



Caracterização do estoque madeireiro remanescente após a extração seletiva de madeira na Floresta Nacional do Tapajós

Iandra Victória Pinto Guimarães^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-8134-2496>

* Contato principal

Sarah Stephanie Rebelo Traian Baumann¹

 <https://orcid.org/0000-0003-1916-1552>

Karla Mayara Almada Gomes¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4821-6578>

Carlos Richele Braga Ferreira²

 <https://orcid.org/>

João Ricardo Vasconcellos Gama^{**}

 <https://orcid.org/0000-0002-3629-3437>

Ademir Roberto Ruschel³

 <https://orcid.org/0000-0002-0352-5238>

Dárlison Fernandes Carvalho de Andrade⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-4362-8979>

¹ Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA, Brasil. <iandravictoria.eng@gmail.com, sarah.engflor@gmail.com, karlamayaramada@gmail.com>.

² Cooperativa Mista da Floresta Nacional do Tapajós/COOMFLONA, Brasil. <richeleforestal@hotmail.com>.

³ Embrapa Amazônia Oriental, Brasil. <ademir.ruschel@embrapa.br>.

⁴ Serviço Florestal Brasileiro/SFB, Coordenação-Geral de Informação Florestal/CGINF, Brasil. <darlison.andrade@florestal.gov.br>.

** *In memoriam*

Recebido em 28/03/2023 – Aceito em 17/07/2024

Como citar:

Guimarães IVP, Baumann SSRT, Gomes KMA, Ferreira CRB, Gama JRV, Ruschel AR, Andrade DFC. Caracterização do estoque madeireiro remanescente após a extração seletiva de madeira na Floresta Nacional do Tapajós. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(2): 109-120. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i2.2435

Palavras-chave: Alteração populacional; estoque madeireiro; alterações florísticas.

RESUMO – No manejo florestal, a etapa de extração seletiva de madeira exige atenção para que os danos à floresta remanescente sejam minimizados. Conhecer a magnitude desses danos é crucial para direcionar práticas de manejo e garantir a sustentabilidade do manejo. Neste trabalho, buscou-se caracterizar o estoque madeireiro remanescente após a colheita em uma unidade de produção anual de uma área de manejo florestal, localizada na Floresta Nacional do Tapajós. Foram utilizados dados do inventário florestal 100%, considerando as árvores classificadas nas categorias de uso ou proteção. Do universo das árvores derrubadas, foram selecionadas 74 árvores para compor a amostragem utilizada para quantificar o impacto causado pela colheita quanto à abertura de clareiras e danos às árvores remanescentes. Para processamento dos dados utilizou-se o Microsoft Excel e o QGIS. Na unidade foram inventariadas 92 espécies que acumularam um volume médio de 41,83 m³ ha de madeira. Para a colheita, foram selecionadas 24, que somaram um volume médio de 11,3 m³ ha. Na exploração, a *Manilkara elata* foi a espécie que sofreu maior redução populacional. Após a colheita, as médias



de abertura da floresta causada pela derrubada das árvores acumularam 168,21 ha \pm 34,3 ha de floresta, correspondente a uma variação entre 6,04 % a 9,13% da área total da unidade. Florestas manejadas na Amazônia seguem diretrizes técnicas que propõem garantia de redução de impactos na floresta remanescente e, embora a intensidade de colheita por espécie siga critérios econômicos, a limitação de intensidade prevista pela lei é respeitada.

Characterization of the remaining timber stock after selective logging in the Tapajos National Forest

Keywords: Population change; timber stock; floristic changes.

ABSTRACT – In forest management, the selective logging stage requires attention so that damage to the remaining forest is minimized. Knowing the magnitude of these damages is crucial to guide management practices and ensure management sustainability. In this work, we sought to characterize the remaining wood stock after harvesting in an annual production unit of a forest management area, located in the Tapajos National Forest. Data from the 100% forest inventory were used, considering the trees classified in use or protection categories. From the universe of felled trees, 74 trees were selected to compose the sampling used to quantify the impact caused by the harvest in terms of the opening of clearings and damage to the remaining trees. Microsoft Excel and QGIS were used for data processing. In the unit, 92 species were inventoried, accumulating an average volume of 41.83 m³ ha of wood. For harvesting, 24 were selected, which added up to an average volume of 11.3 m³ ha. In exploration, *Manilkara elata* was the species that suffered the greatest population reduction. After the harvest, the average opening of the forest caused by the felling of trees accumulated 168.21 ha \pm 34.3 ha of forest, corresponding to a variation between 6.04% to 9.13% of the total area of the unit. Managed forests in the Amazon follow technical guidelines that guarantee the reduction of impacts on the remaining forest and, although the intensity of harvesting per species follows economic criteria, the limitation of intensity provided for by law is respected.

Caracterización del stock de madera remanente después de la tala selectiva en el Bosque Nacional Tapajós

Palabras clave: Cambio de población; existencias de madera; cambios florísticos.

