








## O IMPACTO DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA ABERTURA DE DOSSEL EM UMA FLORESTA MANEJADA NO SUL DO AMAZONAS

Isabel Cristina Gomes Bezerra<sup>1</sup>, Joberto Veloso de Freitas,<sup>1</sup> Priscila Elias Oliveira Marques<sup>1</sup>  
, Endrio Sulivan Texeira da Silva<sup>1</sup>, Nilza Catarina Rodrigues Neta<sup>1</sup>

1 Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil. E-mail: isabelcristina@ufam.edu.br; joberto@ufam.edu.br; priscilaelias1596@gmail.com; edrufam17@gmail.com; catarinarodriguesn@gmail.com  
Autora correspondente: Isabel Cristina Gomes Bezerra. E-mail: isabelcristina@ufam.edu.br

### RESUMO

Neste estudo, avaliou-se os impactos da exploração de madeira na abertura do dossel, utilizando dois métodos de seleção de árvores para o corte. A pesquisa ocorreu em um compartimento de manejo florestal de 1.315 hectares, em 14 parcelas experimentais. Foram implementados um tratamento convencional e um tratamento alternativo de seleção de árvores para corte, com critérios específicos. A coleta de dados foi realizada ao longo de transectos lineares e utilizando um densiômetro convexo para medir a abertura do dossel (%) antes e após a exploração. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na abertura do dossel antes da exploração ( $p = 0,78$ ). Após a exploração o método alternativo apresentou uma menor porcentagem média de abertura do dossel e menos clareiras após a exploração, mostrando-se diferente ao método convencional também no ponto de vista estatístico ( $p = 0,02$ ). O impacto na abertura do dossel foi proporcional à intensidade de corte ( $n \text{ ha}^{-1}$ ). Esses resultados sugerem que intensidades de corte moderadas e utilizando critérios de avaliação em campo, podem contribuir um manejo florestal mais sustentável, com menor impacto na abertura do dossel e formação de clareiras.

**Palavras-chave:** Amazônia; manejo florestal sustentável; seleção de árvores

### *THE IMPACT OF FOREST HARVESTING ON CANOPY OPENING IN A MANAGED FOREST IN THE SOUTHERN OF AMAZONAS, BRAZIL*

#### ABSTRACT

*In this study, we evaluated the impacts of logging on canopy opening using two methods of selecting trees for harvest. The research took place in a forest management compartment of 1,315 hectares, in 14 experimental plots. A conventional and an alternative treatment for selection of trees for harvesting, with specific criteria, were implemented. Data were collected along linear transects and using a convex densiometer to measure canopy openness (%) before and after logging. The results showed that there was no significant difference in canopy opening before logging ( $p = 0.78$ ). After logging, the alternative method showed a lower mean percentage of canopy opening and fewer clearings after logging, differing from the conventional method also statistically ( $p = 0.02$ ). The impact on canopy opening was proportional to the cutting intensity ( $n \text{ ha}^{-1}$ ). These results suggest that moderate cutting intensities, using field evaluation criteria, can contribute to more sustainable forest management, with less impact on canopy opening and canopy gaps formation.*

**Key words:** Amazon region; sustainable forest management; tree selection.

### ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



### INTRODUÇÃO

A Amazônia protege uma biodiversidade única e essencial para serviços ecossistêmicos. Porém, enfrenta ameaças como desmatamento, exploração de recursos, expansão agrícola e mudança climática. A preservação desse ecossistema é crucial para a sobrevivência das espécies e a preservação dessa riqueza biológica para as futuras gerações. (Fearnside, 2021; Lopes *et al.*, 2023).

A estrutura e composição de uma floresta podem ser determinadas pelas características das populações, sendo determinantes para a execução da atividade de exploração seletiva da madeira (Chaves *et al.*, 2013). No bioma amazônico essa atividade ainda evolui com o desenvolvimento de técnicas que auxiliem a redução de impactos e posterior sustentação e conservação do ecossistema (Castro, 2012). Ainda assim, tais técnicas causam aberturas no dossel da floresta, ocasionando a formação de clareiras, o que proporciona a entrada de mais energia luminosa na vegetação mais abaixo das árvores dominantes (Goldstein *et al.*, 2016; Butler, 2023). A luz é um recurso para a manutenção da vida no planeta, e na floresta a sua disponibilidade aos organismos influencia principalmente no seu crescimento e sobrevivência (Maciel *et al.*, 2002).

