



ANÁLISE DO ESTOQUE MADEIREIRO E DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE UMA FLORESTA A SER MANEJADA APÓS UMA EXPLORAÇÃO NÃO AUTORIZADA HÁ 27 ANOS

Carla Bastos da Silva¹, Ana Rafaela Silva e Silva¹, Deisiane Santos da Cruz¹, Taissa Nery
Ferreira¹, Ingrid Raphaela Cromwell Pereira¹, Rodrigo Geroni Mendes Nascimento¹,
Fabiano Emmert¹

1 Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil. E-mail: carlabastos.engflorestal@gmail.com; rafaela.anasilva2@gmail.com; deisecruz10@gmail.com; taissanery5@gmail.com; raphaelacromwell@gmail.com; rodrigo.geroni@ufra.edu.br; fabiano.emmert@ufra.edu.br
Autora correspondente: Carla Bastos da Silva. E-mail: carlabastos.engflorestal@gmail.com.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar a recuperação do estoque madeireiro e distribuição diamétrica de uma propriedade a ser manejada, após exploração não autorizada há 27 anos. A propriedade foi dividida em dois tratamentos: Área explorada (AE) e Área não explorada (ANE) no município de Paragominas-PA. O inventário florestal (IF100%) e os shapes da Área de Manejo Florestal da propriedade foram disponibilizados pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade e por meio do software QGIS 3.22.8 foi realizada a amostragem virtual, com sorteio de 87 parcelas para AE e 95 para ANE. Estatisticamente, as áreas não apresentaram diferença significativa nas variáveis densidade (ind ha^{-1}), área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) e volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$). A distribuição dos indivíduos por classe diamétrica tende ao formato “J-reverso” (floresta inequiânea). Nesse contexto, deduz-se que a área explorada recuperou seu estoque para a exploração a ser manejada.

Palavras-chave: Amazônia; atributos quantitativos; licenciamento florestal; simulação de amostragem

WOOD STOCK ANALYSIS AND DIAMETRIC DISTRIBUTION OF A FOREST TO BE MANAGED AFTER AN UNAUTHORIZED EXPLORATION 27 YEARS AGO

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the recovery of the timber stock and diametric distribution of a property to be managed, after unauthorized exploitation for 27 years. The property was divided into two treatments: Explored Area (AE) and Unexplored Area (ANE) in the municipality of Paragominas-PA, Brazil. The forest inventory (IF100%) and the shapes of the Forest Management Area of the property were made available by the Secretariat for the Environment and Sustainability and through QGIS 3.22.8 performed virtual sampling, with drawing of 87 instalments for EA and 95 for UE. Statistically, the areas did not present a significant difference in the variable's density (ind ha^{-1}), basal area ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) and volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$). The distribution of individuals by diameter class tends to be the “reverse-J” (uneven-aged forest). In this context, it can be deduced that the explored area recovered its stock for the exploration to be managed.

Key words: Amazon; quantitative attributes; forest licensing; simulated sampling

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

O bioma amazônico é considerado importante para o futuro estratégico do Brasil (Ferreira *et al.*, 2015). Tendo uma rica composição florística, diversificado e por vezes, endêmico (Oliveira *et al.*, 2019). Porém, a maioria das florestas amazônicas têm sido exploradas de forma predatória, comprometendo a cobertura florestal e a diversidade de espécies (Jardim & Quadros, 2016). Impulsionando a degradação ambiental decorrente do desmatamento com a extração ilegal de madeira, sendo prática nociva que promove esquemas criminosos (Brasil, 2015).

Nesse contexto, o Manejo Florestal Sustentável (MFS) se torna essencial para combater a degradação florestal, elevando a produção e mitigando os danos da exploração com o uso racional da floresta (Amaral *et al.*, 2019). Sendo baseado em análises da estrutura da floresta para a exploração sustentável, como o estoque da comunidade através da distribuição diamétrica (Castro & Carvalho, 2014).

O presente estudo teve como objetivo analisar a recuperação do estoque madeireiro e a distribuição diamétrica de uma floresta a ser manejada após uma exploração não autorizada há 27 anos no município de Paragominas, região sudeste paraense.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local

O estudo foi realizado no município de Paragominas, região sudeste paraense, nas coordenadas 03° 0'00"S e 47° 2'30"W. O clima do município é do tipo Aw, conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares *et al.*, 2013). Nas análises, a propriedade foi dividida em dois tratamentos e denominada como área explorada (AE), realizada sem autorização há 27 anos, e área não explorada (ANE).