RESUMEN – En el manejo forestal, la etapa de tala selectiva requiere atención para minimizar el daño al bosque remanente. Conocer la magnitud de estos daños es fundamental para orientar las prácticas de gestión y garantizar la sostenibilidad de la gestión. En este trabajo, buscamos caracterizar el stock de madera remanente después de la cosecha en una unidad de producción anual de un área de manejo forestal, ubicada en el Bosque Nacional Tapajós. Se utilizaron datos del inventario forestal 100%, considerando los árboles clasificados en categorías de uso o protección. Del universo de árboles talados, se seleccionaron 74 árboles para componer el muestreo utilizado para cuantificar el impacto causado por la cosecha en términos de apertura de claros y daños a los árboles remanentes. Para el procesamiento de datos se utilizó Microsoft Excel y QGIS. En la unidad se inventariaron 92 especies, acumulando un volumen promedio de 41,83 m³ ha de madera. Para la cosecha se seleccionaron 24, que sumaron un volumen promedio de 11,3 m³ ha. En exploración, *Manilkara elata* fue la especie que sufrió la mayor reducción poblacional. Después de la cosecha, la apertura promedio del bosque causada por la tala de árboles acumuló 168,21 ha \pm 34,3 ha de bosque, lo que corresponde a una variación entre 6,04% a 9,13% del área total de la unidad. Los bosques manejados en la Amazonía siguen lineamientos técnicos que garantizan la reducción de impactos sobre el bosque remanente y, aunque la intensidad de aprovechamiento por especie sigue criterios económicos, se respeta la limitación de intensidad prevista por la ley.

Introdução

Estudos mostram que o manejo florestal é uma estratégia de conservação que se apresenta como uma alternativa para uso racional dos recursos florestais e uma ferramenta que une a conservação ambiental à geração de emprego e renda[1]. Por ser uma das principais atividades econômicas da região amazônica, essencial também para a economia e subsistência, é necessária a busca por aprimoramentos que reduzam o impacto da extração seletiva de madeira ao ambiente[2][3].

A lei de gestão de florestas públicas[4] garante aos povos e comunidades tradicionais o direito ao usufruto de seus recursos florestais, como ocorre na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA do Tapajós), unidade de conservação federal (UC), criada por meio do Decreto nº 73.684, de 19 de fevereiro de 1974, localizada na Amazônia, onde a população local acessa e utiliza seus recursos florestais através do manejo florestal, visando, principalmente, à melhoria da qualidade de vida. A necessidade por organizar a gestão econômico-financeira do empreendimento florestal comunitário levou os moradores da FNT a criarem a Cooperativa Mista da Flona do Tapajós (COOMFLONA), que utiliza técnicas para redução dos impactos de suas atividades para assegurar a sustentabilidade do empreendimento[5].

A exploração de impacto reduzido (EIR), adotada pela COOMFLONA, tem sido recomendada desde a década de 1990. A EIR consiste em utilizar as melhores técnicas disponíveis de extração seletiva de madeira[6] e preconiza a implementação de diretrizes pré e pós-exploração, elaboradas para proteger a regeneração, reduzir os danos ao solo, prevenir danos desnecessários às espécies que não serão exploradas, na intenção de manter a estrutura florestal mais semelhante possível às condições anteriores à extração[7].

As atividades do manejo florestal são consideradas essenciais para o desenvolvimento sustentável no Brasil, principalmente na Amazônia[2]. O setor industrial madeireiro tem sofrido com a fiscalização ineficiente no combate às práticas ilegais, com o baixo capital de investimento e com a opinião pública, que detém pouco conhecimento sobre o que é o manejo florestal. Por essa razão, surge a necessidade da contínua busca por melhorias e inovações nesse setor.

O sistema de manejo pode causar impactos, em grau variado, à floresta remanescente. A colheita florestal compreende operações de derruba (extração

seletiva de madeira), arraste das toras e manuseio ao pátio de estocagem e transporte e, em cada uma dessas etapas, há possibilidade de ocorrerem danos a vários componentes do ecossistema. Pode provocar a compactação do solo pela movimentação de máquinas pesadas, além de danos às árvores remanescentes e abertura de clareiras[8]. Avaliar os danos da etapa de extração seletiva de madeira pode trazer informações relevantes para se compreender a sustentabilidade do manejo.

Nesse sentido, este estudo tem por objetivo caracterizar o estoque madeireiro remanescente após a colheita e quantificar o impacto causado pela colheita em relação à abertura de clareiras e danos às árvores remanescentes em uma unidade de produção anual (UPA) de uma área de manejo florestal, localizada na FLONA do Tapajós.

Material e Métodos

Área de estudo

Os dados coletados são oriundos do inventário 100% de intensidade amostral realizado em 2019 na UPA nº 01-2020, que possui 2.218,6997 ha, e faz parte da área de manejo florestal licenciada em nome da COOMFLONA, na FLONA do Tapajós.

