

Custos e Benefícios Financeiros da Exploração Florestal de Impacto Reduzido em Comparação à Exploração Florestal Convencional na Amazônia Oriental



Thomas P. Holmes, Geoffrey M. Blate, Johan C. Zweede,
Rodrigo Pereira Junior, Paulo Barreto, Frederick Boltz



Fundação Floresta tropical



ProManejo
Projeto de Apoio ao Manejo Florestal
Sustentável na Amazônia

**Thomas P. Holmes, Geoffrey M. Blate, Johan C. Zweede,
Rodrigo Pereira Junior, Paulo Barreto, Frederick Boltz**

**Custos e Benefícios Financeiros da Exploração
Florestal de Impacto Reduzido em Comparação
à Exploração Florestal Convencional na
Amazônia Oriental**

Belém, 2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Fundação Floresta Tropical – FFT

Travessa 14 de Abril, n° 1464 – São Brás

CEP 66.063-140

Belém – Pará – Brasil

Caixa Postal 13077

CEP 66.040-970

Fone: 91-229-8371

Fax: 91-249-7923

E-mail: geral@fft.org.br

Coordenação Editorial: José Natalino Macedo Silva
Johan C. Zweede

Revisão de Texto: José Natalino Macedo Silva
Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Luiz F. Branco

Normalização Bibliografia: Célia Maria Lopes Pereira

Projeto Gráfico: Emerson Carlos Souza Boulhosa
Flavio Figueiredo

Todos os conceitos e opiniões emitidos neste Relatório são de inteira responsabilidade dos autores.

Direitos editoriais reservados à Fundação Floresta Tropical (FFT)

Proibida a reprodução total ou parcial

HOLMES, T.P.; BLATE, G.M.; ZWEEDE, J.C.; PEREIRA JUNIOR, R.;
BARRETO, P.; BOLTZ, F. Custos e benefícios financeiros da exploração
de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional
na Amazônia Oriental
Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002, 66p., 2ª edição

1. Exploração florestal - Custo - Brasil - Amazônia
2. Economia florestal. I. Título

CDD 634.9809811

AGRADECIMENTOS

O financiamento desta pesquisa deve-se à Agência para América Latina e Caribe – LAC e Agência Global da USAID, e ao Gabinete de Programas Internacionais do Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA Forest Service Office. A verba da LAC provém de seu Programa de Expansão, que tem o objetivo de garantir que políticas ambientais e de comércio se apoiem mutuamente.

Este estudo é o resultado de um esforço conjunto entre a Tropical Forest Foundation, sua subsidiária brasileira Fundação Floresta Tropical – FFT e o Serviço Florestal dos Estados Unidos.

Aos engenheiros e técnicos florestais, José Damasceno, Carlos Leão, Neldson Lobato, Celso Couto, Marlei Nogueira e César Pinheiro pela coleta, processamento e ajuda na análise dos dados. Ao Natalino Silva e Célio Ferreira, da Embrapa Amazônia Oriental, pela consultoria e informações.

Agradecemos a Jim Bowyer, Douglas Carter, Dennis Dykstra, Rob Fimbel, Henry Gholz, Mike Jacobson, S. K. Loong, John McMabon, Michelle Pinard, Jack Putz, Dick Rice, Laura Snook e Leopoldo Torres, pelos comentários críticos sobre a versão escrita na língua inglesa. A Roberto Bauch, Olegário Carvalho, Paulo Barreto, Adalberto Veríssimo, Evaristo Terezo, Natalino Silva e Suzidarley Modesto Figueira, pela revisão do trabalho na versão para a língua portuguesa.

Finalmente, agradecemos à empresa CIKEL Brasil Verde S. A. pelo apoio prestado à FFT na realização desta pesquisa e ao estabelecimento das áreas demonstrativas de exploração de impacto reduzido na Fazenda Cauaxi, de sua propriedade, de onde se originaram os dados utilizados neste trabalho.

RESUMO EXECUTIVO

Neste estudo são comparados os custos gravuras reproduzidas na capa foram feitas a partir de fotos aéreas no projeto “Modelo base de demonstração de manejo de exploração de impacto reduzido” que a Fundação Floresta Tropical - FFT desenvolve na Fazenda Cauaxi, pertencente ao Grupo CIKEL, localizada em Ulianópolis-PA. A primeira gravura é do Talhão III, onde foi realizado o manejo florestal com exploração de impacto reduzido. A segunda é do Talhão I, onde foi realizada a exploração convencional.s e benefícios do sistema de Exploração Florestal de Impacto Reduzido – EIR com os de um sistema de Exploração Florestal Convencional – EC na Amazônia Oriental. O estudo enfoca aspectos técnicos, financeiros e operacionais dos sistemas de EC *versus* EIR. Embora questões biológicas ou ecológicas não sejam abordadas diretamente, realizaram-se medições de duas variáveis que afetam a produtividade futura: os danos às árvores do povoamento residual e a proporção de solo florestal afetada pela exploração.

Utilizou-se uma metodologia de engenharia econômica para estimar os parâmetros de produtividade e custos para operações de exploração de impactos reduzido e convencional, usando dados coletados em talhões-modelo estabelecidos pela Fundação Floresta Tropical, na Fazenda Cauaxi, em Paragominas, PA e de outras fontes comparáveis de dados. O volume de madeira desperdiçado em operações de exploração convencional e de impacto reduzido foi obtido através de um censo realizado nos talhões explorados na Fazenda Cauaxi.

