

## BOLETIM TÉCNICO IFT 02

*Avaliação de Danos e Desperdícios provocados pela Exploração Madeireira em Florestas Amazônicas: um método prático para avaliar a qualidade da exploração*<sup>1</sup>

MARCO W. LENTINI<sup>2</sup>, THOMAS P. HOLMES<sup>3</sup>, IRAN P. PIRES E JOHAN C. ZWEEDE

### APRESENTAÇÃO

**A**pós quatro décadas nas quais a indústria madeireira da Amazônia operou em larga escala com baixos níveis de monitoramento e controle, o setor florestal passa hoje por um momento de transição. Além dos aprimoramentos nos sistemas de monitoramento estratégico e os avanços no ordenamento territorial da região, há hoje francas perspectivas de expansão das boas práticas de manejo florestal diante da política de concessão de florestas públicas à iniciativa privada e os incentivos públicos à implantação do manejo florestal comunitário e familiar.

Entretanto, apesar do avanço das tecnologias capazes de detectar a degradação florestal em vastas áreas, com imensa aplicabilidade no controle de qualidade das práticas de exploração de florestas, ainda são necessárias checagens de campo para determinar o nível de adoção das práticas de manejo. As agências federal e estaduais de licenciamento do manejo florestal, historicamente, têm executado vistorias em campo em uma intensidade aquém da necessária para avaliar o cumprimento destas práticas, por razões que incluem a falta de pessoal especializado e a falta de recursos financeiros para esta atividade. Mais importante do que isto, estas vistorias raramente seguem uma rotina sistemática disposta a avaliar se os danos e

desperdícios provocados pela exploração foram excessivos, uma preocupação que deveria ser ainda maior no caso de florestas que são públicas.

O Instituto Floresta Tropical (IFT) desenvolveu, em conjunto com pesquisadores do Serviço Florestal Estadunidense (USFS-IP), em 1996, um experimento visando comparar os custos e benefícios da exploração convencional para a extração de madeira (EC) com a exploração de impacto reduzido (EIR). Um dos subprodutos deste estudo (Holmes e colaboradores, 2002) foi o desenvolvimento de um método para a avaliação de danos e desperdícios que serve também para a geração de parâmetros úteis no monitoramento da qualidade da exploração. Isto ocorre porque grande parte dos danos e desperdícios são justamente originados pela implementação insuficiente de princípios de planejamento e técnicas adequadas de bom manejo de florestas.

Neste boletim, apresentamos novamente este método, que se destaca por sua praticidade e fácil aplicabilidade em florestas amazônicas. Esperamos que esta ferramenta possa ser disseminada justamente como um estimulador do monitoramento florestal em campo e para diminuir os custos de transação relacionados ao controle da qualidade da exploração em florestas públicas e privadas.

### COMO MEDIR OS IMPACTOS ECOLÓGICOS DA EXPLORAÇÃO?

Durante o experimento desenvolvido no Centro de Manejo Florestal Roberto Bauch (CMF RB), em 1996,

Holmes e colaboradores (2002) criaram um método simples para quantificar a degradação florestal e os impactos

<sup>1</sup> Versão simplificada para circulação em português. O método divulgado neste trabalho foi desenvolvido originalmente por Holmes e colaboradores, 2002 (ver Referências para Consulta).

<sup>2</sup> Autor correspondente. Email: [lentini@ift.org.br](mailto:lentini@ift.org.br)

<sup>3</sup> Pesquisador do Serviço Florestal Estadunidense. Economics and Policy Unit, Southern Research Station, USDA Forest Service. Research Triangle Park, North Carolina, Estados Unidos.

ecológicos provocados pela exploração. Este método é baseado em três avaliações:

(i) Danos provocados às árvores remanescentes deixadas na floresta após a exploração;

(ii) Proporção da área perturbada por máquinas pesadas durante a exploração;

(iii) Desperdícios de madeira deixados pela exploração como uma consequência da carência na aplicação de técnicas adequadas.

De fato, estes levantamentos relativamente simples têm se mostrado bastante efetivos para determinar o nível de degradação que foi causado à floresta pela exploração, revelando diferenças drásticas quando comparamos a EIR e a EC. Este método tem sido replicado há mais de 10 anos pelo IFT no CMF RB durante os cursos de capacitação e treinamento em manejo florestal.

