos ecológicos intrínseco de cada espécie no que tange a competição por recursos e pela própria ação natural nas quedas de árvores, na qual possibilita a entrada de mais luz solar no interior da mata, ajudando lentamente no crescimento e no ingresso de novos

indivíduos que vai da menor para as maiores classes de diâmetro. Santos et al. (2018b) corroboram com esta afirmação, explicando que as variações no quociente “q”, entre as classes diamétricas, indicam taxas de recrutamento e mortalidade variáveis, isto é, relacionados com o próprio processo de dinâmica natural da fitocenose em estudo.

As distribuições diamétricas da comunidade arbórea da Floresta de Caxiuanã, mostraram variações dos indivíduos nas classes de diâmetro e no comportamento em “J” invertido. Essas características são frequentemente encontradas em comunidades florestais de terra firme (Santos et al., 2013). A análise De Liocourt é importante, uma vez que contribuirá para realização e estabelecimento de um modelo de funcionamento florestal para as espécies e complementará o conhecimento sobre a estrutura da FLONA de maneira geral (Dalla Lana et al., 2013).

Conclusão

A FLONA de Caxiuanã corresponde aos padrões estruturais de florestas de terra firme, com alta concentração de indivíduos nas primeiras

classes diamétricas e diminuindo nas classes subsequentes, demonstrando que a floresta continua crescendo, evoluindo em busca de atingir seu estoque completo, confirmando a hipótese e o objetivo desta pesquisa onde a comunidade arbórea mostrou comportamento em J invertido, porém, com variações nas classes diamétricas da comunidade e também nas populações.

Agradecimentos

Ao Programa de Ecologia, Avaliação e Monitoramento de Florestas Tropicais (TEAM) financiado pela Fundação Gordon & Betty Moore. Ao Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD/CNPq). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES pelo auxílio 805/2020 (PDPG – Amazônia Legal/Processo N° 88887.510254/2020-00) pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pela concessão de Bolsa de Produtividade em Pesquisa para o segundo autor (Processo 306672/2021-9) e o terceiro autor (Processo 312024/2021-5).

Referências

- Abreu, J.C., Guedes, M.C., Guedes, A.C.L., Batista, E.M., 2014. Estrutura e distribuição espacial de andirobeiras (*Carapa* spp.) em florestas de várzea do estuário amazônico. *Ciência Florestal* 4, 1009-1019.
- Almeida, B.R.S., Lima, B.A., Gama, J.R.V., Silva, A.A., Ribeiro, R.B.S., Cruz, G.S., Costa, D.L., Santos, M.F., 2019. Estrutura populacional de *Eschweilera coriacea* em floresta de várzea no município de Afuá, Pará. *Adv. For. Sci.* 2, 611-615. DOI: 10.34062/afs.v6i2.7194.
- Almeida, L.S., Gama, J.R.V., Oliveira, F.A., Carvalho, J.O.P., Gonçalves, D.C.M., Araujo, G.C., 2012. Fitossociologia e uso múltiplo de espécies arbóreas em floresta manejada, comunidade Santo Antônio, município de Santarém, estado do Pará. *Acta Amazonica* 2, 185-194.
- Alves Júnior, F.T., Ferreira, R.L.C., Silva, J.A.A., Maragon, L.C., Costa Júnior, R.F., Silva, S.O., 2010. Utilização do quociente de De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em Fragmentos de Floresta Ombrófila Aberta em Pernambuco. *Ciência Florestal* 2, 307-319. DOI: 10.5902/198050981854.
- Amaral, D.D., Vieira, I.C.G., Almeida, S.S., 2016. Características ecológicas e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal na Área de endemismo Belém. *R. bras. Bioci.* 4, 225-232.
- Angiosperm Phylogeny Group IV, 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 1, 1-20. DOI: 10.1111 / boj.12385.
- Aparicio, P.S., Sotta, E.D., Guedes, M.C., Aparicio, W.C.D.S., Oliveira, L.P., Souza, R.N., 2014. Níveis de regeneração natural em floresta de terra firme no Amapá Brasil. *Revista Árvore* 4, 699-710. DOI: 10.1590/S0100-67622014000400013.
- Batista, A.P.B., Aparicio, W.C.S., Aparicio, P.S., Santos, V.S., Lima, R.B., Mell, J.M., 2015. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. *Pesq. flor. bras.* 81, 21-33. DOI: 10.4336/2015.pfb.35.81.689.
- Bezerra, T.G., Lima, A.O.S., Araujo, J.T.R., Santos, M.G.S., Neves, R.L.P., Moraes, G.C., Melo, L.O., 2018. Estrutura e dinâmica de uma área manejada na Floresta Nacional do Tapajós. *Agroecossistemas* 2, 94-112. DOI: 10.18542/ragros.v10i2.5131.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem

- adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, nº 26.
- Braz, E.M., Schneider, P.R., Mattos, P.P., Thaines, F., Selle, G.L., Oliveira, M.F., Oliveira, T.C., 2012. Manejo da estrutura diamétrica remanescente de florestas tropicais. *Ciência Florestal* 4, 787-794. DOI: 10.5902/198050987559.
- Brito, A.C., Facundes, A.S., Cordeiro, M.V., Rios, R.M., Pereira, L.A., 2021. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies lenhosas da Amazônia, Brasil. *Enciclopédia Biosfera* 18, 231-241. DOI: 10.18677/EnciBio_2021A17.
- Carim, M.J.V., Jardim, M.A.G., Medeiros, T.D.S., 2008. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. *Scientia Forestalis* 79, 191-201.
- Carvalho, F.A., Nascimento, M.T., 2009. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de floresta atlântica submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). *Revista Árvore* 2, 327-337.
- Cerqueira, R.M., Jardim, M.A.G., Bitencourt, M.M., Martins, M.B., 2022. Fitossociologia do subosque de florestas nativas e PRAD sob influência da mineração, Paragominas, Pará, Brasil. *Nature and Conservation* 15, 1-19. DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2022.002.0001.
- Cerqueira, R.M., Jardim, M.A.G., Silva Junior, L.L.M., Paixão, L.P., Martins, M.B., 2021. Fitossociologia do estrato arbóreo em floresta nativa e em áreas do programa de recuperação de áreas degradadas sob influência da mineração, Paragominas, Pará, Brasil. *Nature and Conservation* 3, 22-41. DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2021.003.0002.
- Cruz, L.L., Nakajima, N.Y., Silva, R.M., Hosokawa, R.T., Jardim, F.C.S., Corte, A.P.D., 2021. Distribuição diamétrica de três espécies de Lecythidaceae após exploração de impacto reduzido na Amazônia Oriental. *Ci. Fl.* 31, 171-190. DOI:10.5902/1980509836011.
- Dalla Lana, M., Brandão, C.F.L.S., Pellico Neto, S., Maragon, L.C., Retslaff, F.A.S., 2013. Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa - Igarassu, PE. *Floresta* 1, 59-68. DOI: 10.5380/uf.v43i1.25252.
- De Liocourt, F., 1898. De l'amenagement des sapinières. *Société Forestière de Franche-Comté et Belfort. Boletim trimestral*, 396-409.
- Felfili, J.M., Rezende, R.P., 2003. Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 64p.
- Fernandes, A.M.M., Ruivo, M.L.P., Costa, A.C.L., 2020. Floristic composition and diversity in terra firme forest under water stress in the Amazon. *Cerne* 4, 403-413. DOI: 10.1590/01047760202026042730.
- Ferreira, F.R.L., Pelissari, A.L., Cysneiros, V.C., Rodrigues, C.K., Moura, L.A., Marques, E.R.G., 2023. Modeling diameter distribution of tree species in a semideciduous forest fragment. *Revista Árvore* 47, e4701. DOI: 10.1590/1806-908820230000001.
- Ferreira, L.S., Cattanio, J.H., Jardim, M.A., 2015. Efeito da topografia e da precipitação na florística e na produção de Liteira em Caxiuanã, Pará. *Revista Árvore* 6, 995-1005. DOI:10.1590/0100-67622015000600002.
- Francez, L.M.B., Carvalho, J.O.P., Jardim, F.C.S., 2007. Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de terra firme na região de Paragominas, Pará. *Acta Amazonica* 2, 219-228.
- Gomes, C.M.M., Paula, M.T., Jesus, E.S., Martins, W.B.R., Terrazas, W.D.M., 2023. Florística, fitossociologia e caracterização sucessionial de um remanescente florestal urbano, Santa Bárbara-PA. *Research, Society and Development* 12, e16012742646. DOI: 10.33448/rsd-v12i7.42646.
- Gomes, M.F., Dias, A.N., Filho, A.F., Retslaff, F.A.S., Lanssanova, L.R., 2022. Estratégias de projeção da estrutura diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. *Ci. Fl.* 32, 902-922. DOI: 10.5902/1980509863311.
- Heuertz, M., Caron, H., Scotti-Saintagne, C., Petronelli, P., Engel, J., Tysklind, N., Miloudi, S., Gaiotto, F.A., Chave, J., Molino, J.F., Sabatier, D., Loureiro, J., Budde, K.B., 2020. The hyperdominant tropical tree *Eschweilera coriacea* (Lecythidaceae) shows higher genetic heterogeneity than sympatric *Eschweilera* species in French Guiana. *Plant Ecology and Evolution* 1, 67-81. DOI: 10.5091/plecevo.2020.1565.
- Hirai, E.H., Carvalho, C.J.R., Silva, J.N.M., Carvalho, J.O.P., Queiroz, W.T., 2012. Efeito da exploração florestal de impacto reduzido sobre a regeneração natural em uma floresta densa de terra firme no município de