O valor da madeira desperdiçada foi calculado considerando os custos de derruba, traçamento, arraste, abertura de pátios e os custos da madeira em pé. Os custos do planejamento da exploração foram computados para representar os custos de oportunidade do capital. Os custos de treinamento em exploração de impacto reduzido também foram considerados. A receita foi calculada usando-se preços médios das espécies exploradas.

A renda líquida de uma exploração de impacto reduzido típica foi 19% maior do que a renda líquida de uma exploração convencional. As principais vantagens da EIR foram: maior produtividade do arraste e, conseqüentemente, maior redução dos custos; e redução no desperdício da madeira. Estes benefícios foram mais do que suficientes para compensar o custo mais elevado do planejamento da EIR. Os custos de planejamento foram o dobro dos custos iniciais da exploração convencional.

A produtividade do arraste e das operações no pátio aumentou consideravelmente na EIR, reduzindo 39% os custos em relação à exploração convencional. O melhor aproveitamento da madeira nos talhões de EIR reduziu os custos variáveis médios que, somados à redução de desperdícios de madeiras em 78%, permitiu uma redução de custos da madeira em pé em 16%. Finalmente, o custo total médio de um sistema típico de EIR foi 12% menor que o custo total médio de um sistema típico de EC.

A proporção de terreno afetado por árvore derrubada, por causa da ação de máquinas pesadas na área EIR foi 37% menor que na área EC. Na área EIR, menos de 10% das trilhas de arraste causaram a exposição de solos férteis, enquanto que 100% das trilhas das áreas de manejo convencional foram afetadas. Estes resultados indicam que a regeneração será mais difícil na área de exploração convencional. Além disso, os danos fatais às árvores comercialmente valiosas remanescentes foi de 50% menor no sistema de EIR. Isto indica que benefícios econômicos e ecológicos futuros provenientes destas florestas remanescentes serão maiores onde as técnicas de exploração florestal de impacto reduzido foram utilizadas.

A adoção dos métodos de EIR pode ser dificultada por uma série de fatores, tais como: a percepção errônea de que os sistemas de exploração de impacto reduzido são mais caros do que os sistemas convencionais; falha, na exploração convencional, ao identificar os custos diretos com os direitos de exploração e com os desperdícios de madeira; falta de recursos humanos treinados para a sua implementação; as taxas de retorno dos sistemas de exploração convencional são muito altas, o que não incentiva a mudança de comportamento; e o valor da madeira remanescente é subestimado pelo mercado, e as leis ambientais não são totalmente cumpridas.

Custos e Benefícios Financeiros da Exploração Florestal de Impacto Reduzido em Comparação à Exploração Florestal Convencional na Amazônia Oriental

*Thomas P. Holmes, Geoffrey M. Blate, Johan C. Zweede,
Rodrigo Pereira Junior, Paulo Barreto, Frederick Boltz*

INTRODUÇÃO

A exploração de florestas tropicais, como convencionalmente praticada nos países em desenvolvimento, reduz os estoques de madeira e causa grandes impactos econômicos e ecológicos nas florestas. Estes impactos geralmente não são contabilizados em termos econômicos (Repetto & Gillis, 1988; Johnson & Cabarle, 1993). Na Amazônia brasileira, entre oito mil e quinze mil quilômetros quadrados são anualmente explorados para a obtenção de madeira. A maioria das madeiras provém das áreas que serão desmatadas (Holdsworth & Uhl, 1997; Nepstad *et al.* 1999). No Pará, estado da Amazônia Oriental, as madeiras extraem de quatro a oito árvores por hectare (Johns *et al.* 1996; Holdsworth & Uhl, 1997; Uhl *et al.* 1996), reduzem a cobertura vegetal em 50% ou mais (Uhl & Vieira, 1989), afetam gravemente os solos férteis (Johns *et al.* 1996) e matam ou danificam de 10% a 40% da biomassa viva (Veríssimo *et al.* 1992). Os mosaicos resultantes, formados por pedaços de florestas exploradas e áreas desmatadas, é especialmente propenso a incêndios, devido à crescente penetração da luz e do acúmulo de resíduos da exploração que são inflamáveis (Holdsworth & Uhl, 1997; Cochrane & Schulze, 1998; Nepstad *et al.* 1999). Para que a atividade florestal contribua para o desenvolvimento econômico sustentável, estes impactos ecológicos devem ser mitigados, através do uso de tecnologia economicamente competitiva com as práticas destrutivas atuais.

Os sistemas EIR desenvolvem-se em resposta às demandas sociais pela conservação da floresta e proteção ambiental. Tais sistemas utilizam as melhores técnicas de extração disponíveis, que reduzem os danos às florestas residuais, o desgaste do solo e erosão, protegem a qualidade da água, atenuam o risco de incêndios e potencialmente ajudam a manter a regeneração e proteção da diversidade biológica (Barreto et al. 1988; Boxman et al. 1995; Castañeda et al. 1994; Gretzinger, 1996; Gullison & Hardner, 1993; Hendrison, 1990; Holdsworth & Uhl, 1997; Howard & Valério, 1996; Howard, Rice & Gullison, 1996; Kishor & Constantino, 1994; Nepstad et al. 1999; Quirós et al. 1997; Rice, Gullison & Reid, 1997; Uhl et al. 1997)¹. As técnicas e diretrizes do EIR proposto não são prescrições fixas, mas sim, uma adaptação das melhores técnicas de extração disponíveis, de acordo com cada situação. Um fator chave para a implementação dos sistemas EIR é o treinamento dos trabalhadores florestais para que entendam e estejam comprometidos com a aplicação dessas práticas.