Base de dados

Fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) do estado do Pará, em formato de censo com as seguintes informações: nome científico, diâmetro a 1,30m do solo (D, cm); os shapes da Área de Manejo Florestal (AMF), das árvores e das áreas de Preservação Permanente. Também foram utilizados shapes no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) quanto ao município, estado e unidade da federação.

Processamento e avaliação estatística

Feito por amostragem virtual (ambiente QGIS 3.22.8) para estimar as médias e variâncias dos atributos quantitativos. A amostragem em ambiente SIG foi estruturada a partir de uma grade (*grid*) de 1,0 ha sobreposta nos shapes da propriedade, em seguida, sorteou as parcelas para cada tratamento, acrescentou-se o shape das árvores, e finalmente, foram selecionadas as 87 parcelas para área explorada (AE) e 95 parcelas para área não explorada (ANE) (Figura 1). A amostragem virtual criou um arquivo tabular, que serviu de base para os cálculos e análises dos atributos de cada floresta.

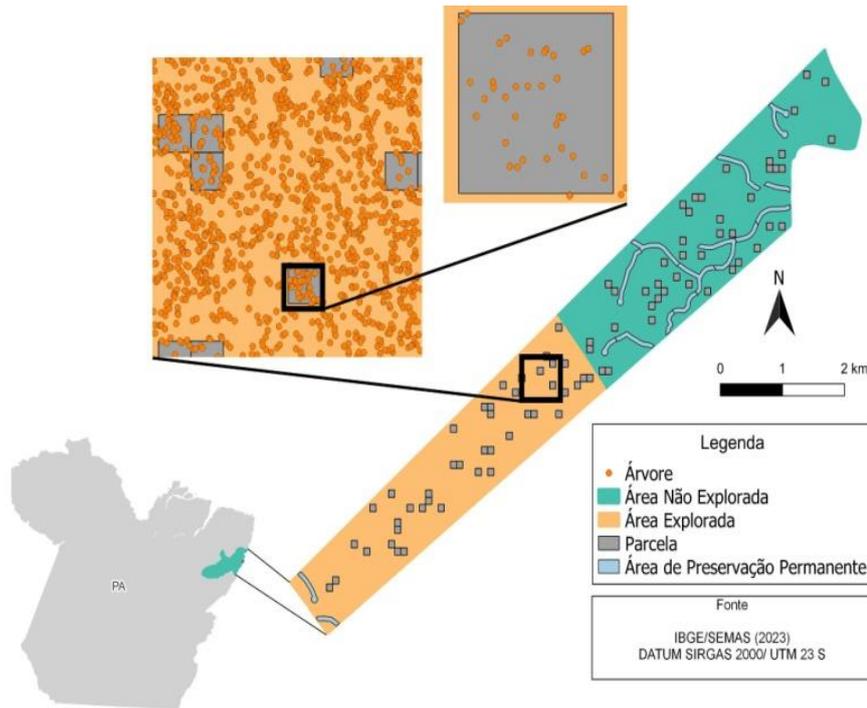


Figura 1. Detalhamento da amostragem virtual realizada nas áreas explorada (AE) e não explorada (ANE)

Atributos quantitativos: estoques de madeira e distribuição diamétrica

A partir dos dados de D e altura comercial (Hm), calculou-se a densidade de indivíduos, área basal e volume por parcela. A densidade foi de acordo com a contagem de indivíduos dentro da parcela (ind.ha^{-1}); a área seccional de cada indivíduo (Equação 1), em seguida a área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) (Equação 2) e o cálculo do volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) de cada parcela e individual por tora com fator de correção de 0,7 (Equação 3).

$$g_i = \frac{\pi \cdot D^2}{40.000} \quad (1)$$

$$G = \sum_{i=1}^n g_i \quad (2)$$

$$V_i = g_i \times Hm_i \times 0,7 \quad (3)$$

As médias foram comparadas através da análise de variância (ANOVA) ao nível de probabilidade de 95% ($\alpha = 0,05$). A distribuição diamétrica com relação ao número de indivíduos (ind.ha^{-1}) foi feita de forma gráfica por comparação visual. Para verificar se existe diferença estatística entre as frequências observadas e esperadas, foi aplicado o teste de Qui-quadrado (χ^2) com nível de significância (α) de 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis da AE se aproximam dos resultados das variáveis da ANE, apresentando recuperação após 27 anos. Resultados que corroboram com Lima *et al.* (2021), apresentando boa resposta quanto à exploração, supondo-se que mesmo que ocorra uma diminuição de

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

indivíduos decorrente da exploração e danos, a abertura do dossel favorece novas espécies (ou já existentes) na área.