Coleta de Dados

Todas as árvores com diâmetro medido a 1,30 m do solo (CCL DAP 25 cm) das espécies selecionadas foram inventariadas pela COOMFLONA na UPA 01-2020 (Inventário 100%) e classificadas em categorias, considerando critérios de raridade e restrições ao corte previstos em legislação, conforme detalhado abaixo:

- protegidas por lei: espécies vulneráveis e em perigo de extinção[9][10][11];
- raras: espécies que não atingiram pelo menos 10% do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA[12];
- espécies de uso múltiplo e ou não comerciais: espécies reservadas para a extração cascas, óleos e coleta de sementes e espécies sem interesse comercial;
- substitutas e outras: árvores não selecionadas para corte, mas que atenderam os critérios de colheita; árvores que substituíram as árvores autorizadas para corte; árvores com fuste

inadequado para colheita e árvores de espécies não comercializadas;

- e) selecionadas para corte: árvores selecionadas para corte que atenderam aos critérios estabelecidos de seleção para serem colhidas na execução do plano operacional anual (POA); e
- f) reservadas para segunda colheita: árvores que não atingiram o diâmetro mínimo para corte (DAP < 50 cm) e as demais maiores de 50 cm que não foram selecionadas para exploração.

Árvores remanescentes

Todas as árvores existentes na UPA após a colheita de madeira foram consideradas como remanescentes. Aproximadamente um mês após a colheita, para avaliação dos dados do inventário florestal 100% e confirmação das informações pós-colheita das árvores efetivamente derrubadas, foram selecionadas na UPA 01-2020, de forma inteiramente ao acaso, 4 unidades de trabalho (UT) dentre as 28 UTs da UPA. As UTs são subdivididas em quadras de 50x50 e, dentre as quadras, que são subdivisões nas UTs, utilizadas para facilitar a localização das árvores durante as operações da colheita, foram selecionadas aleatoriamente oito (8). Nessas quadras selecionadas, replicou-se o inventário 100% para árvores com DAP \geq 35 cm para avaliar os danos causados pela derruba de árvores, sem a inclusão de trilhas de arraste e pátios, para confirmação das informações. Além disso, foi utilizada a localização dos tocos de árvores derrubadas para quantificar as áreas abertas pela derrubada destas árvores, sem incluir as áreas abertas pelas trilhas de arraste, que, normalmente, não comprometem o dossel da floresta.

Nas quadras amostradas foram coletadas as seguintes informações: altura do toco (maior altura do solo até o local de corte); espécie da árvore derrubada; número de árvores remanescentes por espécie com DAP \geq 35 cm. Também se avaliou, em cada indivíduo inventariado, se foram danificados pela colheita e qual o tipo do dano (quebra de copa ou quebra de fuste), além da localização geográfica dos tocos, do direcionamento de queda das árvores exploradas e das árvores remanescentes danificadas.

Análise dos dados

Os dados fornecidos pela COOMFLONA, bem como aqueles coletados em campo, após a extração

seletiva de madeira, foram processados no software Microsoft Office Excel. A conversão do volume da árvore em m³ para volume da árvore em m³ ha, foi feita através da divisão do volume da árvore pela unidade de área, em hectares (2.218,6997 ha) e, posteriormente, foi calculado o volume por espécie com a soma dos volumes proporcionais de todas as árvores inventariadas para cada uma das espécies. Por fim, para análise da distribuição diamétrica das espécies, utilizou-se classes de diâmetro, considerando a seguinte fórmula:

$$=INT(DAP \text{ da árvore}/10) * 10+5$$

Geoprocessamento

Os pontos de GPS referentes às localizações dos tocos das árvores exploradas e dos seus direcionamentos de queda foram organizados no programa GPS Track Maker. Após organizados, esses dados foram exportados para o programa QGIS, versão 3.16.6.

Para quantificar o tamanho médio das áreas abertas com as clareiras resultantes do abate das árvores comerciais logo após a realização do manejo, foi utilizada uma imagem do satélite PLANET, pós exploração, com resolução de 3 m, referente ao dia 23 de dezembro de 2020, por ser a imagem de melhor qualidade e com menor incidência de nuvens disponível em data posterior à derrubada das árvores na UPA 01-2020. Na imagem, foram inseridas as coordenadas geográficas da localização de cada árvore derrubada, de cada quadra trabalhada e, posteriormente, foram contornados os polígonos onde esses pontos indicavam clareiras causadas pela derruba.

Em seguida, na tabela de atributos do *shapefile*, contabilizaram-se os valores de área das clareiras, em hectares, e sucessivamente, os valores foram exportados para o Microsoft Office Excel.

Estimativa de áreas abertas pela derrubada de árvores

Para a estimativa do tamanho de área aberta na floresta pós-colheita, foi adotado o seguinte procedimento:

- 1) média de área aberta de clareira por árvore amostrada (quadras) * 7.441 (número de árvores selecionadas para corte), para a estimativa em hectares;

- 2) a estimativa do tamanho da abertura de clareiras, em porcentagem, foi calculada considerando o tamanho total da UPA como 100% (2.218,6997 ha);
- 3) a avaliação da confiabilidade das estimativas foi feita com base no intervalo de confiança, calculado com a seguinte fórmula:

$$X \pm Z \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Onde X representa a média das amostragens, Z o valor associado a probabilidade desejada (95% = 1,96), S o desvio padrão e n o número de amostras.