- Paragominas na Amazônia brasileira. *Sci. For.* 95, 306-315.
- Ige, P.O., Akinyemi, G.O., Abi, E.A., 2013. Diameter distribution models for tropical natural forest trees in Onigambari Forest Reserve. *Journal of Natural Sciences Research* 12, 14-22.
- Junior, J.A.S., Costa, A.C.L., Azevedo, P.V., Costa, R.F., Metcalfes, D.B., Gonçalves, P.H.L., Braga, A.P., Malhi, Y.S., Aragao, L.E.O.C., Meir, P., 2013. Fluxos de CO₂ do solo na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, durante o experimento Esecflor/LBA. *Revista Brasileira de Meteorologia* 1, 85-94. DOI: 10.1590/S0102-77862013000100009.
- Lemos, D.A.N., Ferreira, B.G.A., Siqueira, J.D.P., Oliveira, M.M., Ferreira, A.M., 2015. Florística e fitossociologia de um trecho de Floresta ombrófila densa de terra firme na área de influência da Usina Hidrelétrica Belo Monte, Pará, Brasil. *Braz. J. Biol.* 3, 257-276.
- Lima, R.S., Sardinha, M.A., Ramos, M.B.B., Valadares, K.V.F., Souza, J.S., Aparicio, P.S., Silva, B.M.S., Silva, M.C., Sota, E.D., Lima, R.C., 2022. Avaliação fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa localizado a sudoeste do Amapá, Brasil. *Research, Society and Development* 11, e53211427646. DOI: 10.33448/rsd.
- Lima, R.B.A., Silva, J.A.A., Marangon, L.C., Ferreira, R.L.C., Silva, R.K.S., Freire, F.J., 2018a. Análises estruturais do componente arbóreo em floresta de terra firme, Carauari, Amazonas, Brasil. *Biodiversidade* 1, 2-16.
- Lima, M.C., Couceiro, S.R.M., Junior, E.M.F., 2018b. Estrutura diamétrica e espacial de piquizeiro na comunidade de Piquiatuba, Floresta Nacional do Tapajós, oeste do Pará. *Agroecossistemas* 1, 29-42. DOI: 10.18542/ragros.v10i1.5018.
- Lisboa, P.L.B., Almeida, S.S., Silva, A.S.L., 1997. Florística e estrutura dos ambientes. In: Lisboa, P.L.B. (Ed.): Caxiuanã. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 163-193.
- Lopes, M.A., 2007. Population structure of *Eschweilera coriacea* (DC.) S. A. Mori in forest fragments in eastern Brazilian Amazonia. *Revista Brasil. Bot.* 3, 509-519.
- Maciel, M.N.M., Queiroz, W.T., Oliveira, F.A., 2000. Parâmetros fitossociológicos de uma Floresta tropical de Terra Firme na Floresta Nacional de Caxiuanã (PA). *Rev. Ciênc. Agrár.* 34, 85-106.