O grau de abertura do dossel, que consiste na cobertura superior formada pelos galhos e folhas das árvores, é uma variável importante para entender as mudanças na floresta devido à herança de árvores (Butler, 2023). A luz desempenha um papel crucial no crescimento das espécies arbóreas e tem sido objeto de pesquisa para compreender os efeitos fisiológicos de sua escassez ou excesso (Goldstein *et al.*, 2016). Desenvolver métodos que avaliam a abertura do dossel é fundamental para compreender como as árvores respondem a esses eventos e como eles podem auxiliar no desenvolvimento de técnicas que reduzam os impactos do Manejo Florestal Sustentável. Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo comparar os impactos da exploração madeireira seguindo dois métodos de seleção de árvores para o abate.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Área de estudo e desenho experimental

A pesquisa ocorreu em uma área de Manejo Florestal Sustentável do projeto Democracia, em Manicoré/AM. A região tem coordenadas 05°45'50" S e 61°31'24" W. O estudo foi realizado no compartimento anual número 7, que possui 1.315ha e contém 14 parcelas experimentais aleatórias de 6,25 ha (250 x 250 m) selecionadas aleatoriamente (Freitas, 2004). A vegetação é uma floresta tropical primária densa de terra-firme, com árvores de altura média de 27 m. O clima é do tipo Am, com temperaturas médias inclinadas de 24 a 26°C, umidade relativa do ar de 85 a 90% e precipitação anual de 2.520mm. A topografia é predominantemente plana, com solo do tipo arenoso.

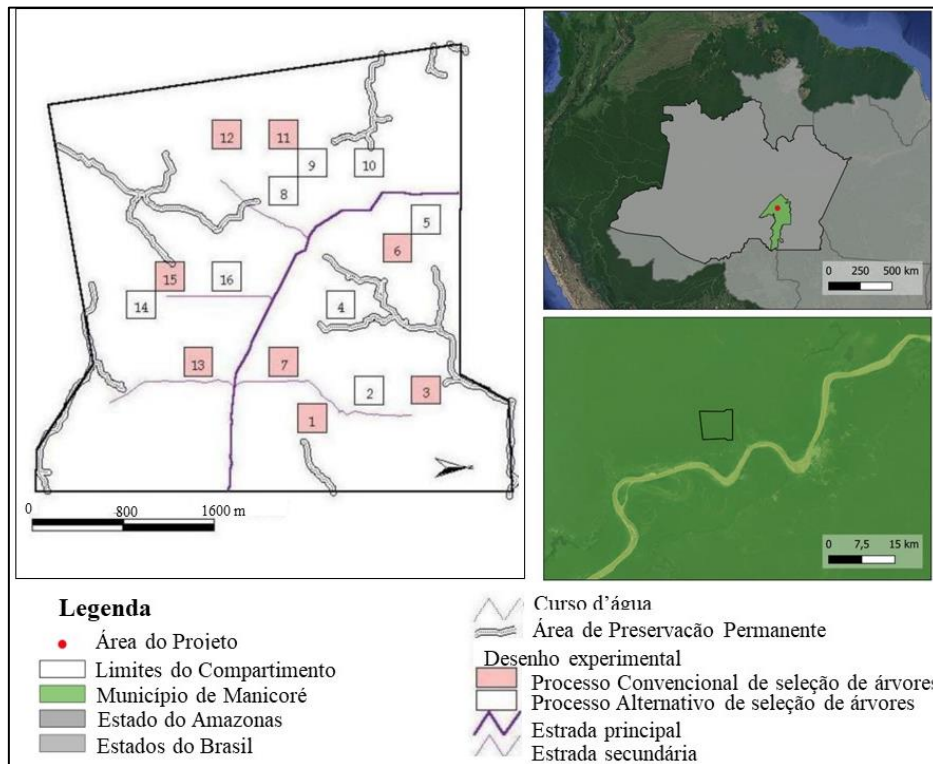


Figura 1. Localização da área de estudo e desenho experimental do projeto

Dois processos de seleção de árvores foram implementados após o inventário florestal pré-exploratório, para permitir avaliar os seus efeitos na estrutura da floresta após a exploração. Os tratamentos foram designados aleatoriamente nas parcelas, conforme a Tabela 1, considerando a estratificação em duas classes de área basal.

