

DINÂMICA DE CRESCIMENTO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA Densa NO ESTADO DO PARÁ

GROWTH DYNAMICS IN A DENSE OMBROPHYLEUS FOREST FRAGMENT IN THE STATE OF PARÁ

Kattarine Vasconcelos Oliveira¹, Carleilton da Silva Junior², Rayse Ferreira Freitas³, Sintia Valerio Kohler⁴,
Ximena Mendes de Oliveira⁵

¹Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará, Brasil – kattarine.ufra@gmail.com

²Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará, Brasil – carleiltoncorrea@outlook.com

³Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará, Brasil – rayseferreira19@gmail.com

⁴Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará, Brasil – sintia.kohler@ufra.edu.br

⁵Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará, Brasil – ximena@ufra.edu.br

RESUMO

A alta diversidade de espécies na Amazônia proporciona uma vasta amplitude em estudos relacionados à dinâmica de crescimento estrutural, sendo fundamental estudos fitossociológicos que visam descrever a vegetação desse ecossistema. Esse trabalho teve como objetivo analisar a estrutura horizontal e a dinâmica da comunidade e das 5 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI). O estudo foi realizado em um fragmento de floresta ombrófila densa, no município de Parauapebas- PA, onde foram instaladas 100 subparcelas de 10 m x 10 m de forma contínua em um transecto de 20 m x 500 m. Todos os indivíduos com DAP ≥ 10 cm foram contabilizados, mensurados e identificados a nível de espécie. Os resultados mostraram que as famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae, Malvaceae, Urticaceae, Lauraceae e Anacardiaceae. A densidade total se concentrou nas classes diamétricas menores em todos os anos. As espécies que apresentaram maior IVI foram *Senegalia polyphylla*, *Tapirira guianensis*, *Cenostigma tocantinum*, *Ocotea nigrescens* e *Spondias mombin*. As taxas de ingressos foram superiores às de mortalidade. Desse modo, a estrutura horizontal e taxas de ingressos e mortalidade seguiram um padrão esperado de florestas nativas.

PALAVRAS-CHAVE: **Amazônia, Distribuição Diamétrica, Estrutura Horizontal**

ABSTRACT

The high diversity of species in the Amazon provides a wide range of studies related to the dynamics of structural growth. Phytosociological studies aiming to describe the vegetation of this ecosystem are essential. This work aimed to analyze the horizontal structure and dynamics of the community and of the 5 species with the highest Importance Value Index (IVI). The study was carried out in a fragment of dense ombrophilous forest in the municipality of Parauapebas, PA, where 100 plots of 10 m x 10 m were continuously installed along a 20 m x 500 m transect. All individuals with a diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm were counted, measured, and identified to species level. The families with the greatest species richness were Fabaceae, Malvaceae, Urticaceae, Lauraceae, and Anacardiaceae. Total density was concentrated in the smallest diameter classes in all years. The species presenting the highest IVI were *Senegalia polyphylla*, *Tapirira guianensis*, *Cenostigma tocantinum*, *Ocotea nigrescens*, and *Spondias mombin*. Recruitment rates were higher than mortality rates. Therefore, the horizontal structure and recruitment and mortality rates followed a pattern expected from native forests.

KEYWORDS: **Amazon, Diametric Distribution, Horizontal Structure**

INTRODUÇÃO

A grande variedade de espécies encontradas nas florestas da Amazônia tem despertado interesse de cientistas, no qual buscam entender as origens, evolução, interações ecológicas e os processos naturais que contribuíram para a criação e sustentação das suas comunidades hiperdiversas (CARDOSO *et al.*, 2017).

Estudos documentam que as análises florísticas e fitossociológicas desempenham um papel crucial na compreensão e na pesquisa sobre as florestas tropicais (BATISTA *et al.*, 2015; DIONÍSIO *et al.*, 2016; DOS SANTOS *et al.*, 2018). Identificar as espécies presentes e entender como elas interagem dentro das comunidades de plantas são passos fundamentais no processo de compreensão desse ecossistema complexo (LISBOA *et al.*, 2019).