Resultados

Do universo de, 28.367 árvores com DAP \geq 35 cm de 92 espécies inventariadas na UPA 01-2020, representaram em termos médios um volume de

41,83 m³ ha de madeira. A cooperativa selecionou 24 espécies como alvo da colheita de madeira, das quais as árvores com DAP \geq 50 cm somaram um volume de 11,3 m³ ha (29,71% do volume total das árvores do censitário com DAP \geq 35 cm). Das espécies com árvores derrubadas para a colheita, destacaram-se, dentre as 10 com maior volume de madeira extraído: Maçaranduba (*Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach), Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez), Jutaí-mirim (*Hymenaea parvifolia* Huber), Tauari (*Couratari guianensis* Aubl), Timborana (*Pseudopiptadenia psilostachya* (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima), Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), Jarana (*Lecythis lurida* (Miers) S.A.Mori), Guajará-bolacha (*Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni), Cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd) e Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) (Figura 1). Dentre essas, a Maçaranduba, a Itaúba e o Jutaí-mirim, que possuem alto interesse econômico na região e possuem diversas finalidades de uso [13], sofreram as maiores reduções no volume original.

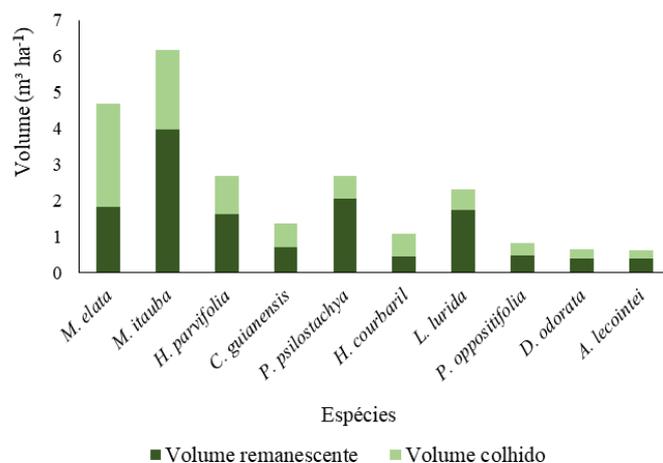


Figura 1 – Volume colhido e remanescente das 10 espécies para árvores com DAP \geq 35 cm.

Fonte: os autores.

Dentre as espécies exploradas, as 10 que apresentaram maior volume entre as reservadas para segunda colheita (50 cm \geq DAP \geq 35 cm) somam 4,1 m³ ha de volume (10,78% do total), e são: Jarana, Maçaranduba, Itaúba, Jutaí-mirim,

Fava-doce (*Andira surinamensis* (Bondt) Splitg. ex Pulle), Maparajuba (*Manilkara paraensis* Standl), Virola (*Virola michelii* Heckel), Goiabão (*Pouteria bilocularis* (H.J.P.Winkl) Baehni), Louro-preto (*Ocotea baturitensis* Vattimo-Gil) e Tauari (Figura 2).

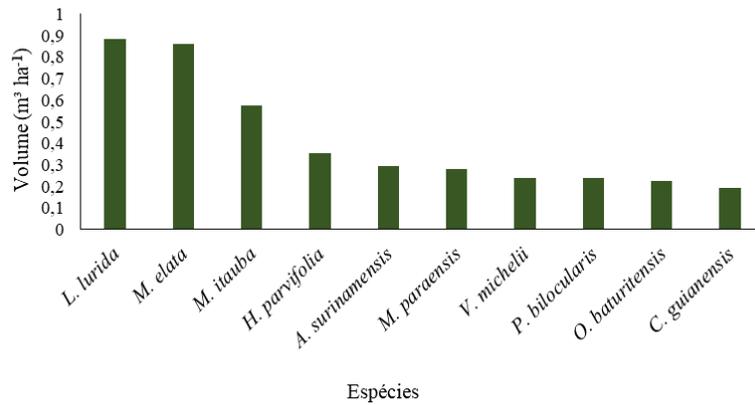


Figura 2 – Dez espécies com maior volume entre espécies comerciais remanescentes 50 cm < DAP ≤ 35 cm. Fonte: os autores.

A Maçaranduba, mais impactada pela colheita de madeira, é a segunda espécie mais abundante entre as reservas para segunda colheita. As árvores que foram alvo da colheita correspondem a uma classe de diâmetro que varia

entre 55 e > 80 cm. Antes da colheita, existiam 3.137 árvores de Maçaranduba, após a colheita, restaram 40% (1.248 árvores), distribuídas entre as classes de diâmetro de árvores remanescentes (Figura 3).