### (1) Danos às árvores remanescentes.

Esta primeira mensuração considera a qualidade geral da árvore remanescente, definida aqui como árvores comerciais ou potencialmente comerciais entre 40 cm e 50 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), após a exploração. É feita através de três avaliações, sendo a primeira dos danos na copa das árvores provocados pela exploração, a segunda pelos danos causados ao fuste, e a terceira uma avaliação do estado geral de saúde da árvore. Para facilitar o monitoramento de danos, na segunda avaliação, o método utiliza como instrumento básico de comparação para o tamanho dos danos no fuste uma prancheta de anotação de dados, que mede comumente 1.500 cm<sup>2</sup> (30 cm x 50 cm) (Tabela 1). Nos Anexos deste Boletim, apresentamos um modelo de ficha de campo que pode ser utilizada para esta primeira mensuração de danos da exploração.

**Tabela 1.** Mensuração dos danos provocados pela exploração às árvores comerciais remanescentes, de acordo com a avaliação do estado das copas, dos fustes, do estado de saúde geral das árvores e das causas dos danos observados (adaptado de Holmes, 2002).

Classificação e descrição dos danos	Código <sup>1</sup>					
	0	1	2	3	4	5
Tipos de danos às copas	Sem danos, copa intacta.	Danos pequenos; menos de 1/3 da copa danificada	Danos moderados; entre 1/3 e 2/3 da copa danificados.	Danos severos; copa completamente destruída.	ND	ND
Tipos de danos aos fustes	Sem danos, fuste intacto.	Danos superficiais; menos de 1.500 cm <sup>2</sup> da casca danificados.	Danos superficiais, mas mais de 1.500 cm <sup>2</sup> da casca danificados.	Danos moderados; danos mais profundos que a casca, mas menos de 1.500 cm <sup>2</sup> danificados.	Danos severos; danos profundos em mais de 1.500 cm <sup>2</sup> , como em casos de fissuras grandes ou galhos quebrados	Danos irreversíveis, como fustes esmagados
Causa dos danos	Nenhuma	Corte	Arraste	Construção de estradas	Construção de pátios	Causas naturais
Classe de saúde da árvore	Perfeita, sem danos.	Sinais claros de recuperação.	Sem sinais de recuperação ou árvore morta/ apodrecendo.	Sinais claros de morte ou apodrecimento (como ataque de insetos e fungos).	ND	ND

<sup>1</sup> Apenas para fins de clareza, uma mesma árvore remanescente pode receber diferentes códigos para os tipos de danos na copa e no fuste, causa dos danos e estado geral de saúde da árvore. “ND” denota códigos não definidos para a categoria de classificação em questão.

**(2) Danos ao solo da floresta (área exposta pela exploração).** Esta segunda mensuração tem por objetivo avaliar o impacto do uso de máquinas pesadas no solo da floresta. Quando melhor e mais planejada for a exploração, é esperado que haja menores impactos em relação à área total aberta por máquinas pesadas (estradas secundárias, pátios de estocagem e ramais de arraste), mas também que haja menor área de solo mineral exposto nas infraestruturas construídas para serem temporárias, como os ramais de arraste. Nesta segunda avaliação, mede-se a área total de estradas secundárias (i.e., leito carroçável destas estradas), pátios e ramais de arraste estabelecidos para a exploração (comprimento e largura das infraestruturas). Podem-se utilizar tanto trenas métricas e bússolas (utilizadas para determinar o azimute de cada infraestrutura de forma a tornar possível sua posterior plotagem em mapas), como aparelhos de GPS para determinar o traçado das infraestruturas.

A intensidade com a qual a largura das infraestruturas será medida (ou seja, a cada quantos metros será realizada uma medição de largura de estradas ou ramais de arraste) depende da escala do empreendimento e da área na qual o impacto da exploração será avaliado anualmente. Para fins práticos, recomendamos que esta distância não seja menor do que 30 metros ou maior do que 100 m. O administrador florestal deve levar em consideração as variações existentes na infraestrutura que podem levar a diferenças na área exposta pela exploração, como é o caso, por exemplo, do início das trilhas de arraste principais (que sofreram um número maior de viagens de máquinas pesadas para o arraste) e das trilhas de arraste secundárias. O mesmo raciocínio é válido para os pontos de manobra da máquina pesada (skidder ou trator de esteiras) utilizados durante a operação de arraste de toras.

Se houver a possibilidade, sugerimos também uma medição da compactação do solo de forma sistemática ao longo das infraestruturas temporárias (ramais de arraste). Entretanto, como a maioria dos empreendimentos florestais da Amazônia (pequeno e médio porte) podem não ter acesso a tais recursos, sugerimos uma mensuração do nível de proteção do solo durante o arraste, medindo-se simplesmente a quantidade de solo exposto ao longo dos ramais. No estudo de Holmes e colaboradores (2002), por exemplo, simplesmente mediu-se a cada 30 metros dos ramais principais a exposição do solo mineral com uma linha esticada transversalmente ao ramal, sendo que a proporção de área exposta pelo arraste ao longo da linha foi utilizada como um indicador para o total da área.