Neste contexto, a análise fitossociológica possibilita melhor conhecimento e compreensão das espécies que fazem parte da floresta (BATISTA *et al.*, 2015). As variáveis relacionadas à composição florística, estruturas horizontais e verticais, distribuições espaciais e diamétricas estão entre as mais usuais formas de descrever uma vegetação (PAPA *et al.*, 2017).

O inventário florestal pode ser descrito como uma atividade destinada a coletar informações qualitativas e quantitativas sobre os recursos florestais em uma área específica previamente definida (WADT *et al.*, 2017). O Inventário Florestal Contínuo (IFC) é uma das formas mais eficientes de avaliar a dinâmica de uma floresta ao longo do tempo, visto que realiza medições em diferentes ocasiões e avalia uma série de informações como densidade, ingresso, mortalidade, crescimento, entre outros (SOUZA, 2015).

As informações obtidas com as parcelas permanentes possibilitam obter estimativas dos parâmetros como a diversidade, frequência, densidade, dominância e análise das distribuições diamétricas e espacial das espécies. Pode-se estimar características como o estágio de desenvolvimento, a qualidade e a produtividade das comunidades vegetais (DIONÍSIO *et al.*, 2016), além de estudos dos processos dinâmicos como crescimento e produção, mortalidade e ingresso de uma floresta, indicando o crescimento e as mudanças ocorridas em sua composição e estrutura (DOS SANTOS *et al.*, 2018).

A floresta pode ser analisada de diferentes formas e métodos, a fim de avaliar a importância ecológica das espécies, como por exemplo o Valor de Importância. É definido por Curtis e McIntosh (1950), como a médias dos valores relativos correspondentes à abundância, dominância e frequência, sendo utilizados na

determinação da importância ecológica das espécies por meio da fragmentação referente ao grau de ocupação de uma população no espaço geométrico de uma floresta, sendo expresso pelo número, tamanho e distribuição dos indivíduos da população (QUEIROZ *et al.*, 2017).

Dessa forma, em face à necessidade de obter informações sobre o estado de conservação de fragmentos florestais próximos a áreas com intervenção antrópica (SILVA *et al.*, 2021), esse trabalho teve como objetivo analisar a estrutura horizontal e a dinâmica de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na região Sudeste do Pará, no período de 2016 a 2022. A hipótese defendida é que o fragmento se encontra conservado, com baixa interferência antrópica que poderia causar a mortalidade dos indivíduos arbóreos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e base de dados

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, localizado no município de Parauapebas, Pará. Este fragmento fica localizado próximo a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus de Parauapebas (Figura 1).

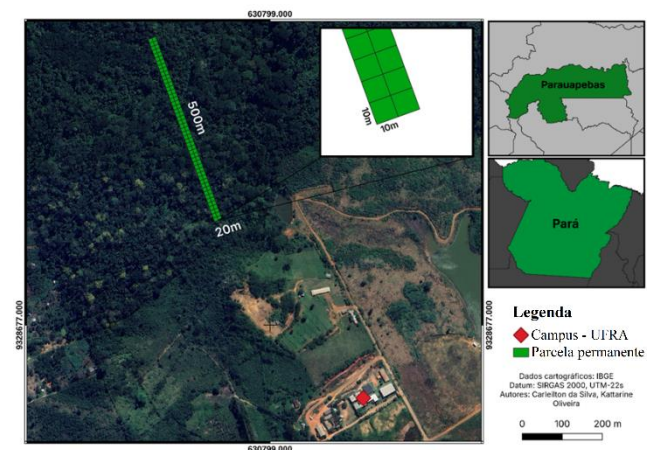


Figura 1. Localização da área de estudo e do transecto de 20 m x 500 m, contendo 100 subparcelas de 10 m x 10 m.