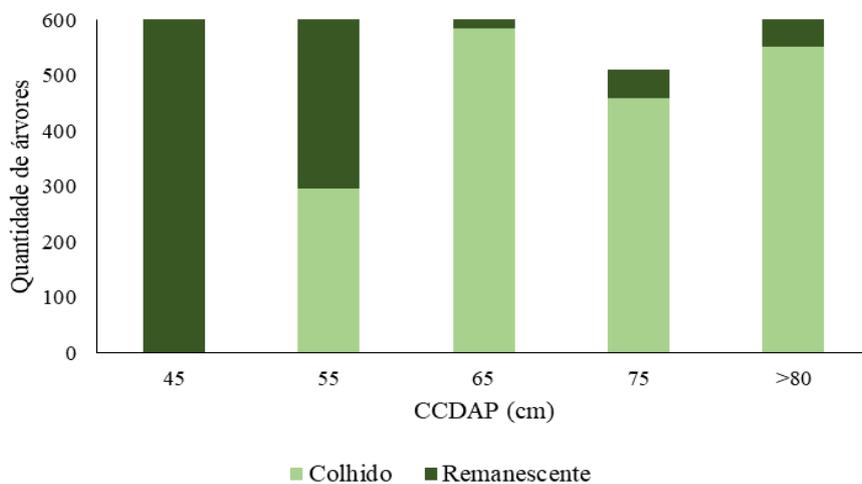


Figura 3 – Centro de classe de diâmetro (CCDAP) de *Manilkara elata* (Maçaranduba). Fonte: os autores.

Potencial econômico da floresta

No ano de 2020, a COOMFLONA comercializou a madeira proveniente do manejo florestal ao valor de R\$415,00/m³, independentemente da espécie. Com base nisso e nas informações provenientes do inventário florestal, as árvores

das 10 espécies que apresentariam maior valor econômico, conforme o volume explorado, entre as 24 espécies selecionadas, que atingiram o diâmetro mínimo e foram selecionadas para corte renderiam, teoricamente, um valor de R\$14.204.045,73. Por outro lado, as árvores reservadas para segunda colheita destas espécies, que são aquelas que não

atingiram o diâmetro mínimo para corte e as demais maiores de 50 cm que não foram selecionadas para exploração, somam um valor comercial de

R\$1.891.466,76, o que mostra que, após a colheita, a floresta ainda possui potencial econômico com o estoque de árvores (Tabela 1).

Tabela 1 – Dez espécies de maior valor econômico conforme volume explorado.

Espécies colhidas	Colhidas (R\$)	Remanescentes
<i>Manilkara elata</i>	4.247.864,18	474.862,75
<i>Mezilaurus itauba</i>	2.525.378,00	289.186,07
<i>Hymenaea parvifolia</i>	1.646.787,60	220.878,40
<i>Hymenaea courbaril</i>	1.590.429,86	89.807,16
<i>Couratari guianensis</i>	1.189.327,13	125.757,37
<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i>	968.101,17	84.618,21
<i>Lecythis lurida</i>	642.733,82	436.460,85
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	485.236,72	15.009,89
<i>Astronium lecointei</i>	465.275,51	128.844,64
<i>Dipteryx odorata</i>	442.911,74	26.041,42

Fonte: os autores.

Amostragem na área de manejo florestal

Na amostragem da área submetida às atividades de derruba de árvores, foram mapeadas 169 árvores, distribuídas nas oito quadras selecionadas, divididas em duas categorias: selecionadas para corte e reservadas para 2ª colheita.

Do universo de 57 árvores remanescentes encontradas nas quadras visitadas, 15 (26,31%) apresentaram danos, como rachadura do fuste, após a exploração. Ademais, em campo, foram encontrados 74 tocos de árvores, subdivididos nas quadras para amostragens (Tabela 2).

Tabela 2 – Quantidade de tocos e árvores danificadas por quadra.

Nº da quadra	5	9	10	16	7	16	1	4
Quantidade de tocos	4	11	14	35	1	4	1	4
Quantidade de árvores danificadas	1	6	1	4	1	-	-	2

Fonte: os autores.

Aberturas de clareiras

As informações coletadas nas quadras foram úteis para estimativas de danos em árvores remanescentes inventariadas e para quantificar as

áreas abertas de clareiras no manejo florestal. Na Tabela 3, observam-se os valores das aberturas de clareiras por classe de diâmetro nas quadras onde foram encontrados os tocos.

Tabela 3 – Área aberta (m²) por classe de diâmetro nas quadras observada.

CCDAP (cm)	N	Área Aberta (m ²)	Média (m ²)	Mínimo (m ²)	Máximo (m ²)	Desvio Padrão (m ²)	Coefficiente de Variação (%)
55	14	3685,61	263,26	37,10	767,08	246,89	106,63
65	22	4724,62	214,76	17,18	1122,83	234,38	91,63
75	18	4155,26	230,85	37,15	689,19	196,27	117,62
85	12	2396,75	199,73	82,92	693,92	166,40	120,03
95	4	830,76	207,69	55,34	292,14	105,49	196,89
≥105	3	1143,11	381,04	141,90	666,76	265,51	143,51
Total	73	16936,11	232,00	17,18	1122,83	210,21	110,37

Fonte: os autores.

Após a colheita na UPA, estima-se, em média, a abertura de clareira pela derrubada de árvore em torno de 7,58% (168,21 ha ± 34,3 ha e intervalo de confiança, 95%) de floresta, que corresponde a uma variação entre 6,04% a 9,13% da área total da UPA, quando consideradas todas as árvores selecionadas e autorizadas para corte.