Tabela 1. Descrição dos critérios de seleção de árvores para corte a partir do Tratamento 1 (T1) referente ao método convencional e Tratamento 2 (T2), para o alternativo

T1 – Seleção convencional de árvores (CON)	T2 – Seleção de árvores alternativa (ALT)
Os mapas de exploração incluíram todas as árvores que poderiam ser exploradas (diâmetro a 1,30m do solo (D) $\geq 45$ cm); foi aplicado o diâmetro mínimo de derrubada; intensidade da colheita tal como definida no plano de manejo (PMFS), não ultrapassando a média de 12 árvores ha <sup>-1</sup> em todo o compartimento; 10% das árvores das espécies comerciais e com D maior do que o diâmetro mínimo de corte foram selecionadas na escala do compartimento (~1500 ha), para serem mantidas como porta-sementes, mas a sua localização não constava no mapa da colheita; a localização de espécies protegidas e árvores remanescentes em potencial também não estão incluídas no mapa.	Os mapas de exploração incluíram árvores que poderiam ser abatidas, diâmetro mínimo de corte (DMC) definido por espécie, com base em características ecológicas e no diâmetro máximo atingível da espécie; a intensidade da colheita foi controlada em uma escala de 50 x 50 m (quadra), um máximo de 3 árvores por quadra, não mais que 2 árvores por clareira, e distância mínima de 5 metros separando as árvores a serem colhidas; o mapa de colheita incluía informações sobre a localização de árvores porta-sementes, espécies protegidas, árvores com potencial para corte futuro e informações sobre o diâmetro das árvores que podem ser exploradas. As árvores porta-sementes foram selecionadas com base nas características das espécies e na escala de 100 hectares.

O impacto da exploração foi avaliado para as variáveis abertura no dossel (%), área de clareiras causadas pela exploração e a comparação entre os tratamentos foi feita considerando a intensidade de corte em cada um deles.

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

### Coleta e processamento de dados

A coleta de dados ocorreu em cada parcela experimental utilizando amostragem. Antes da exploração, a porcentagem de abertura do dossel foi estimada ao longo de pontos distribuídos em cinco transectos paralelos de 100 m cada e distantes entre si em pelo menos 50 m. Após a exploração, o método se repetiu para quatro transectos de 150 m cada, estabelecidos em uma área central de cada parcela experimental para evitar o efeito de borda, a fim de estimar a porcentagem de abertura do dossel (%) causada pelas atividades de exploração, entendida como sendo a derrubada das árvores selecionadas para corte pelos diferentes tratamentos, e a extração mecanizada das toras. Caminhando-se pelo comprimento do transecto, registrava-se os eventos observados verticalmente em cada ponto de avaliação, medido por seu comprimento ao nível do solo (m), classificando o dossel em três classes, sendo elas “floresta fechada”, “abertura natural” e “abertura de exploração”. Nos dois casos, assume-se a ocorrência de clareiras ao nível do solo, sendo possível estimar a proporção de área com clareiras, naturais e causadas pela exploração florestal.