Localizado na chamada “Zona tropical”, o município de Parauapebas possui, segundo a classificação do Köppen, o clima “Am” tropical, quente e úmido, com precipitação elevada. Caracterizado por temperaturas entre 23 e 34° C e pluviosidade anual de 1.800 mm. O período mais chuvoso é concentrado entre os meses de janeiro a março com cerca de 50% da precipitação do ano tendo uma média mensal de 300 mm. Os meses mais secos estão entre junho e agosto, totalizando 5% da chuva anual, prevalecendo na região os Argissolos Vermelhos Amarelos não hidromórficos com argila de baixa atividade (PARAUAPEBAS, 2021).

Os dados utilizados na pesquisa são provenientes de uma parcela considerando um transecto de 20 m de largura e 500 m de comprimento, contendo 100 subparcelas permanentes contíguas de 10 m x 10 m, totalizando uma área amostrada de 1 ha. Os limites das subparcelas foram demarcados por estacas, formando uma linha no eixo central da parcela. A instalação da parcela permanente ocorreu no ano de 2016 e suas remediações ocorrem periodicamente a cada dois anos. Os dados utilizados nesse estudo correspondem às medições realizadas em quatro ocasiões, nos anos de 2016, 2018, 2020 e 2022.

O critério estabelecido para a inclusão das árvores foi um diâmetro à 1,3 m de altura (DAP) ≥ 10 cm, sendo estas contabilizadas, mensuradas e identificadas a nível de espécie. As variáveis mensuradas foram: circunferência a 1,30 m do solo (CAP), altura total (HT), altura comercial (HC). A HT e a HC foram mensuradas com o auxílio de um hipsômetro Vertex. Para a HC, a mensuração da altura foi considerada até a primeira bifurcação da árvore.

Todos os indivíduos mensurados tiveram sua posição dentro da parcela registrada por meio de coordenadas X e Y e receberam placas de identificação permanente, contendo o número da subparcela e do indivíduo.

Processamento e análise dos dados

Os dados foram analisados, inicialmente, considerando todos os indivíduos inventariados no período de 2016 a 2022. Nessa etapa, foi avaliada a composição florística, o avanço da estrutura diamétrica ao longo dos anos e a taxa de ingresso (1) e mortalidade (2).

$$TXI = \frac{N_i}{n_2} \cdot \frac{100}{t} \quad (1)$$

$$TXM = \frac{N_m}{n_1} \cdot \frac{100}{t} \quad (2)$$

Em que: TXI = taxa de ingresso, N_i = número de ingressantes, n_2 = número de árvores vivas na segunda ocasião; t = tempo entre medições; TXM = taxa de mortalidade, N_m = número de árvores mortas, n_1 = número de árvores vivas na primeira ocasião.

Na etapa seguinte, foi realizada a análise da estrutura horizontal da floresta, considerando o transecto como unidade amostral, para filtrar as 5 espécies com maiores

Índice de Valor de Importância (IVI). Para estas espécies, foi analisada a densidade, a distribuição diamétrica e as taxas de ingresso e mortalidade ao longo do tempo.

O processamento e análise foi realizado com auxílio do Excel e do pacote “forestmangr” (BRAGA et al., 2023), utilizando o Software R (R Core Team, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área amostrada ocorreram 35 famílias botânicas, totalizando 131 espécies e 548 indivíduos/ha. As famílias que apresentaram maior densidade foram: Fabaceae (132 indivíduos/ha), Malvaceae (38 indivíduos/ha), Urticaceae (34 indivíduos/ha), Anacardiaceae (33 indivíduos/ha) e Lauraceae (32 indivíduos/ha). As espécies com maior densidade foram *Cenostigma tocaninum* (27 indivíduos/ha), *Ocotea nigrescens* (20 indivíduos/ha), *Theobroma speciosum* (17 indivíduos/ha), *Cecropia distachya* (16 indivíduos/ha) e *Tapirira guianensis* (16 indivíduos/ha).