- Maciel-Silva, J.F., Nunes, C.S., Ferreira, L.V., Gil, A.S.B., 2019. Cyperaceae aquáticas e palustres na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Amazônia, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.* 3, 391-423. DOI: 10.46357/bcnaturais.v14i3.223.
- Maestri, M.P., Ruschel, A.R., Porro, R., Aquino, M.G.C., Mileo, R.C., 2023. Alterações na estrutura florística das espécies comerciais após o Manejo Florestal Comunitário em Anapu, Pará, Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 13, 1-28. DOI: 10.37002/biobrasil.v13i2.1876.
- Maestri, M.P., Ruschel, A.R., Porro, R., Aquino, M.G.C., Mileo, R.C., 2021. Manejo florestal comunitário do projeto de desenvolvimento sustentável Virola Jatobá: Cenários para a Exploração de *Vouacapoua americana* Aublet. *Biodiversidade Brasileira* 1, 1-17. DOI: 10.37002/biobrasil.v11i1.1494.
- Marengo, J.A., Tomasella, J., Alves, L.M., Soares, W.R., Rodriguez, D.A., 2011. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters* 38, 1-5. DOI: 10.1029/2011GL047436.
- Martins, W.B.R., Pinto, A.R.G., Costa, J.S., Carvalho, J.O.P., Castro, T.C., Ruschel, A.R., 2018. Dinâmica da população de *Lecythis idatimon* Aubl. no período de 30 anos em uma floresta de terra firme manejada na Amazônia brasileira. *Sci.For.* 120, 540-550. DOI: 10.18671/scifor.v46n120.03.
- Mbobda, R.B.T., Zapfack, L., Noumi, V.N., Funwi, F.P., Christianzekeng, J., Ngoma, L.R., Banoho, L.P.R.K., Tagnang, N.M., Yonkeu, A.F.N., Votio, M.C.T., Boris, N., Djomo, C.C., 2018. Diversity, structure and carbon storage potential of the Dja Wildlife Reserve vegetation cover. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 5, 180-199.
- Mendes, F.S., Jardim, F.C.S., Carvalho, J.O.P., Souza, D.V., Araújo, C.B., Oliveira, M.G., Leal, E.S., 2013. Dinâmica da estrutura da vegetação do sub-bosque sob influência da exploração em uma floresta de terra firme no município de Moju-PA. *Ciência Florestal* 2, 377-389. DOI: 10.18671/scifor.v46n120.03.
- Miranda, I.S., 2000. Análise florística e estrutural da vegetação lenhosa do rio Comemoração, Pimenta Bueno, Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica* 3, 393-422.
- Mori, S., 1990. Diversificação e conservação das Lecythidaceae neotropicais. *Acta Botanica Brasilica* 1, 45-68.
- Nascimento, R.G.M., Machado, A.S., Figueiredo Filho, A., Higuchi, N., 2013. Modelagem da sobrevivência, mortalidade e recrutamento de uma floresta na Amazônia Central. *Scientia Forestalis* 99, 319-330.