Discussão

Ao analisar a Maçaranduba em um plano de manejo florestal na Amazônia, Braz et al.[14] reforçam a importância de planos de manejo específicos que considerem as características das espécies para definição de intensidade e ciclos de corte, e concluem que, dentro de critérios de manejo, é crucial considerar as alterações nas condições de recuperação por espécie e por classe de tamanho do volume madeireiro comercial para o próximo ciclo, principalmente por meio de análises e simulações que considerem o incremento diferenciado das classes diamétricas, sua produtividade e distribuição de estoque e corte.

Ressalta-se que há uma expectativa de que as árvores remanescentes cresçam e recuperem os estoques de madeira extraídos, como observado por Ferreira et al.[15], que concluem que as árvores de maçaranduba entre 40-49 cm de diâmetro, as quais são consideradas para estoque, levam em média 20 anos para atingir o diâmetro comercial.

Por essas razões, a aplicação de tratamentos silviculturais que favoreçam o crescimento das espécies, como a Maçaranduba, é essencial para

garantir estoques contínuos da espécie, visando o enriquecimento, considerando o longo período que os indivíduos jovens precisam para atingir o diâmetro de corte[16]. Recomenda-se também que sejam desenvolvidos mais estudos de modelagem do crescimento com modelos que incluam variáveis como recrutamento e mortalidade, para se estimar o crescimento e o número de indivíduos que poderão alcançar o diâmetro mínimo de corte para futuras explorações de madeira[17].

Neste trabalho, entende-se que, além da atenção ao corte de cipós, visando incrementos no crescimento das árvores selecionadas para segunda colheita, de forma que atinjam o diâmetro mínimo de corte e também para que, no momento da colheita, os cipós não causem danos às outras árvores presentes na área, o manejo florestal deve avançar nos estudos e nas experimentações voltadas ao manejo por espécie. E considere as diferentes respostas à colheita de madeira atreladas à capacidade intrínseca de cada espécie de se recuperar após reduções em sua população com alterações na estrutura diamétrica.

Os efeitos do manejo florestal também são observados nos danos às árvores remanescentes. No momento do abate das árvores que, ao cair podem provocar danos às árvores vizinhas e pela movimentação das máquinas, no arraste, que podem danificar árvores que estejam ao redor[8]. A densidade de árvores na floresta manejada também é um fator que influencia no nível de danos causados nas árvores remanescentes pela extração com o Skidder, pois, quanto maior a densidade, maiores os danos, devido ao grau de dificuldade de manobra durante o arraste para as esplanadas.

Neste trabalho, as árvores remanescentes danificadas que foram encontradas apresentaram deteriorações na casca e quebra do fuste ou copa, que são alguns dos danos mais comuns gerados pela atividade da colheita[18]. Nesse sentido, deve ser considerado que o grau desse tipo de dano pode e deve ser controlado e minimizado, dependendo, principalmente, do planejamento do padrão de trilha de arraste adotado e do operador do Skidder, pois a abertura desnecessária de estradas e o planejamento inadequado das trilhas, além de aumentar o impacto da atividade e comprometer as perspectivas de sustentabilidade do manejo, implica maiores custos[19]. Vale ressaltar a importância de procurar formas de reduzir lesões nas árvores, por serem capazes de ter reflexos econômicos ao reduzir a qualidade da madeira, por exemplo.

Neste estudo, o volume colhido foi inferior a 20 m³ ha, abaixo do limite de 30 m³ ha permitido pela legislação, além disso, importante destacar que a COOMFLONA realiza suas atividades, conforme preconizado pela EIR. Nesse sentido, por se tratar de um empreendimento cumpridor de todas as exigências legais, não temos parâmetros para avaliar se os danos às árvores remanescentes, registrados neste estudo, foram relativamente baixos ou altos, mas destacamos que estudos realizados na FLONA do Tapajós, com relação à recuperação da floresta, após o manejo florestal, indicam que uma segunda colheita na floresta é possível, dentro de um ciclo de corte de 30 anos[20], e que a intensidade da extração seletiva de madeira é fator determinante na recuperação e nas mudanças de composição de espécies nas áreas manejadas[21].

Potencial econômico da floresta

Em termos monetários, é esperada a redução no valor da floresta, entretanto, novamente, é importante uma avaliação da floresta remanescente, considerando as diferentes espécies arbóreas e suas potencialidades econômicas para o segundo ciclo de corte. Além disso, uma avaliação sobre a recuperação dos estoques de madeira das espécies com maior volume extraído, por meio de parcelas permanentes, é crucial para a tomada de decisão não somente para o segundo ciclo, mas também para novas intervenções em áreas de floresta nativa sem histórico de atividade madeireira.