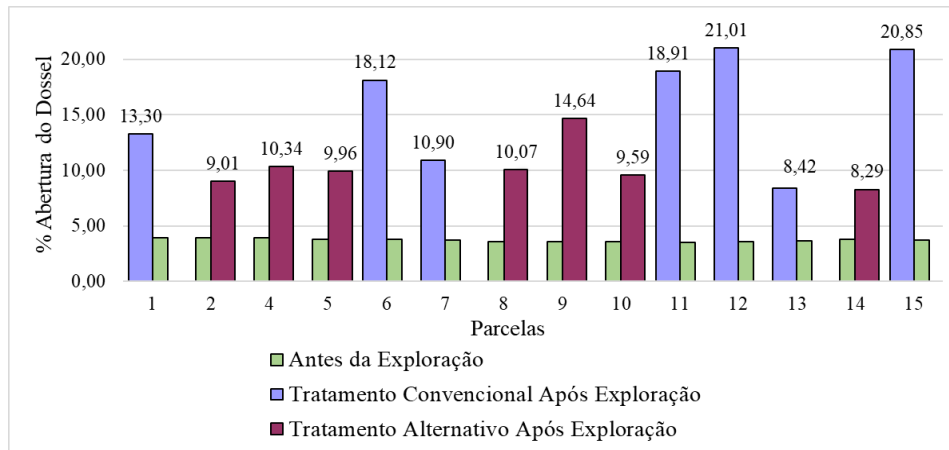
Para estimar o grau de abertura do dossel, foi utilizado um densiômetro esférico (Forestry Suppliers, Inc), instrumento que consiste em um espelho convexo com 24 quadros que refletem a luz incidente sobre o sub-bosque ao passar pelos espaços não preenchidos pelo dossel, em um ângulo de 180° (Lemmon, 1957). Cada quadro foi dividido mentalmente em quatro partes, contando-se quantas partes refletiam a condição de abertura do dossel em cada ponto, com quatro leituras por ponto, em direção a norte, sul, leste e oeste. A média das quatro observações em cada ponto foi multiplicada por 1,04, um fator de correção do aparelho, para obter a estimativa da abertura do dossel em porcentagem (%).

A abertura média do dossel por parcela foi usada para comparações estatísticas entre os tratamentos. Para a análise estatística dos resultados, um teste t para duas amostras foi aplicado para a variável de resposta porcentagem abertura do dossel (%) causada pela exploração nos dois tratamentos, após avaliar a condição de homogeneidade de variâncias dos dados. Para checar as condições iniciais da floresta, antes e após a exploração florestal confirmou-se não haver diferença entre as aberturas do dossel por clareiras naturais em todas as parcelas.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados de abertura média do dossel antes da exploração foi possível observar semelhança estatística altamente significativa para as parcelas destinadas à exploração convencional e alternativa ( $p = 0,78$ ), as quais foram 3,71% ( $\pm 0,13$ ) e 3,73% ( $\pm 0,15$ ) respectivamente para os tratamentos 1 e 2. O resultado indica que, antes do evento, as clareiras naturais ocorriam de forma equivalente nas parcelas destinadas aos tratamentos, conforme é possível observar na Figura 2.

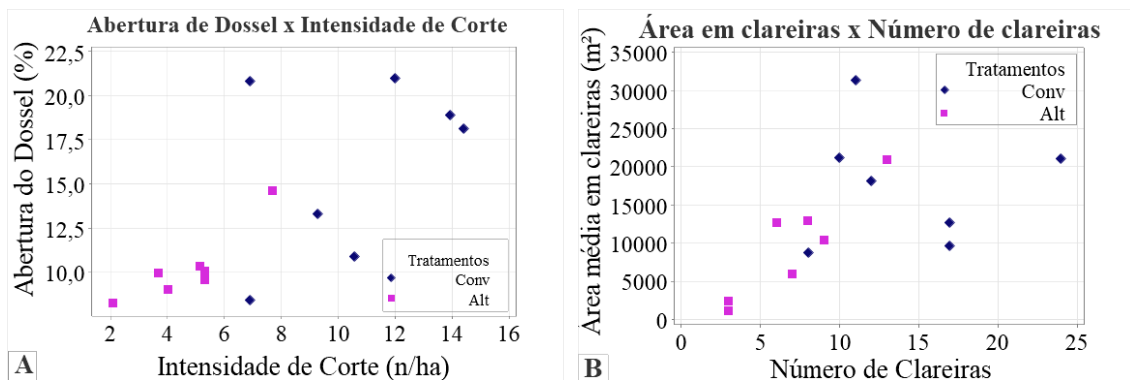
## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal



**Figura 2.** Distribuição da porcentagem média da abertura do dossel antes da exploração e após o evento para o método convencional e alternativo

Após a exploração, a porcentagem de abertura média do dossel foi maior do que antes, para ambos os métodos (Figura 2). Os resultados do teste t para duas amostras, indicaram que houve diferença estatisticamente significativa na abertura média do dossel entre os tratamentos após a exploração (valor-p = 0,02), demonstrando que a porcentagem de abertura de dossel, ou seja, de impacto da exploração, foi diferente entre os tratamentos, com valores médios de 15,9% ( $\pm 5$ ), para o T1 e 10,2% ( $\pm 2$ ) para o T2.