Quanto às classes diamétricas, ocorreu maior concentração de indivíduos nas classes iniciais, indicando que a floresta tende para o formato de “J-reverso”. E, de acordo com Coelho *et al.* (2022), isso caracteriza a comunidade com estoque e potencial regenerativo sob o ponto de vista ecológico (Silva & Souza, 2017).

Referente ao número de amostras nas duas áreas, ambas mostraram resultados de precisão por estarem enquadradas ao nível de probabilidade mínima de 95% para IC e limite de erro abaixo de 10% de acordo com as exigências estatísticas da Instrução Normativa nº 05, de 10 de setembro de 2015 (Pará, 2015). Ao observar a tabela abaixo, as variáveis densidade (ind ha^{-1}), área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) e volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) das áreas AE e ANE tiveram seus resultados semelhantes, porém, na ANE as médias, assim como o intervalo de confiança (IC 95%) e o erro absoluto (E%) foram superiores a AE.

Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis densidade, área basal e volume para as áreas explorada (AE) e não explorada (ANE)

Estimadores	Densidade (ind ha^{-1})		Área Basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)		Volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	
	AE	ANE	AE	ANE	AE	ANE
Média	18,24	18,97	4,37	4,55	40,67	44,79
IC	1,48	1,59	0,33	0,38	3,03	3,94
IC+	19,73	20,56	4,69	4,93	43,69	48,72
IC-	16,76	17,38	4,04	4,17	37,64	40,85
E%	8,11	8,39	7,48	8,28	7,44	8,79

A análise de variância (ANOVA) ao nível de significância de $\alpha = 0,05$, apresentou um *p*-valor de 0,541 para a variável densidade, 0,498 para área basal e 0,133 para volume. Dessa forma, não houve diferença significativa entre as variáveis analisadas, o que sugere que o estoque da área explorada aparenta recuperação adequadamente (Vieira *et al.*, 2014).

A distribuição da densidade dos indivíduos nas classes diamétricas, entre a área explorada e não explorada, apresentou maior acúmulo nas duas primeiras classes e com a frequência diminuindo a partir da classe diamétrica 60 – 70 cm (Figura 2). Para a análise estatística ao nível de significância adotado, sendo $\alpha = 0,05$; *p*-valor = 0,999; $\chi^2 \text{ cal} = 0,193$; evidenciou que não se rejeita a hipótese nula de que as frequências observadas são iguais às frequências esperadas, sendo assim, a estrutura da floresta não apresenta diferença significativa entre as áreas exploradas e não exploradas.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

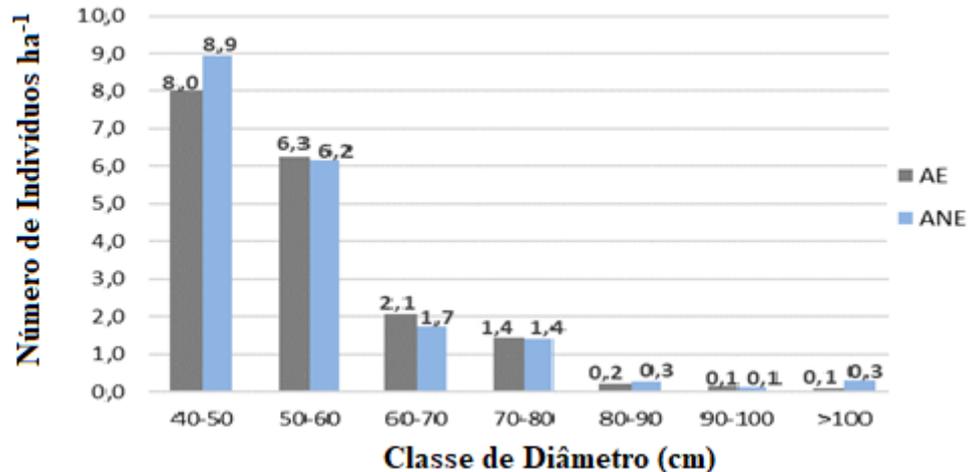


Figura 2. Distribuição do número de árvores por classe diamétrica em relação às áreas explorada (AE) e não explorada (ANE)