Embora o conhecimento sobre os aspectos econômicos da exploração florestal de impacto reduzido ainda seja limitado, existem evidências que tal sistema oferece múltiplas vantagens financeiras, de mercado e de recursos humanos. Em primeiro lugar, o aumento da eficiência da exploração em sistemas de manejo policíclicos compensa os custos iniciais maiores. A exploração florestal planejada no Suriname (Sistema Celos) foi mais barata que a exploração convencional, devido à redução dos custos do arraste (Hendrison, 1990). Pesquisas recentes na Amazônia Oriental confirmaram tal

¹ O modelo da FAO para colheita florestal fornece a base para o projeto do sistema de manejo florestal de impacto reduzido e, tipicamente, inclui todas ou a maioria das seguintes atividades (Dykstra & Heinrich, 1996): mapeamento e inventário das árvores antes da extração; planejamento de estradas e trilhas de arraste antes da extração; corte de cipós (onde necessário); derruba direcionada; corte da árvore próximo ao solo para aumentar o aproveitamento da tora; utilização eficiente das toras derrubadas; largura adequada das estradas e trilhas; arraste adequado das toras nas trilhas planejadas; tamanho adequado dos pátios de estocagem e distúrbio mínimo no solo.

resultado e mostraram que o EIR aumentou a rentabilidade em relação à exploração convencional (Barreto *et al.* 1998). Apesar de limitados, estes resultados contrastam fortemente com a suposição de que a exploração florestal ecologicamente correta é mais cara e resulta em uma perda de vantagem competitiva.

Em segundo lugar, as técnicas de EIR também ajudam a reduzir o volume de madeira desperdiçada na extração (Pulkki, 1998). Isso leva a uma redução do custo médio e aumenta o volume de madeira retirada de uma floresta.

Em terceiro lugar, os inventários pré-exploratórios fornecem uma vantagem mercadológica para os proprietários de florestas e serrarias. Isto porque permitem estabelecer contratos prévios com seus compradores, baseados na entrega de volumes conhecidos das espécies determinadas. O controle do inventário permite também eliminar os preços baixos e o desperdício de madeira que fica nos pátios das serrarias, porque não pode ser vendida por falta de mercado.

Finalmente, a derruba das árvores, com o uso das técnicas de exploração de impacto reduzido, aumenta a segurança do trabalhador, o que, no final, resulta em menores taxas de seguro e em um ambiente de trabalho com menores riscos. Os sistemas de Exploração de Impacto Reduzido são parte integrante das iniciativas de certificação florestal (Putz & Viana, 1996; de Camino & Alfaro, 1998), e podem ser um método de baixo custo para se alcançar objetivos de seqüestro de carbono (Putz & Pinard, 1993; Boscolo, Buongiorno & Panayotou 1997) e os benefícios da conservação florestal (Frumhoff & Losos, 1980).

Este estudo compara os custos e receitas de um sistema de Exploração Florestal de Impacto reduzido com um sistema de Exploração Convencional na região de Paragominas, PA. O estudo focaliza aspectos financeiros, operacionais e técnicos de ambos os

sistemas. Apesar do estudo não se referir diretamente a questões biológicas ou ecológicas, os principais parâmetros que afetarão a produtividade florestal futura foram medidos, e tais parâmetros representam benefícios futuros do uso de sistemas de Exploração Florestal de Impacto Reduzido.

MÉTODOS

Descrição da área

O estudo foi realizado nas áreas demonstrativas de manejo florestal e exploração de impacto reduzido estabelecidas pela Fundação Floresta Tropical, na Fazenda Cauaxi, localizada acerca de 120 km a sudoeste de Paragominas, Pará, a 3° 35' - 3° 45' de latitude sul e 48° 15' - 48° 25' de longitude oeste de Greenwich, em terreno moderadamente ondulado de um planalto residual terciário. Nesta área, ocorrem solos do tipo Latossolo Amarelo com um horizonte argiloso bem distinto. A média pluviométrica anual é de 2.200mm, com uma estação seca no período de junho a novembro. A temperatura média anual é de 28°C. A floresta é classificada como tropical úmida (Walsh, 1996), onde ocorrem mais de 124 espécies com DAP = 10cm e trechos com árvores emergentes com alturas superior a 50m. A quantidade de cipós é relativamente alta.

Entre 1995 e 1997, a FFT estabeleceu nessa área seis talhões demonstrativos, compreendendo duas modalidades de exploração e uma área testemunha ou não explorada (Fig.1). Os talhões T. II, T. III, T. IV e T. VI foram explorados usando técnicas de EIR. O talhão T. I foi explorado de modo convencional e o talhão T. V serviu como testemunha. Em todos os talhões, foram realizados inventários a 100% de intensidade de todas as espécies comerciais e potenciais com DAP = 35cm. Inventários pós-exploratórios foram realizados nos talhões T. I e T. III para possibilitar a avaliação de danos e desperdícios. Foram estabelecidas parcelas permanentes em cada talhão, correspondendo a 1% de sua área.