**(3) Desperdícios de madeira.** O desperdício pode ser definido simplesmente como a diferença entre a totalidade do volume comercial de madeira que poderia ter sido retirado da floresta e o volume retirado na exploração em questão. Existem muitas práticas que originam o desperdício na exploração, dentre as quais, citamos: (a) toras cortadas não encontradas pelas equipes de arraste ou simplesmente deixadas na floresta devido a práticas inadequadas de corte, que fizeram com que as toras rachassem durante a queda; (b) toras esquecidas nos pátios de estocagem; (c) desperdícios de madeira provocados por tocos da exploração muito altos ou devido a práticas inadequadas de traçamento das toras. Uma medida aceitável de medição do volume perdido de madeira na floresta ou nos pátios de estocagem pode ser obtido através da soma das várias secções cilíndricas de madeira encontradas, cujos volumes podem ser determinados pela fórmula:

$$Vol_s = \frac{\pi D^2}{4} Comp \quad (1)$$

Onde  $Vól_s$  é o volume da secção cilíndrica sendo medido (em  $m^3$ ),  $D$  é o diâmetro médio da secção cilíndrica (em metros) e  $Comp$  é o comprimento da secção de madeira (em metros). O diâmetro médio pode ser obtido tanto através da média de diâmetros das duas extremidades da secção como através da medição do meio do segmento de madeira.

Sempre devemos ter em mente que os desperdícios de madeira representam uma medida direta de ineficiência da exploração, uma vez que estão associados a custos das operações (i.e., corte, arraste, traçamento, construção de infraestruturas da exploração) que foram diluídos por uma quantidade de madeira menor retirada da floresta. Ao mesmo tempo, o administrador florestal deve ter em vista que nem todo desperdício é viável economicamente de ser evitado, uma vez que a operação em alguns casos poderia despendar muito mais tempo (e recursos) para aproveitar relativamente pouco volume de matéria prima. Nestas situações, o valor do volume de madeira que poderia ser retirado da floresta é menor do que os custos que seriam incorridos para sua exploração. Apesar disso, a proporção

de desperdícios das operações pode ser considerado como um bom indicador da qualidade da exploração.

**Considerações sobre amostragem e tamanho das equipes.** O levantamento de danos e desperdícios proposto neste trabalho pode ser facilmente executado por uma equipe de três pessoas, sendo composta por um técnico florestal que liderará o levantamento e anotar os dados e dois ajudantes. Temos testado, com sucesso, a amostragem de 10% da área explorada anualmente para a determinação dos danos e desperdícios, embora esta intensidade de exploração possa ser diminuída no caso de grandes empreendimentos. A produtividade média obtida no CMF RB é de 1,25 hectares por hora, de forma que um talhão regular (100 hectares) pode ser feito em 10 dias de trabalho da equipe (8 horas por dia). Este é um bom uso para os trabalhadores da exploração durante o período da entressafra madeireira. Recomendamos realizar o estudo dois anos após a exploração, de forma a ser visível a mortalidade e a recuperação de árvores remanescentes.

## RESULTADOS DO EXPERIMENTO CONDUZIDO NO CMF RB EM 1996<sup>4</sup>

Em 1996, no experimento comparando as duas áreas florestais de 100 hectares (uma área sob EIR e uma sob EC), para um mesmo volume de madeira retirado das duas áreas ( $\sim 25 m^3/ha$ ), foi demonstrada uma rentabilidade média da exploração manejada 19% superior do que a exploração não ma-

nejada. Este melhor desempenho foi em consequência principalmente de:

- Uma maior produtividade das operações de arraste e de pátio (39% maior);
- Uma redução dos custos relacionados à exploração (12%);
- Uma redução dos desperdícios de madeira (78%).

<sup>4</sup> Ver mais detalhes em Holmes e colaboradores, 2002 (ver Referências Bibliográficas).

Conforme discutimos anteriormente, além de mapear os custos financeiros incorridos nos dois sistemas de exploração, o experimento foi importante para estabelecer alguns índices de danos e desperdícios que pudessem ser úteis para avaliar a qualidade da exploração florestal sendo executada, demonstrando diferenças marcantes entre a EIR e a EC.