Clareiras abertas pela derrubada das árvores na colheita

A abertura de dossel provocada pelo corte seletivo e abertura das áreas manejadas é um indicador importante para a avaliação do impacto causado pelo manejo, visto que as clareiras causam impacto nas taxas de crescimento da floresta[22][23]. A área aberta pela exploração influencia na regeneração natural da floresta[24]; por essa razão, deve-se ressaltar que a exploração bem planejada, pode reduzir o tamanho da clareira. Segundo Castro et al.[25], as espécies florestais apresentam reações variadas em relação ao tamanho da clareira, por isso, é importante que se conheça as particularidades de cada espécie. Entretanto, vale ressaltar também que em amostras onde o dossel é fechado, a maioria das espécies apresentam grande descontinuidade ou problemas na distribuição, podendo chegar a total ausência de indivíduos jovens em algumas espécies. Em contrapartida, amostras que atingem áreas com clareiras, há maior aparecimento de indivíduos juvenis. Há espécies madeireiras que não apresentam distribuição diamétrica contínua e decrescente em floresta não perturbada em função de essa regeneração depender de clareiras[26].

O percentual previsto de abertura de clareiras pela derrubada de árvores (abaixo de 10% da área total) em áreas submetidas ao manejo florestal, seguindo técnicas de EIR, o percentual de árvores remanescentes danificadas pela colheita de madeira (26,31% observado neste estudo) e as alterações causadas na estrutura diamétrica das espécies com maior volume de madeira previsto para colheita indicam que a floresta remanescente apresenta estrutura e composição de espécies que devem garantir um novo ciclo de corte. Mas, neste estudo, destacamos, principalmente, a necessidade de que os planos de manejo florestal considerem, além de critérios econômicos, que concentram a colheita em poucas espécies arbóreas, as diferenças entre espécies, quanto à recuperação dos estoques de madeira extraídos, para definição das intensidades de colheita, visando, principalmente, um ciclo de corte futuro e a manutenção de uma floresta remanescente equilibrada, sem alterações drásticas na estrutura populacional das espécies que comprometam sua resiliência.

Conclusão

Florestas manejadas na Amazônia seguem diretrizes técnicas que propõem garantia de redução de impactos na floresta remanescente, com redução das áreas abertas pela derrubada das árvores e dos danos às árvores remanescentes, mesmo que isso por si só não garanta que as espécies que serão alvo da colheita serão avaliadas conforme suas características ecológicas e quanto à definição da intensidade da colheita, que tende a ser maior para as espécies mais valorizadas no mercado.

Em geral, critérios econômicos definem a intensidade da colheita por espécies, como podemos observar, a título de exemplo, a *Manilkara elata*, que foi a principal espécie-alvo da colheita. Apesar disso, restam 40% da população inventariada de *M. elata* na floresta, distribuídas em diferentes classes de diâmetro, cumprindo, desse modo, a limitação de intensidade prevista pela lei.

Agradecimentos

Meus agradecimentos ao meu orientador Dárlison Fernandes Carvalho de Andrade, no PIBIC/ICMBio, pelo incentivo e orientação. À minha coorientadora Karla Almada, pelo suporte que não deixou faltar. Aos servidores da FLONA do Tapajós, pelo acolhimento. Ao ICMBio, por apoiar e incentivar a realização de pesquisa científica nas unidades de conservação federais. Ao CNPq, pelo fomento da bolsa PIBIC. À COOMFLONA, pelo apoio nas coletas de campo e por disponibilizar os dados da UPA 01-2020.

Referências

- Espada ALV, Sobrinho MV, Rocha GM, Vasconcellos AMA. Manejo Florestal comunitário em parceria na Amazônia brasileira: o caso da Flona do Tapajós. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*. 2018; 14(1): 135-165. doi: doi.org/10.54399/rbgdr.v14i1.3472.
- Locks CJ, Matricardi EAT. Estimativa de impactos da extração seletiva de madeiras na Amazônia utilizando dados LIDAR. *Ciência Florestal*. 2019; 29(2): 481-495. doi: doi.org/10.5902/1980509826007.
- Reis PCMR. Análise estrutural e propriedades tecnológicas da madeira de espécies da Amazônia [dissertação]. Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- Presidência da República (Brasil). Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro – SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União. 2006 mar. 2 [citado em 2021]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/L11284.htm.
- Espada A, Pires T, Lentini M, Bittencourt P. Manejo florestal e exploração de impacto reduzido em florestas naturais de produção da Amazônia [Internet]. Informativo Técnico I IFT. Belém, IFT. 2015 [citado em 2021].
- Sabogal C, Pokorny B, Silva JNM, Carvalho JOP, Zweede J, Puerta R. Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira [Internet]. Belém/PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009 [citado em 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/853000/diretrizes-tecnicas-de-manejo-para-producao-madeireira-mecanizada-em-florestas-de-terra-firme-na-amazonia-brasileira>.
- Schwartz G, Peña-Claros M, Lopes JCA, Mohren GMJ, Kanashiro M. Midterm effects of reduced-impact logging on the regeneration of seven tree commercial species in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*. [Internet]. 2012 [citado em 2021]; 274: 116-125. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112712001041>.
- De Carvalho AN, de Carvalho TLGS; Gama JRV. Impactos ambientais do manejo florestal comunitário na Floresta Nacional do Tapajós. *Revista Agroecossistemas*. [Internet]. 2019 [citado em 2021]; 11(1): 169-182. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v11i1.5714>.
- Decreto Nº 5.975, de 30 de novembro de 2006 (Brasil). Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4o, inciso III, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2o da Lei no 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União. 2006 nov. 30 [citado em 2024 mai. 10]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm

10. Portaria MMA N° 148, de 7 de junho de 2022 (Brasil). Altera os Anexos da Portaria n° 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria n° 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria n° 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. [Internet]. 2022 jun. 7 [citado em 2024 mai. 10]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameaçadas_extincao.pdf
11. Brasil. Resolução COEMA N° 54, de 24 de outubro de 2007 (Brasil). Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no estado do Pará. [Internet]. 2007 out. 24 [citado em 2024 mai. 10]. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/375.pdf>
12. Brasil. Resolução n° 406, de 2 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. [Internet]. Diário Oficial da União, n° 26, 6 fev. 2009, pág. 100 [citado em 2021]. Disponível em: https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/CONAMA_RES_CONS_2009_406.pdf
13. Natividade MM, Sampaio JS, Pereira WS, de Sousa IRL, Cardoso Júnior CD, Carvalho CSS, Melo LO. Estrutura e dinâmica florestal, antes e após extração de madeira, em área de manejo florestal na Flona do Tapajós. *Revista Agroecossistemas*, 2018, 10 (2): 113-124. doi: doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5183.
14. Braz EM, Thaines F, de Mattos PP, Canetti A, Ruy CC. Planejamento do Manejo de Florestas naturais da Amazônia visando o segundo ciclo. Congresso Florestal Paranaense, 4., Curitiba, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/934757/1/2012EvaldoCFPPplanejamento.pdf>
15. Ferreira TMC, de Carvalho JOP, Emmert F, Ruschel AR, Nascimento RGM. How long does the Amazon rainforest take to grow commercially sized trees? An estimation methodology for *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach. *Forest Ecology and Management*. [Internet]. 2020 [citado em 2021]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112720311026>.
16. Romero FMB, Jacovine LAG, Torres CMME, Ribeiro SC, de Moraes Junior VTM, da Rocha SJSS, Romero RAB, Gaspar RdO, Velasquez SIS, Staudhammer CL, Ferreira Neto JA, Vidal E, Fearnside PM. Forest Management with Reduced-Impact Logging in Amazonia: Estimated Aboveground Volume and Carbon in Commercial Tree Species in Managed Forest in Brazil's State of Acre. *Forests*. 2021; 12(4): 481. doi: doi.org/10.3390/f12040481.
17. Ferreira TMC. Modelagem do crescimento de *Manilkara elata* (Allemão Ex Miq.) Monach. na Floresta Nacional do Tapajós [tese]. Belém: Universidade Rural da Amazônia, 2019.
18. Da Silva DA, Piazza G, Fantini AC, Vibrans AC. Manejo Florestal em uma Floresta Atlântica Secundária: caracterizando os danos da colheita. In 1° Fórum Integrado da Pós-Graduação. 2016. Disponível em: <https://bu.furb.br/soac/index.php/fip/1fip/paper/view/2773>.
19. Braz EM, Basso RO, Curto RDA, de Mattos PP, Silva JP. Densidade ótima de estradas para a exploração em plano de manejo florestal. In Embrapa Florestas- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Seminário de Colheita e Transporte de Madeira, 18., Ribeirão Preto. Brasília, DF: Embrapa; Colombo: Embrapa Florestas, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1092589>.
20. Reis LP, Ruschel AR, Coelho AA, da Luz AS, Martins-da-Silva RCV. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*. [Internet] 2010 [citado em 2021]; 30(64): 265-265. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/144>.
21. De Avila AL, Schwartz G, Ruschel AR, Lopes JC, Silva JNM, de Carvalho JOP, Dormann CF, Mazzei L, Soares MHM, Bauhus J. Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. *Forest Ecology and Management*. 2017; 385: 225-235. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.039>.
22. Pinagé ER, Gomes AR, Osako LS, Matricardi EAT, Guimarães US, dos Santos AHH. Estimativa da fração de cobertura florestal em áreas de manejo florestal com a utilização do analisador ótico LAI-2000 e fotografias hemisféricas. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu/PR, INPE. 2013. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.27.18/doc/p0437.pdf>.
23. Erdemann AA. Fatores que influenciam a dinâmica florestal após exploração de madeira na Amazônia brasileira [tese]. USP. Piracicaba; 2019.
24. Hirai EH, de Carvalho CJR, Silva JNM, de Carvalho JOP, de Queiroz WT. Efeito de exploração florestal de impacto reduzido sobre a regeneração natural em uma floresta densa de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. *Scientia Forestalis*. [Internet]. 2012 [citado em 2021]. Piracicaba, 40(95): 306-315. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1124650>.

25. Castro TC, de Carvalho JOP, Gomes JM. O tamanho da clareira não influencia no comportamento de mudas de *Manilkara huberi* plantadas após a colheita da madeira. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. [Internet]. 2013 [citado em 2021]. 56(2): 120-124. Disponível em: <http://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/800>.
26. Jardim FCS. Natural regeneration in tropical forests. *Revista de Ciências Agrárias*. [Internet]. 2015 [citado em 2021]. 58(1): 105-113. Disponível em: <http://btcc.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1676>.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.2, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