- Norden, N., Chave, J., Belbenoit, P., Caubere, A., Chatelet, P., Forget, P.M., Riera, B., Viersa, J., Thebaud, C., 2009. Interspecific variation in seedling responses to seed limitation and habitat conditions for 14 Neotropical woody species. *Journal of Ecology* 97, 186-197. DOI:10.1111/j.1365-2745.2008.01444.x.
- Oliveira, L.C.L.Q., Gomes, J.M., 2020. Prognose da distribuição diamétrica de espécies arbóreas com os métodos matriz de transição e razão de movimentação. *Revista Agro@ambiente On-line* 14, 1-11. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v14i0.5855.
- Oliveira, E.K.B., Rezende, A.V., Freitas, L.J.M., Junior, L.S.M., Barros, Q.S.B., Costa, L.S., 2019. Monitoramento da estrutura e caracterização ecológica em floresta tropical manejada na Amazônia Brasileira. *Rev. Bras. Cienc. Agrar.* 4, 1-12. DOI:10.5039/agraria.v14i4a6867.
- Piva, L.R.O., Sanquetta, C.R., Wojciechowski, J., Corte, A.P.D., 2020. Fitossociologia em comunidades florestais do projeto RADAMBRASIL no bioma Amazônico. *BIOFIX Scientific Journal* 2, 264-271. DOI:10.5380/biofix.v5i2.73668.
- Reis, P.C.M.R., Reis, L.P., Souza, A.L., Rego, L.J.S., Silva, L.F., 2016a. Distribuição diamétrica após colheita de madeira com ênfase às espécies de Lecythidaceae. *Enciclopédia Biosfera* 24, 423-434. DOI:10.18677/EnciBio_2016B_038.
- Reis, L.P., Souza, A.L., Mazzei, L., Reis, P.C.M., Leite, H.G., Soares, C.P.B., Torres, C.M.M.E., Silva, L.F., Ruschel, A.R., 2016b. Prognosis on the diameter of individual trees on the eastern region of the amazon using artificial neural networks. *Forest Ecology and Management* 382, 161-167. DOI:10.1016/j.foreco.2016.10.022.
- Ribeiro, R.B.S., Vieira, D.S., Ximenes, L.C., Gama, J.R.V., 2018. Caracterização florística, fitossociologia e regeneração natural de uma floresta manejada no oeste do Pará. *Acta Tecnológica* 1, 65-78. DOI: 10.35818/acta.v13i1.
- Ruiz, V.R., Saab, R.H.P., 2020. Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, Córdoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 1, 167-179.
- Salomão, R.P., Hage, A.L.F., Junior, S.B., Salomão, G.N., Gomes, V.H.F., 2019. Espécies estruturantes para a restauração florestal de áreas mineradas. *Braz. J. of Develop.* 1, 876-886. DOI: 10.34117/bjdv5n1-1031.
- Santos, D.W.S., Stepka, T.F., Hess, A.F., 2023. Modelagem da distribuição diamétrica e hipsométrica de espécies comerciais nativas da Amazônia brasileira. *Scientia Forestalis* 51, 1-15. DOI: 10.18671/scifor.v51.15.
- Santos, M.F., Costa, L.D., Melo, L.O., Gama, J.R.V., 2018a. Estrutura, distribuição espacial e dinâmica florestal de duas espécies nativas após extração manejada de madeira na Flona do Tapajós. *Adv. For. Sci.* 2, 351-356.
- Santos, R.O., Soares, R.N., Rosario, B.C., Lima, R.B., Abreu, J.C., 2018b. Estrutura e dinâmica em uma floresta densa de terra firme, Sudeste do Amapá, Brasil. *Nativa* 6, 802-814. DOI: 10.31413/nativa.v6i0.5755.
- Santos, E.S., Aparicio, P.S., Silva, T.L., Freitas, J.L., 2013. Estrutura da espécie *Virola surinamensis* (Rol.) Ward na floresta estadual do Amapá- FLOTA/AP. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 1, 48-61.
- Santos Neto, C.A.L., Ferreira, L.V., Costa Neto, S.V., Jardim, M.A.G., 2023. Florística e estrutura da comunidade arbórea na floresta de terra firme da FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 16, 001-035. DOI:10.26848/rbgf.v16.3.p1419-1435.
- Schmitt, S., Tysklind, N., Derroire, G., Heuertz, M., Herault, B., 2021. Topography shapes the local coexistence of tree species within species complexes of Neotropical forests. *Oecologia* 196, 389-398. DOI: 10.1007/s00442-021-04939-2.
- Silva, G.O., Souza, P.B., 2016. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de cerrado sensu stricto, Gurupi - TO. *Revista Desafios* 3, 22-29. DOI: 10.20873/uft.2359-3652.2016v3nespp22.
- Silva Ribeiro, R.B., Gama, J.R.V., Martins, S.V., Moraes, A., Santos, C.A.A., Carvalho, N.A., 2013. Estrutura florestal em projeto de assentamento, comunidade São Mateus, município de placas, Pará, Brasil. *Revista Ceres* 5, 610-620.
- Souza, D.R., Souza, A.L., Leite, H.G., Yared, J.A.G., 2006. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. *Revista Árvore* 1, 75-87.
- Souza, A.L., Soares, C.P.B., 2013. Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa: Ed. UFV, 322p.
- Sousa, D.G., Almeida, S.S., Amaral, D.D., 2014. Estrutura de uma população manejada de castanheira (*Bertholletia excelsa*) na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará. *Bol. Mus. Para.*