A distribuição de famílias seguiu padrão para floresta ombrófila densa sendo concentrada em Fabaceae, Malvaceae e Anacardiaceae situação semelhante a encontrada por Nascimento et al. (2021) onde foram verificados alta riqueza das famílias Fabaceae (28%), Malvaceae (4%) e Urticaceae (8%). Corroboram também os estudos de Silva et al. (2021) que apresentaram grande incidência das famílias Fabaceae e Anacardiaceae.

Pode-se observar na Figura 2, que a distribuição diamétrica apresenta maior quantidade de indivíduos nas classes menores em todos os anos analisados, indicando que o fragmento estudado segue o padrão de distribuição “J invertido”.

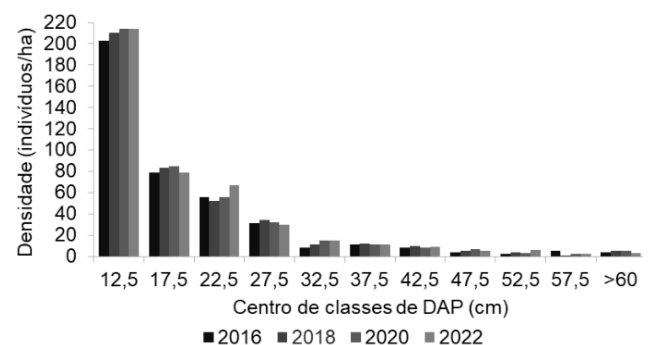


Figura 2. Densidade de indivíduos por hectare entre os anos de 2016 a 2022 em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, na região Sudeste do Pará.

Mota et al. (2020) verificou que a maioria dos indivíduos se concentram nas primeiras classes diamétricas, sugerindo um padrão de “J” invertido semelhante ao encontrado nesse estudo. De acordo com Nicoletti et al. (2024), esse padrão de distribuição sugere que as populações que compõem a área de estudo são estáveis, existindo um balanço entre a mortalidade e o recrutamento de indivíduos ao longo dos anos.

A taxa de ingresso anual e a taxa de mortalidade anual para cada período de remediação (2016-2018, 2018-2020 e 2020-2022) e para o período total (2016-2022) estão descritas na Tabela 1. Pode-se observar que as taxas de ingresso foram maiores que as taxas de mortalidade em todos os períodos analisados, sugerindo do que o fragmento se mantém conservado, mesmo com a proximidade do meio antrópico.

Tabela 1. Taxa de ingressos e mortalidade de entre os anos 2016 e 2022 em fragmento de floresta ombrófila densa no Sudeste do Pará.

Períodos	Taxa de ingresso anual (%)	Taxa de mortalidade anual (%)
2016-2018	4,92	3,16
2018-2020	6,85	5,74
2020-2022	3,85	3,54
2016-2022	5,14	4,30

As taxas de ingressos apresentaram valores maiores (5,14%) quando comparados aos de Lisboa et al. (2019) que realizou seus estudos em um fragmento de floresta estacional semidecidual. Por outro lado, as taxas de mortalidade encontradas por Lisboa et al. (2019) quando comparada ao intervalo total de (2016 a 2022) foi maior (5,98%) ao encontrado nesse estudo, isso pode ser explicado devido aos fatores ambientais e possível relação com pressões antrópicas próximas.

Por meio da análise fitossociológica da estrutura horizontal, foram selecionadas as 5 espécies que apresentam o maior IVI na comunidade (Tabela 2), sendo elas: *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton, *Tapirira guianensis* Aubl, *Cenostigma tocaninum* Ducke, *Ocotea nigrescens* Vicent. e *Spondias mombin* L.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal de um fragmento de Floresta ombrófila densa, na ocasião de 2022.

Espécie	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>S. polyphylla</i>	15,0	3,9	19,4	4,2	1,3	7,2	5,7	5,1
<i>T. guianensis</i>	17,2	4,5	20,4	4,5	0,9	5,1	4,8	4,7
<i>C. tocaninum</i>	13,9	3,7	25,8	5,7	0,4	2,2	3,9	3,9
<i>O. nigrescens</i>	10,8	2,8	20,4	4,5	0,6	3,6	4,0	3,6
<i>S. mombin</i>	8,6	2,3	9,7	2,1	0,9	5,4	3,7	3,3

FA= frequência absoluta; FR= frequência relativa (%); DA= densidade absoluta (ind./ha); DR= densidade relativa (%); DoA= dominância absoluta (m²/ha); DoR= dominância relativa (%); IVC= índice de valor de cobertura; IVI= índice de valor de importância.