LEGENDA

- | | | |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Estrada Principal | Testemunha/Área de Controle | Acampamento FFT |
| Estrada Secundária | Área de Proteção entre Talhões | Bueiro |
| Pátios de Estocagem | Divisão/ Propriedade | Exploração de Impacto Reduzido |
| Parcela permanente | Grotas | Exploração Convencional |
| Talhão Explorado | Nascente Permanente | Exploração Tradicional |

	F.E.T.	
	Projeto: Manejo Flor de Imp. Reduzido	
	Local: Município de Paragominas - PA	
Mapa: Mapa geral/Disp./Área	Data: 01/93/99	
Desenho: Marlei M. Nogueira/ Emerson Bouhosa	Escala: 1:150.00	

Figura 1- Talhões demonstrativos estabelecidos pela FFT na Fazenda Cauaxi, município de Paragominas, Pará.



A atividade humana gera um mosaico na paisagem, com diferentes sistemas de uso da terra.

Fonte dos dados

Variações no estoque de espécies comerciais de madeira e parâmetros de definição da extração (por exemplo, tamanho da equipe de trabalhadores e intensidade do inventário) afetam o custo e a produtividade. Valores padronizados de produção e custos foram estimados utilizando-se dados coletados em diversos talhões de exploração em Cauaxi, além de outras fontes comparáveis. Um volume padrão de extração de $25,36\text{m}^3/\text{ha}$ foi calculado a partir dos volumes médios extraídos nos talhões T. I, T. III e T. IV em Cauaxi. A produtividade média das atividades de exploração de impacto reduzido (corte, derruba e arraste) foi medida usando-se o volume real extraído (m^3) em cada talhão. A produtividade média das atividades anteriores à extração, do planejamento da extração e da infra-estrutura foi calculada usando-se o volume extraído em um “talhão padrão”.

A produtividade das atividades pré-exploratórias, do planejamento da extração e de infra-estrutura em EIR foi calculada usando-se dados de Cauaxi e de outros talhões de extração da FFT com características semelhantes². A produtividade do corte e da derruba foi calculada, a partir de dados dos talhões T.IV e T. VI de Cauaxi; e a produtividade do arraste foi calculada a partir dos talhões T. III, T. IV e T. VI de Cauaxi.

A produtividade e o custo das atividades de Exploração Florestal Convencional foram estimados, a partir de três fontes: dados de um levantamento realizado em sete operações de exploração convencional na região de Paragominas (FFT, 1998), incluindo informações sobre produtividade da extração de madeira; custo da mão-de-obra, equipamento usado, composição da equipe e defeitos nas toras aceitos pelas serrarias. Estes dados foram combinados com os dados coletados em dois outros levantamentos anteriores realizados na região de Paragominas (Paulo Barreto, dados não publicados).

A depreciação e os custos fixos e operacionais dos equipamentos utilizados na EC e EIR foram calculados a partir de dados fornecidos pelos fabricantes. Este procedimento provavelmente resultou em estimativas de custo conservadoras para os equipamentos usados nas operações típicas de Exploração Convencional, já que as tabelas de manutenção não são rigorosamente seguidas e o equipamento, em geral, recebe um tratamento mais bruto que o normal.

² Ver anexo 3: Lista de produtividade com detalhes específicos.

Ao contrário do que foi feito com os dados de custo e produtividade, não foi calculada uma média para os parâmetros de inventário, danos e desperdício nos talhões. Tais parâmetros foram estabelecidos usando-se os dados primários coletados em talhões de EIR e EC (talhões T. III e T. I, respectivamente), explorados, em 1996, em Cauaxi.

Para as atividades de EC, nos materiais utilizados, incluíam-se apenas os equipamentos de segurança exigidos por lei. Para EIR, os materiais utilizados incluíam, além desses, itens adicionais considerados necessários para a segurança e saúde dos trabalhadores.³

A renda bruta por m³ no pátio na floresta foi calculada usando-se três classes de preços para a madeira: branca = \$ 10.74/m³; vermelha = \$ 21.61/m³, e nobre = \$ 58.57/m³ (Ferreira, 1996). Um preço médio ponderado foi calculado (\$ 25.50) e usado nos volumes retirados nos talhões T. I e T. III de Cauaxi.

A análise foi baseada em valores reais de 1996 para os custos e preços da produção. Os valores são apresentados em dólares americanos.

Sistemas de extração

A extração de madeira no sistema de EIR em Cauaxi foi planejada para ser eficiente, mas não necessariamente a de menor custo. As atividades de extração foram planejadas com pelo menos 8 meses de antecedência e as equipes foram treinadas nos métodos de manejo de baixo impacto. Um inventário completo das árvores comerciais ou potencialmente comerciais, com mais de 35 centímetros de diâmetro, foi feito 7 meses antes da extração e os

³ Ver anexo 7 para lista de materiais usados em operações de EC e EIR.

cipós foram cortados nesta mesma época. Um trator de esteiras Caterpillar D6 SR foi usado na construção das estradas e pátios, e um trator de arraste (Skidder) de pneus (Caterpillar 525), com guincho e gancho foi usado nas operações de arraste. O corte direcionado foi aplicado e os operadores usaram motosserras Stihl AV 51 para operações de corte e derruba das árvores. As toras foram separadas e carregadas nos pátios com uma carregadeira Caterpillar 938F. As estradas, pátios e trilhas principais de arraste foram construídas para serem parte de uma infra-estrutura permanente para estarem disponíveis às próximas extrações.