- Emílio Goeldi. *Cienc. Nat.* 2, 353-370. DOI: 10.46357/bcnaturais.v9i2.530.
- Teixeira, G.M., Figueiredo, P.H.A., Valcarcel, R., Amorim, T.A., 2014. Regeneração de floresta atlântica sob níveis diferenciados de perturbação antrópica: implicações para restauração. *Sci. For.* 104, 543-554.
- Toke, N.N., Nshimba, H.S.W.M., Masens, D.M.Y., Djolu, R.D., Ashande, C.M., Gbolo, B.Z., Pisco, M.M., Ngbolua, K.T.N., 2021. Typology of the Hydromorphic Soils-based Mixed Forest Formation in a Community Forest in the North-East of Congo-Kinshasa. *International Journal of Plant Science and Ecology* 2, 12-21.
- Vieira, D.S., Lafetá, B.O., Oliveira, M.L.R., Gama, J.R.V., 2022. Padrão espacial e valor financeiro de populações de copaíba na Flona do Tapajós. *Nativa* 10, 539-546. DOI: 10.31413/nativa.v10i4.13874.
- Vieira, D.S., Gomes, K.M.A., Santos, L.E., Oliveira, M.L.R., Gama, J.R.V., Mendonça, E.L.M., Lafetá, B.O., Moura, C.C., Figueiredo, A.E.S., 2021. Estrutura diamétrica e espacial de espécies madeireiras de importância econômica na Amazônia. *Scientia Forestalis* 49, 1-15. DOI: 10.18671/scifor.v49n129.21.
- Vieira, D.S., Gama, J.R.V., Ribeiro, R.B.S., Ximenes, L.C., Correa, V.V., Alves, A.F., 2014. Comparação estrutural entre floresta manejada e não manejada na comunidade Santo Antônio, estado do Pará. *Ciência Florestal* 4, 1067-1074.
- Vieira, I.C.G., Almeida, A.S., Davidson, E.A., Stone, T.A., Carvalho, C.J.R., Guerrero, J.B., 2003. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment* 87, 470-481.