As espécies que apresentaram maior dominância foram *S. polyphylla*, *T. guianensis* e *S. mombin*. Por outro lado, a densidade concentrou-se em espécies como *C. tocaninum*, *O. nigrescens* e *T. guianensis*. A densidade ao longo dos anos seguiu relativamente estável na maioria das espécies, podendo destacar o alto crescimento da *C. tocaninum*. Por outro lado, a *O. nigrescens* apresentou um crescimento mais estável, ou seja, sem grandes variações (Figura 3).

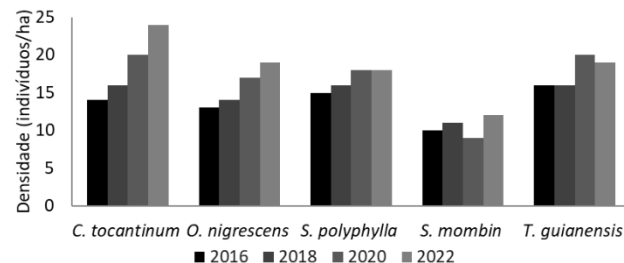


Figura 3. Densidade total de árvores considerando as 5 espécies com maior IVI da comunidade no período de 2016 a 2022 em fragmento de Floresta Ombrófila Densa no Sudeste do Pará.

A distribuição diamétrica das espécies de maior IVI (Figura 4) indicou que a densidade maior se concentrou nas menores classes, podendo variar de acordo com cada espécie. Sendo a *C. tocaninum* e a *O. nigrescens* a apresentarem indivíduos com as classes de DAP menores (entre 12,5 a 27,5), enquanto *T. guianensis*, *S. polyphylla* e *S. mombin*. apresentaram indivíduos em classes de DAP maiores.