**Danos às árvores remanescentes.** A atividade de corte se mostrou como a fonte mais importante de danos às árvores de futura colheita, e por esta razão é mostrada separadamente na Tabela 2. O corte representou mais de 98% dos danos provocados no talhão explorado sob EC e 96% no talhão sob EIR. Entretanto, os danos

causados pelo corte no talhão convencional foram mais de duas vezes superiores ao talhão EIR. No primeiro caso, de cada 100 árvores derrubadas, 34 árvores remanescentes foram mortas, enquanto no talhão manejado este valor foi de 16 árvores (Tabela 2). Uma ressalva importante: embora nos métodos deste boletim tenhamos estabelecido que as árvores remanescentes são as árvores comerciais com o DAP dez centímetros abaixo do diâmetro mínimo de corte (i.e., entre 40 e 50 cm), no trabalho de Holmes e colaboradores, o limite utilizado foi de 35 a 45 centímetros. Isto ocorreu porque, naquela época, o diâmetro mínimo de corte estabelecido pela legislação era de 45 cm.

**Tabela 2.** Proporção relativa de árvores de futura colheita (árvores comerciais entre 35 e 45 cm de DAP) danificadas durante a exploração pelo corte e por outras operações florestais na exploração convencional e na exploração de impacto reduzido (EIR), Centro de Manejo Florestal Roberto Bauch, Paragominas, 1996 (adaptado de Holmes, 2002).

Classe de saúde da árvore	Exploração Convencional		EIR	
	Danos do corte (n = 253)	Danos de outras atividades (n = 80)	Danos do corte (n = 190)	Danos de outras atividades (n = 76)
Em recuperação	14%	11%	24%	17%
Sem sinais de mudanças	16%	5%	18%	5%
Morrendo	34%	4%	16%	1%
<b>Total</b>	<b>64%</b>	<b>20%</b>	<b>58%</b>	<b>23%</b>

**Danos ao solo da floresta.** No experimento conduzido, a área afetada pela exploração no talhão convencional foi quase igual ao dobro da área afetada na área manejada (Tabela 3). Em termos médios, as máquinas pesadas afetaram cerca de 10% da floresta

explorada convencionalmente versus 5% do solo na área manejada. Se considerarmos uma relação entre a área afetada por árvore explorada, o talhão convencional apresentou 60% mais distúrbios do que a área explorada sob EIR (Tabela 3).

**Tabela 3.** Área de solo afetado (área por árvore explorada e hectares afetados em cada bloco de 100 hectares) por operações manejadas e exploradas convencionalmente, Centro de Manejo Florestal Roberto Bauch, Paragominas, 1996 (adaptado de Holmes, 2002).

Infraestrutura de exploração	Exploração convencional		Exploração de Impacto Reduzido (EIR)	
	Área afetada por árvore explorada (m <sup>2</sup> ) (n = 397)	Área afetada total (ha/100 ha)	Área afetada por árvore explorada (m <sup>2</sup> ) (n = 328)	Área afetada total (ha/100 ha)
Estradas secundárias	34	1,35	20	0,65
Pátios de estocagem	26	1,05	19	0,63
Trilhas de arraste	193	7,66	120	3,90
<b>Total</b>	<b>253</b>	<b>10,05</b>	<b>159</b>	<b>5,18</b>

Além disso, 100% das trilhas de arraste na exploração convencional foram implantadas de forma a expor completamente o solo mineral, enquanto que este percentual de perturbação foi igual a 10% na EIR<sup>5</sup>.

**Desperdícios de madeira durante a exploração.** As operações de EIR se mostraram efetivas em reduzir o volume de madeira desperdiçada em rela-

ção ao talhão explorado convencionalmente, resultando em maior eficiência da exploração. Os desperdícios totais de madeira na exploração convencional somaram quase 25% do volume total explorado, enquanto que na EIR este percentual foi de 7,6%. Dentre todos os fatores que contribuíram para os desperdícios da exploração, o traçamento de toras foi o mais significativo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Volumes de madeira comercial desperdiçados na floresta e nos pátios de estocagem na exploração convencional (EC) e na exploração de impacto reduzido (EIR), Centro de Manejo Florestal Roberto Bauch, Paragominas, 1996 (adaptado de Holmes, 2002).

Fonte de desperdício	Desperdícios de madeira na EC (m <sup>3</sup> /ha)	Desperdícios de madeira na EIR (m <sup>3</sup> /ha)
Tocos altos deixados pela operação de corte	0,28	0,10
Toras rachadas por técnicas inadequadas de corte	0,87	0,31
Desperdícios do traçamento de toras	1,97	0,85
Toras perdidas ou esquecidas na floresta	0,96	0,06
<b>Total na floresta</b>	<b>4,08</b>	<b>1,32</b>
Desperdícios deixados nos pátios de estocagem	1,97	0,60
<b>Total</b>	<b>6,05</b>	<b>1,92</b>

<sup>5</sup> Holmes e colaboradores (2002) também destacam que os distúrbios acumulativos da exploração tendem a se intensificar com o tempo na exploração convencional, uma vez que os pátios, estradas e ramais de arraste tendem a ser considerados como infraestruturas temporárias, sendo que o mesmo não ocorre na EIR (apenas os ramais de arraste são considerados como estruturas temporárias).