CONCLUSÃO

Sobre a distribuição diamétrica, ambas as áreas apresentaram uma distribuição exponencial negativa, sendo a AE e a ANE caracterizadas como inequiâneas e, de acordo com o teste Qui-quadrado, não se rejeita a hipótese nula. Considera-se que a área explorada recuperou seus estoques para o seu próximo manejo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Amaral, M. R. M.; Lima, A. J. N.; Higuchi, F. G.; Santos, J.; Higuchi, N. Settings order article reprints open access article dynamics of tropical forest twenty-five years after experimental logging in Central Amazon mature forest. *Forests*, v. 10, n. 2, e89, 2019. <https://doi.org/10.3390/f10020089>.
- Brasil. Ministério Público Federal. **Roteiro de atuação desmatamento**. Brasília: MPF, 2015. 90p. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr2/publicacoes/roteiro-atuacoes/docs-cartilhas/desmatamento.pdf>. Acesso em: 24 Jun. 2023.
- Castro, T. C.; Carvalho, J. O. P. Dinâmica da população de *Manilkara Huberi* (DUCKE) A. Chev. durante 26 anos após a exploração florestal em uma área de terra firme na Amazônia Brasileira. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 1, p.161-169, 2014. <https://doi.org/10.5902/1980509813333>.
- Coelho, M. C. B. *et al.* Estoque de volume, biomassa e carbono aéreo de comunidade arborea em área de pos exploração florestal. *Enciclopédia Biosfera*, v. 19, n. 41, p. 128-137, 2022. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2022C12.
- Oliveira, E. K. B.; Rezende, A. V.; Freitas, L. J. M.; Murta Júnior, L. S.; Barros, Q. S.; Costa, L. S. Monitoramento da estrutura e caracterização ecológica em floresta tropical manejada na Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 14, n. 4, e6867, 2019. <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i4a6867>.
- Ferreira, B.; Ribeiro, E. G.; Pereira, B.; Pinheiro, P. F.; Maciel, M. N. Imagens orbitais na análise da degradação florestal e qualidade do manejo em áreas de exploração no município de Paragominas-PA. *Enciclopedia Biosfera*, v. 11, n. 21, p.3151-3165, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2033>. Acesso em: 13 Jun. 2023.
- Jardim, F. C. S.; Quadros, L. C. L. Estrutura de uma floresta tropical dez anos após exploração de madeira em Moju, Pará. *Revista Ceres*, v. 63, n. 4, p.427-435, 2016. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663040001>.
- Lima, B. A.; Nicoletti, M. F.; Stepka, T. F.; Carvalho, S. P. C.; Melo, L. O.; Cruz, G. S. Efeitos da exploração de impacto reduzido (EIR) na composição florística e estrutura de uma floresta ombrófila densa na Amazônia Brasileira. *Scientia Forestalis*, v. 49, n. 131, e3635, 2021. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n131.23>.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Pará. Secretário de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará. Instrução Normativa SEMA Nº 5, de 10 de setembro de 2015. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, v.125, n.32929, p.37-57, 2015. Disponível em: <https://www.ioepa.com.br/pages/2015/2015.09.11.DOE.pdf>. Acesso em: 15 Jun. 2023.

Silva, G. O.; Souza, P. B. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de cerrado sensu stricto, Gurupi - TO. **Revista Desafios**, v. 3, n. especial (2016), p.22-29, 2017. <https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2016v3nespp22>.

Vieira, D. S.; Gama, J. R. V.; Ribeiro, R. B. S.; Ximenes, L. C.; Corrêa, V. V.; Alves, A. F. Comparação estrutural entre floresta manejada e não manejada na comunidade Santo Antônio, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p.1067-1074, 2014. <https://doi.org/10.5902/1980509816619>.