A extração de madeira nos talhões EC foi conduzida por um parceiro industrial. As equipes de extração receberam treinamento em serviço, mas este não foi especializado. O operador usou um trator de esteira Caterpillar D6 Logger, com guincho, mas sem adaptação para construir estradas ou pátios e para as operações de arraste. As árvores comerciais foram identificadas na floresta por um mateiro que trabalhava com o operador de motosserra. Técnicas de corte direcionado não foram utilizadas. Na derruba, foram utilizadas motosserras Stihl AV 51. Os operadores de motosserra foram pagos por tora cortada, o que encorajou o corte rápido com pouca preocupação quanto aos danos causados à floresta remanescente. As equipes de arraste não receberam informações precisas das equipes de corte sobre a localização das árvores cortadas, e, portanto, tiveram que procurar pelas toras. Isso resultou em uma operação de arraste ineficiente, com danos significativos à floresta remanescente, ao solo e ao equipamento de arraste. As toras foram separadas e carregadas usando-se uma carregadeira Caterpillar 983F.

Avaliação do desperdício de madeira

O volume de madeira comercial desperdiçado nos talhões EC e EIR foi calculado através do censo de cada talhão de extração

de 100 hectares⁴. Houve desperdício de madeira tanto na floresta quanto nos pátios de estocagem. Três categorias de desperdício foram medidas: (1) madeira desperdiçada pelo corte muito alto, (2) madeira desperdiçada na copa (por exemplo, galhos com valor comercial), ou devido a práticas inadequadas de derruba, e (3) madeira desperdiçada porque as toras não foram encontradas pelo operador do trator de arraste.

Nas operações convencionais, foram abandonadas toras nos pátios e nunca transportadas para a serraria, devido à seleção inadequada das espécies e das dimensões das árvores, ou por causa de defeitos. Os cálculos do volume de madeira abandonada nos pátios foram feitos usando-se o mesmo método para o cálculo do volume de madeira abandonada na floresta.

Cálculos dos custos da extração de madeira

Um método de engenharia econômica foi usado para se estimar parâmetros de produtividade e custo para cada atividade da extração de madeira. O custo total médio (CTMe) foi dividido em quatro categorias: custo variável médio (CVMe); custo fixo médio (CFMe); custo de desperdício médio (CDMe); e custos dos direitos de exploração (λ_s)

$$(1) \quad \text{CTMe}_s = \text{CVMe}_s + \text{CFMe}_s + \text{CDMe}_s + \lambda_s$$

onde “s” se refere ao sistema de exploração (convencional ou de impacto reduzido).

⁴ Como comercial foi definida a madeira suficientemente livre de defeitos para que uma típica serraria da região a aceitasse. Gerentes de sete serrarias em Paragominas foram entrevistados para se determinar as especificações dos defeitos aceitáveis (FFT 1998).

– *Custos variáveis*⁵

Os custos variáveis foram divididos nas seguintes categorias:

- Atividades pré-exploratórias – demarcação do talhão, inventário, corte de cipós, processamento de dados e mapeamento;
- Planejamento da extração – marcação das árvores, planejamento das estradas e pátios;
- Infra-estrutura – construção das estradas e pátios e demarcação das trilhas de arraste;
- Extração – operações de corte, derruba, arraste e operações nos pátios.

Os custos médios foram calculados em dólares por metro cúbico (US\$/m³). O custo variável médio (CVMe) associado às atividades pré-exploratórias, de planejamento de extração e de infra-estrutura foi calculado usando-se o custo horário, a produtividade medida em hectares por hora e o volume padrão da madeira retirada por hectare ($q_{\text{padrão}}$): $(\$ / \text{m}^3) = [(\$ / \text{h}) / (\text{ha} / \text{h})] / q_{\text{padrão}}$. O CVMe associado à extração de madeira foi calculado usando-se o custo horário e a produtividade medida em metros cúbicos por hora: $(\$ / \text{m}^3) = (\$ / \text{h}) / (\text{m}^3 / \text{h})$. O CVM total foi definido como sendo a seguinte soma:

$$(2) \quad \text{CVMet}_s = \sum_{h=1}^i \text{APHC}_{hs} + \sum_{j=1}^k \text{APHC}_{js} + \sum_{l=1}^m \text{AIC}_{ls} + \sum_{n=1}^o \text{AHC}_{ns}$$

onde APHC_{hs} são os custos médios pré-exploratórios, APHC_{js} são os custos médios de planejamento, AIC_{ls} são os custos médios em infra-estrutura e AHC_{ns} são os custos médios de extração.

⁵ Os custos são considerados variáveis se variarem de acordo com a quantidade produzida. Os custos que não variam de acordo com a quantidade produzida são denominados de *fixos*.

Os componentes do custo horário para $APHC_{hs}$, $APHC_{js}$, AIC_{is} e AHC_{ns} foram definidos como o somatório de mão-de-obra (L), equipamento (E) e custo dos materiais (M) associados a cada atividade. Por exemplo, os custos horários de extração (HC_{ns}/H) para uma atividade n (por exemplo, arraste) no sistema de manejo s foram definidos como:

$$(3) \quad HC_{ns} / h = \sum_{p=1}^r L_{pis} / h + \sum_{t=1}^u E_{tis} / h + \sum_{v=1}^w M_{vis} / h$$

onde p representa os diferentes tipos de mão-de-obra⁶, t representa diferentes tipos de equipamento⁷ e v representa os diferentes tipos de materiais⁸ associados ao H_{is} .