Observou-se que o método alternativo de seleção de árvores apresentou menor porcentagem de abertura do dossel (Figura 3 A), demonstrando, ainda, que o impacto da exploração também está relacionado a intensidade de corte, em número de árvores abatidas ( $n\ ha^{-1}$ ). Além disso, apresentou uma menor proporção de clareiras causadas pela exploração, como uma menor área impactada (Figura 3B), comparada ao método convencional. Os resultados sugerem que ao limitar a intensidade de corte e adotar critérios de avaliação em campo para evitar o agrupamento de árvores derrubadas, é possível reduzir o tamanho das clareiras causadas pela exploração. Isso evita problemas como fragmentação de habitat, exposição excessiva do solo e perda de biodiversidade. Além disso, clareiras menores facilitam a recuperação das áreas, permitindo uma regeneração mais rápida e eficiente da vegetação (Gonçalves & Oliveira, 2009), o que representa um avanço significativo em direção a um manejo florestal sustentável e equilibrado.



**Figura 3.** (A) Distribuição da porcentagem média da abertura do dossel antes da exploração e após o evento para o método convencional e alternativo de acordo com a Intensidade de Corte ( $n/ha$ ) e (B) Área total média das clareiras após a exploração em relação ao Número de clareiras observadas na abordagem convencional e alternativa

### CONCLUSÃO

A análise dos dados mostrou que após a exploração, houve um aumento na abertura do dossel para ambos os métodos de seleção das árvores para corte, porém o método alternativo resultou em menor abertura, além de menor área ocupada por clareiras, comparação com o método convencional. Esses resultados indicam que ao adotar um manejo com menor intensidade de corte e diretrizes para nortear as decisões de equipes de exploração em campo, é possível reduzir o tamanho das clareiras, facilitando a recuperação rápida e eficiente da vegetação e promovendo um manejo florestal mais sustentável e equilibrado.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Butler, R. A. **O que é dossel?** Disponível em: <https://world.mongabay.com/brazilian/004.html>. 07 Jun. 2023.
- Castro, T. C. **Dinâmica da regeneração natural em uma floresta ombrófila densa após a exploração florestal de impacto reduzido na Amazônia Oriental**. 2012. 174p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012. <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1862>. 11 Jun. 2023.
- Chaves, A. D. C. G.; Santos, R. M. S.; Santos, J. O.; Fernandes, A. A.; Maracajá, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p.43-48. 2013. <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/449/pdf>. 11 jun. 2023.
- Fearnside, P. M. **O valor intrínseco da biodiversidade amazônica: 1–Reconhecer o “elefante na sala”**. 21 de Julho de 2021. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/o-valor-intrinseco-da-biodiversidade-amazonica-1-reconhecer-o-elefante-na-sala/>. Acesso em: 10 Jun. 2023.
- Freitas, J. V. **Improving tree selection for felling and retention in natural forest in Amazonia through spatial control and targeted seed tree retention: a case study of a forest management project in Amazonas State, Brazil**. 2004. 190f. Ph.D. Thesis - University of Aberdeen, 2004.
- Goldstein, G.; Santiago, L.S.; Campanello, P.I.; Avalos, G.; Zhang, Y.J.; Villagra, M. Facing shortage or excessive light: how tropical and subtropical trees adjust their photosynthetic behavior and life history traits to a dynamic forest environment. In: Goldstein, G.; Santiago, E. L. S. (Eds.). **Tropical tree physiology**. Cham: Springer, 2016. p.319-336. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27422-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27422-5_15).
- Gonçalves, R. C. G.; Oliveira, L. C. **Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia**. 1.ed. Rio Branco: Embrapa Acre, 2009. 444p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138040/1/LivroEmbrapa.pdf>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Lemmon, P. E. A new instrument for measuring forest overstory density. **Journal of Forestry**, v. 55, n. 9, p.667-669, 1957.
- Lopes, M. J. S.; Santiago, B. S.; Silva, I. N. B.; Gurgel, E. S. C. Impacto do desmatamento e queimas na biodiversidade invisível da Amazônia. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 1, e9608, 2023. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n1e9608>.
- Maciel, M. D. N. M.; Watzlawick, L. F.; Schoeninger, E. R.; Yamaji, F. M. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 1, p.101-114, 2002. <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/472/629>. 11 Jun. 2023.