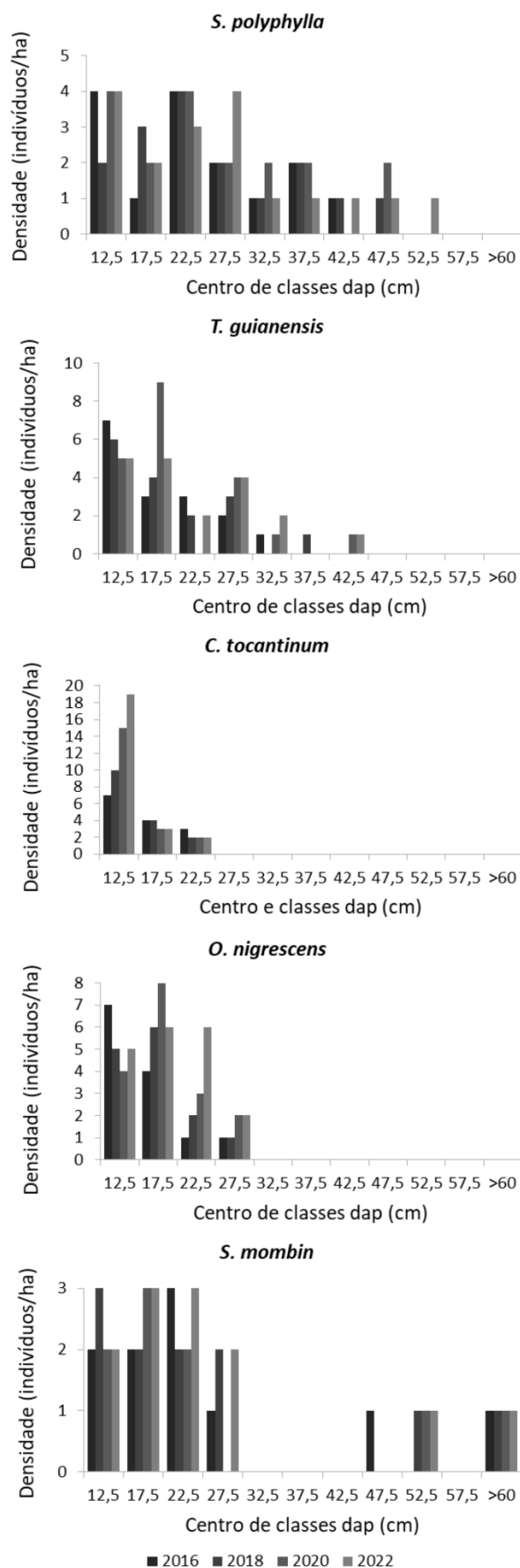


Figura 4. Distribuição de densidade (indivíduos/ha) das 5 espécies com maior IVI no período de 2016 a 2022 em um

fragmento de floresta ombrófila densa no sudeste do Pará.

A dominância e densidade foram os fatores principais na definição do valor de importância da espécie no fragmento como, por exemplo, o caso da *S. polyphylla* que apresentou densidade e frequência menores, porém uma grande dominância na floresta. Nesse sentido, Mota et al. (2020) afirma que as espécies que apresentam maior densidade e dominância são indicadores da sua importância na fitofisionomia da floresta.

Quanto a distribuição diamétrica por espécie, há uma grande variação entre os períodos, podendo ter distribuições mais regulares como *C. tocaninum* com a maioria dos indivíduos nas classes menores até casos como *S. polyphylla* com árvores em classes mais intermediárias. Situação semelhante a encontrada por Vieira et al. (2002) em que os tipos de distribuição por espécies são bastante variáveis. Este comportamento pode ser explicado levando em consideração a classificação das espécies, sendo em sua maioria, pioneiras e secundárias iniciais, caracterizando uma floresta nativa perturbada (BERENGUER et al., 2018).

As taxas de ingresso e mortalidade estão representadas na Tabela 3. As taxas de ingressos são bem variáveis dependendo da espécie, sendo a *C. tocaninum* a que apresentou os maiores índices de ingresso em todos os anos seguido por *O. nigrescens*, *T. guianensis*, *S. polyphylla* e *S. mombin*, variando de acordo com ocasião analisados. A mortalidade foi maior para as espécies *C. tocaninum* e *S. polyphylla*, o que foi menor na *O. nigrescens*, *T. guianensis* e *S. mombin*.

Tabela 3. Taxas de ingresso e mortalidade dos períodos avaliados de 2016 a 2022 em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, no Sudeste do Pará.

Taxa de ingresso (%)				
Espécies	2016-2018	2018-2020	2020-2022	2016-2022
<i>C. tocaninum</i>	8,82	7,50	8,33	4,17
<i>O. nigrescens</i>	3,57	8,82	5,26	3,51
<i>S. polyphylla</i>	3,13	5,56	0,00	0,93
<i>S. mombin</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>T. guianensis</i>	0,00	10,00	0,00	1,75
Taxa de mortalidade (%)				
Espécies	2016-2018	2018-2020	2020-2022	2016-2022
<i>C. tocaninum</i>	3,57	2,94	2,50	3,57
<i>O. nigrescens</i>	0,00	3,57	0,00	1,28
<i>S. polyphylla</i>	0,00	3,13	2,78	2,22
<i>S. mombin</i>	0,00	5,00	0,00	1,67
<i>T. guianensis</i>	0,00	0,00	2,50	1,04

O fato da taxa de ingresso ser superior a mortalidade

pode ser explicado devido a padrões de crescimento das florestas nativas, onde o sub-bosque consegue desenvolver-se rapidamente quando encontra condições favoráveis.