– Custos fixos

Para ambos os sistemas de manejo, foram definidas duas categorias de custos fixos: apoio (por exemplo: cozinheiro, comida, acampamento, veículo de apoio), e custos gerais (por exemplo: escritório, administração, comunicações). O custo do apoio foi calculado pela divisão do custo total de apoio por temporada de extração pela estimativa do volume extraído durante a temporada. O custo de apoio foi calculado para 8 meses nas operações EIR e para 7 meses na EC⁹. Os custos gerais foram calculados como sendo 10% do custo variável médio.

⁶ Os custos horários de mão-de-obra foram baseados no salário mensal padrão para cada categoria de trabalho e no número médio de horas efetivas de trabalho por mês. Os custos horários incluem salário-base, gastos com alimentação, taxas e obrigações sociais requeridas pelas leis trabalhistas brasileiras. Ver Anexo 5.

⁷ Os custos fixos em equipamentos (depreciação, juros, seguro e taxas) foram amortizados em uma base horária e incluídos com os custos operacionais variáveis. Ver Anexo de 6b a 6g.

⁸ Os custos com materiais são mostrados no Anexo 6a.

⁹ Ver Anexo 14 para detalhes sobre custo de apoio.



Diminuindo a largura de estradas florestais, reduz-se custos e danos ecológicos.

– Custos compostos

As atividades pré-exploratórias e de planejamento da exploração ocorrem geralmente de 6 a 12 meses antes da extração. O capital investido neste planejamento (custos do planejamento) foi remunerado com uma taxa de juros de 27,4% ao ano¹⁰. O período de remuneração deste capital variou de acordo com atividades como segue: 8 meses para os custos de demarcação do talhão, planejamento das estradas e pátios; 7 meses para inventário, corte de cipós, construção de estradas e pátios; e 3 meses para os custos do processamento de dados e mapeamento.

¹⁰ Esta foi a taxa média nominal de juros para o Brasil, em 1996 (Banco Central do Brasil, relatório anual de 1997).

– Custos de treinamento

As equipes do sistema EIR receberam treinamento especializado, visando um aumento de eficiência na extração de madeira e uma redução no impacto ecológico. Partiu-se do princípio de que as equipes do sistema convencional receberam treinamento em serviço e não tiveram nenhum tipo de treinamento especializado prévio. Os custos de treinamento estimados para EIR foram amortizados em um período de 5 anos, baseando-se no pressuposto de que as equipes necessitariam de um novo treinamento após este período. A estimativa amortizada dos custos de treinamento foi dividida pela estimativa do volume extraído ao longo deste período, para se chegar ao custo médio de treinamento de US\$0.21/m³.



Investimentos em “capital humano” gera dividendos nas explorações atuais e futuras.

– Custos de desperdício

O volume de madeira desperdiçada é a diferença entre o volume potencial a ser retirado em um sistema de manejo “ideal” e o real volume retirado. O volume potencial foi definido como o volume real retirado no talhão padrão (25,36m³/ha), somado ao volume perdido nas seguintes categorias: toras não encontradas pela equipe de arraste; volume perdido devido ao corte mal feito, o qual causou rachaduras e perda do valor comercial das toras; volume perdido, porque as toras foram deixadas inutilizadas nos pátios; volume perdido, devido a toco alto; e traçamento mal feito das toras. Os custos de desperdícios podem estar associados ao corte, derruba, arraste e operações nos pátios, assim como ao aumento nos preços efetivos de tarifas de direitos de exploração¹¹.

Os fatores de desperdício foram computados para levar em conta volume total de madeira derrubada, traçada e arrastada para cada metro cúbico de madeira levado para a serraria. As fórmulas usadas foram:

$$\begin{array}{l} (4) \quad \alpha_s = q_{\text{racha}'_s} / q_{\text{pad}} \cdot \\ (5) \quad \beta_s = q_{\text{perd}'_s} / q_{\text{pad}} \\ (6) \quad \delta_s = q_{\text{qpat}'_s} / q_{\text{pad}} \end{array}$$

onde $q_{\text{racha},s}$ é o volume de madeira desperdiçada, devido às rachaduras; q_{perd} é o volume de madeira desperdiçada, devido ao fato de que as toras comerciais cortadas não terem sido encontradas pela equipe de arraste; e q_{pat} é o volume de madeira desperdiçada, devido às toras deixadas inutilizadas nos pátios. Cada divisão nas equações de (4) a (6) indica o volume de madeira desperdiçada em cada etapa da extração, como uma proporção do volume padrão de madeira retirada e transportada para a serraria.

¹¹ Barreto *et al.* (1998) contabilizaram a madeira desperdiçada através do ajuste da receitas brutas tendendo a diminuir. Em contraste, neste trabalho, contabilizou-se a madeira desperdiçada, através de um ajuste de custos tendendo a aumentar. Esta parece ser uma abordagem mais cautelosa.