## SUGESTÕES FUTURAS DE PESQUISA E IMPLICAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

O método apresentado neste boletim para a avaliação dos danos e desperdícios da exploração tem sido testado há mais de 10 anos pelo IFT em seu programa de capacitação e treinamento e tem se mostrado como uma ferramenta acessível e prática para avaliar o desempenho da exploração madeireira. Através deste método, é possível aos empreendimentos florestais de diferentes tamanhos monitorar como podem melhorar em relação à diminuição dos impactos ecológicos sobre a floresta, aumento do valor futuro das espécies comerciais e diminuição de seus custos operacionais. Ao mesmo tempo, a execução do levantamento em si pode ter seus custos bastante diluídos considerando que pode ser feito durante a entressafra madeireira, de forma a manter empregados e ocupados alguns trabalhadores da exploração.

O método também pode ser útil para monitorar a qualidade do manejo florestal sendo implementado em áreas privadas e nas concessões florestais pelo governo, uma vez que gera parâmetros úteis do que são níveis aceitáveis de danos e desperdícios da exploração. Para isto, entretanto, é necessária a replicação do método em uma diversidade maior de empreendimentos florestais na Amazônia, de forma a determinar tais parâmetros para outros tipos de florestas, diversidade de espécies, intensidades e sistemas de exploração, sazonalidade da exploração, equipamentos utilizados e alternativas tecnológicas em diferentes escalas (florestas inundadas, manejo florestal comunitário e familiar, exploração industrial em média e grande escala).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos financiadores do presente estudo e ao técnico florestal sênior César Pinheiro por suas contribuições em versões preliminares do presente manuscrito. Os pa-

receres, conclusões, recomendações e sugestões apresentados são de responsabilidade dos autores, e não refletem necessariamente a visão dos financiadores deste boletim.

## REFERÊNCIAS PARA CONSULTA

Holmes, T., e colaboradores. *Custos e Benefícios Financeiros da Exploração Florestal de Impacto Reduzido em Comparação à Exploração Florestal Convencional na Amazônia Oriental*. Belém. IFT. 2006. Disponível gratuitamente em [www.ift.org.br](http://www.ift.org.br).

Lentini, M.; Zweede, J; e Holmes, T. 2010. *Measuring ecological impacts from logging in natural forests of the eastern Amazonia as a tool to assess forest degradation*. Case Studies on Measuring and Assessing Forest Degradation. Forest Resources Assessment Working Paper, 165. FAO.

### Financiadores



### Apoio



### Doadores In-Kind



Os boletins técnicos do IFT, editados a partir de 2011, compilam resultados preliminares de pesquisas e testes realizados no CMF Roberto Bauch, além de observações de campo e notas de expedições realizadas pela equipe que possam de alguma forma servir a sociedade. É voltado a estudantes, tomadores de decisão, jornalistas, profissionais florestais, instrutores de manejo florestal acadêmicos ou práticos e demais atores com interesse em temas ligados ao manejo de recursos naturais, especialmente florestais, na Amazônia.

## ANEXOS

*Exemplo de ficha de coleta de dados: danos provocados pela exploração sobre as árvores remanescentes*

### FICHA DE AVALIAÇÃO DOS DANOS E DESPERDÍCIOS DA EXPLORAÇÃO

Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ MF \_\_\_\_\_ UPA \_\_\_\_\_ UT \_\_\_\_\_ Linha \_\_\_\_\_  
 Equipe \_\_\_\_\_ Coordenador \_\_\_\_\_

# Arv.	Espécie	Danos na copa		Danos no fuste		Estado saúde árvore	Observações
		Tipo	Causa	Tipo	Causa		
123*	Maçaranduba	2	COR	0	-	1	-
124*	Jatobá	1	COR	1	ARR	1	-
...							

\* No exemplo acima, a árvore 123 apresentou um dano moderado na copa (ver códigos na Tabela 1), causado pela atividade de corte (denotado por *COR*), não apresentou danos no fuste e tem em estado geral de saúde no qual apresenta sinais de recuperação. Já a árvore 124 apresentou um dano pequeno na copa também causado pelo corte, além de um dano leve no fuste (< 1.500 cm<sup>2</sup>) provocado pela operação de arraste (denotado por *ARR*), mas também apresentando sinais de recuperação.