No caso das taxas de ingresso e mortalidade por espécie foi observado que os maiores valores se concentraram em espécies como *C. tocanthum* e *S. polyphylla*. Características comuns as árvores do estágio pioneiro. Esse fator é corroborado por Paula, et al. (2004) que afirma que as espécies pioneiras apresentam maior taxa de mortalidade quando comparadas as secundárias e tardias. Isso também foi observado com a *O. nigrescentes* que apresentou taxas de recrutamento relevantes.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a estrutura horizontal seguiu o padrão “J invertido”, esperado para florestas nativas e seguiu um padrão de riqueza de espécies e famílias comuns na região Amazônica, como Fabaceae e Malvaceae. Além disso, o fragmento e as 5 espécies com maior valor de importância, apresentaram taxa de ingresso superior a mortalidade, afirmando a hipótese sugerida sobre a conservação da área estudada. As informações geradas neste estudo são relevantes para o acompanhamento do estado de conservação do fragmento e deve ser motivada para continuidade nesta área nos próximos anos e em outros fragmentos próximos aos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. P. B. et al. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. **Pesquisa florestal brasileira**, v. 35, n. 81, p. 21, 2015.

BERENGUER, E. et al. Seeing the woods through the saplings: Using wood density to assess the recovery of human-modified Amazonian forests. **Journal of Ecology**, v. 106, n. 6, p.2147-2490, 2018.

BRAGA, S. R. B. et al. forestmanger: Forest mensuration and management. **R package 0.9.6** 2023. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=forestmanger>. Acesso em: 20 mai. 2024.

CARDOSO, D. et al. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 114, n. 40, p. 10695–10700, 2017.

CURTIS, J. T.; MCINTOSH, R. P. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. **Ecology**, Washington, v. 31, p. 434-455, 1950.

DE SOUZA, M. A. S. **Dinâmica e produção de uma floresta sob**

regime de manejo sustentável na Amazônia Central. 2015. Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais: Universidade Federal do Amazonas

DIONISIO, L. F. S. et al. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. **Revista Agroambiente On-line**, v. 10, n. 3, p. 243, 2016.

DOS SANTOS, M. F. et al. Estrutura, distribuição espacial e dinâmica florestal de duas espécies nativas após extração manejada de madeira na Flona do Tapajós. **Advances in Forestry Science**, v. 5, p. 2, 2018.

LISBOA, G. D. S. et al. Fitossociologia e dinâmica de crescimento em um fragmento de floresta estacional semidecidual. **Nativa**, v. 7, n. 4, p. 452, 2019.

MOTA, E. R. et al. Diversidade, distribuição espacial e espécies arbóreas estruturantes em floresta ombrófila densa na Amazônia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 71192–71208, 2020.

NASCIMENTO, A. C. V. do et al. Avaliação da estrutura fitossociológica de um fragmento florestal no Município de Paragominas-PA, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e41510917325, 2021.

NICOLETTI, M. F. et al. Modelagem da estrutura diamétrica da floresta ombrófila mista e Araucaria angustifolia (Berthol.) Kuntze. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 17, n. 4, p. 1-12, 2024.

PAPA, D. A. et al. Efeito da elevação sobre a estrutura horizontal e riqueza da vegetação em planos de manejo na Amazônia. **18º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, 2017.

PARAUPEBAS. Estudo técnico preliminar Parque Natural Municipal Maria-Bonita. **Secretaria Municipal De Meio Ambiente**, 2021.

PAULA, A. de et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 407–423, 2004.

QUEIROZ, W. T. DE et al. Índice de valor de importância de espécies arbóreas da Floresta Nacional do Tapajós via análises de componentes principais e de fatores. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 47–59, 2017.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**. 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>

SILVA, S. P. DA et al. Fitossociologia e diversidade em fragmentos florestais com diferentes históricos de intervenção na Amazônia Ocidental. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 1, p. 233–251, 2021.

VIEIRA, A. H. et al. Fitossociologia de um Fragmento Florestal na Região de Machadinho d'Oeste, RO. **Rondonia: Embrapa**, 2002.

WADT, L. H. O. et al. Produtos florestais não madeireiros: guia metodológico da Rede Kamukaia. **Embrapa**, Brasília-DF, 2017.