O custo médio de desperdício (CMD_s) foi calculado como a soma do produto de cada fator de desperdício pelo respectivo custo variável:

$$(7) \quad CMD_s = \alpha_s [cvme_{d,s}] + \beta_s [cvme_{d,s} + cvme_{t,s}] + \delta_s [cvme_{d,s} + cvms_{ts} + cvme_{a,s} + cvme_{pat,s}]$$

onde $cvme_d$ é o custo variável médio de derruba; $cvme_t$ é o custo variável médio do traçamento; $cvme_a$ é o custo variável médio do arraste, e $cvme_{pat}$ é o custo variável médio das operações no pátio¹².

– Custos dos direitos de exploração ou custos da madeira em pé

Os custos dos direitos de exploração (λ) foram ajustados para refletir os volumes relativos à madeira desperdiçada nas operações EC e EIR. Na área destes estudos, os custos da madeira em pé foram realmente vendidos como “direitos de exploração” por hectare (λ_{ha})¹³. Se as operações de EIR fossem mais eficientes na extração do volume de madeira potencialmente disponível, que as operações da exploração convencional (para extração em um talhão padrão), então os custos dos direitos de exploração por m³ de madeira extraída seriam menores para a exploração de impacto reduzido.

¹² Os custos de derruba para o sistema de manejo de baixo impacto não foram computados, independentemente da atividade de traçamento. Portanto, foi assumido que os custos de derruba no sistema de manejo de baixo impacto representam 50% do custo de derruba mais o custo de traçamento.

¹³ Stone (1996) relatou um custo tarifário médio de US\$193/ha para esta área de estudo.

O custo dos direitos de exploração por m³ em um talhão EIR típico foi calculado como o custo dos direitos de exploração por hectare dividido pelo volume padrão: $\lambda_{m^3}^{EIR} = (\lambda_{ha} / q_{pad})$. O custo dos direitos de exploração por m³ em um talhão de manejo convencional típico incluiu um fator (Δ) para a diferença no volume total de madeira desperdiçada (categorias de 1 a 5) entre os talhões de EC e EIR:

$$(8) \quad \Delta = \mathbf{W}^{EC} - \mathbf{W}^{EIR}$$

onde \mathbf{W}^{EC} é o volume de madeira desperdiçado nos talhões de exploração convencional; e \mathbf{W}^{EIR} é o volume de madeira desperdiçado nos talhões de exploração de impacto reduzido. Assim, o custo dos direitos de exploração por m³ em um talhão típico de manejo convencional foi calculado como:

$$\lambda_{m^3}^{EC} = \lambda_{ha} / (q_{pad} - \Delta).$$

Estimativa dos danos às árvores e ao solo

Os danos que se evitam à floresta residual, através da implementação de métodos de exploração de impacto reduzido, são benefícios deste sistema em relação ao convencional. Neste estudo, dois parâmetros importantes para indicar a gravidade dos danos para florestas futuras foram medidos: danos às árvores residuais, e a proporção de solo mineral exposto. Apesar de se reconhecer que a redução destes tipos de danos aumenta o valor econômico e ecológico da floresta residual, as medições desses valores, em termos econômicos, estão fora do escopo deste estudo¹⁴.

¹⁴ Impactos econômicos da exploração de impacto reduzido no valor presente líquido são relatados por Boltz (1999).

– Danos às árvores

Estimativas de danos foram baseadas em um censo dos talhões 1 e 3 de Cauaxi, de todas as espécies de árvores comerciais e potencialmente comerciais com boa forma e DAP maior ou igual a 35cm. Apenas as árvores que se enquadravam nestes critérios foram incluídas, porque elas provavelmente serão extraídas no segundo ciclo de corte. Este censo foi feito 20 meses após a extração, e, portanto, foram incluídos os danos devidos à ação do vento neste intervalo.

Metodologia idêntica foi usada nos talhões EC e EIR, onde o mesmo técnico da FFT supervisionou a coleta de dados. As árvores foram localizadas utilizando-se a listagem do inventário que continha as coordenadas, nomes vulgares e científicos, número das árvores e diâmetros¹⁵. Dois assistentes ajudaram a localizar as árvores listadas, enquanto que os dois técnicos avaliavam e registravam os danos. A gravidade do dano no tronco e na copa, a causa do dano e o estado de saúde de cada árvore foram avaliados neste censo, usando-se uma modificação do método relatado por Johns *et al.* (1996), como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios usados para avaliação de danos após a extração.

Intensidade do dano	Danos na copa	Danos no tronco	Causa do dano ^(*)	Estado de saúde
0	Nenhum dano, copa completa.	Nenhum dano.	Nenhum dano.	Nenhum dano.
1	Danos leves, ou seja, menos de 1/3 da copa danificada.	Danos leves, até 1.500 cm ² da casca.	Corte.	Sinais claros de recuperação.
2	Danos moderados, ou seja, mais que 1/3, mas menos que 2/3 da copa destruídos.	Danos leves, superiores a 1.500 cm ² da casca.	Arraste.	Nenhum sinal de recuperação ou morte / deterioração.
3	Danos pesados, ou seja, copa destruída.	Danos moderados, mais profundos que a casca, porém com área < 1.500 cm ² .	Construção de estradas	Sinais claros de morte ou deterioração (como ataque de insetos ou fungos).
4	Não avaliados.	Danos pesados com área maior que 1.500 cm ² , como uma rachadura grande ou um galho quebrado.	Construção de pátios.	Não avaliados.
5	Não avaliados.	Dano irreversível (tronco esmagado, morrendo ou morto).	Causas naturais (não relacionadas à atividade extrativa).	Não avaliados.

^(*) Para as classes 1 e 3, os técnicos também registraram largura e comprimento aproximados do dano.

¹⁵ No bloco MBI, a equipe também registrou nomes, diâmetros e coordenadas das “árvores para a próxima extração”, aquelas com DAP variando entre 35cm e 45cm, já que o inventário existente somente incluía árvores com diâmetro superior a 45cm.

Solo afetado por máquinas pesadas

Os sistemas de exploração florestal de impacto reduzido são projetados para reduzir o impacto de máquinas pesadas nos solos florestais. Espera-se que a redução de danos ao solo permita uma produtividade florestal futura maior, pois uma quantidade menor de árvores jovens é destruída durante as operações de extração e uma área menor de solo mineral é exposta.

Foi calculada a área total afetada por estradas, pátios e trilhas de arraste em ambos sistemas de exploração. O mesmo técnico usou uma fita para medir o comprimento e largura de cada trilha de arraste, estrada e pátio em ambas as áreas de extração. Simultaneamente, azimutes foram registrados, para permitir que as trilhas fossem incluídas no mapeamento pós-exploratório. No escritório, a área do terreno afetada foi calculada multiplicando-se o comprimento da trilha por sua largura média. Apesar da compactação não ter sido medida, o nível de danos foi estimado. A cada 30m, ao longo das trilhas de arraste, foi observado se o solo mineral foi ou não exposto, e se permanecia a camada de matéria orgânica superficial do solo. A unidade de amostra foi uma linha única cortando a largura da trilha. O dano geral foi a percentagem da amostra que apresentou exposição do solo.



Exploração convencional cria grandes aberturas no dossel, danos severos nas árvores remanescentes e impactos negativos ao solo florestal.

RESULTADOS

Visão geral da extração de madeira nas áreas de EIR e EC

Inventários pré-exploratórios indicaram que havia mais árvores disponíveis para extração no talhão EC que no talhão EIR (Tabela 2). No talhão EIR, algumas árvores foram “desclassificadas” por causa de defeitos, inclinação ou outros fatores que prejudicariam a extração. Em ambos talhões, árvores também foram “desclassificadas” pelo operador de motosserra. No talhão EC, quase a metade das árvores consideradas potencialmente exploráveis no inventário nunca foram encontradas pelo operador da motosserra. Além disso, este operário no sistema de manejo convencional, cortou muitas árvores que não atendiam aos critérios de extração, devido às restrições de tamanho ou espécie.

Tabela 2. Características gerais da extração de madeira nos talhões EC e EIR (100 ha), em Cauaxi, Paragominas, em 1996.

Características	EC	EIR
Árvores selecionadas (pela FFT) e/ou viáveis para extração, de acordo com a lista do inventário (árvores dentro dos critérios de extração).	726	670
Árvores rejeitadas durante a marcação, devido a defeitos.	0	217
Árvores marcadas para extração, após a verificação de defeitos.	0	453
Árvores listadas, mas rejeitadas pelo operador de motosserra por causa de defeitos, após serem testadas.	15	126
Árvores listadas, dentro dos critérios de extração, mas não cortadas por não terem sido encontradas pelo operador da motosserra.	347	0
Árvores cortadas (listadas e dentro dos critérios de extração)	363	327
Árvores cortadas (apesar de não listadas, ou seja, fora dos critérios de extração)	62	0
Árvores com madeiras úteis, caídas acidentalmente durante a derruba e extraídas (não listadas)	0	4
Total de árvores cortadas	425	331
Árvores não transportadas, por não terem sido encontradas pelas equipes de arraste.	16	1
Árvores não arrastadas por falta de madeira útil.	12	2
Total de árvores transportadas até os pátios	397	328

O número de árvores cortadas no talhão EC (425 árvores) foi aproximadamente 28% maior que o número de árvores cortadas no outro talhão de EIR (328 árvores). No talhão EC, aproximadamente 4% das árvores cortadas não foram encontradas pela equipe de arraste (16 árvores), e aproximadamente 3% das árvores cortadas não foram arrastadas porque não atendiam aos padrões de comerciabilidade (12 árvores). Aproximadamente 16% das árvores cortadas no talhão EC não estavam listadas no inventário e não atendiam aos critérios de extração (62 árvores). No caso da operação EIR, menos de 1% das árvores cortadas não foi arrastada (3 árvores).

O número de árvores extraídas (arrastadas para os pátios) no talhão de manejo convencional excedeu o número de árvores extraídas no talhão de exploração de impacto reduzido em aproximadamente de 21% (69 árvores).

Impactos da extração na estrutura florestal

As distribuições pré e pós-extração das árvores comerciais e potencialmente comerciais pelo sistema de extração são mostradas na Figura 2 e Tabela 3. A distribuição de árvores em classes por diâmetro antes da extração apresentou-se como um “J invertido”, distribuição típica de florestas tropicais, com árvores de várias idades. A distribuição em “J invertido” foi razoavelmente mantida na fase pós-extração nos talhões de ambos os sistemas de exploração, apesar de duas diferenças nas distribuições dos diâmetros pós-extração terem sido verificadas. Primeiro, a floresta remanescente no sistema de exploração de impacto reduzido continha um número maior de árvores nas classes de menor diâmetro (< 55cm), mas isto se deve, principalmente, ao maior número de árvores existentes antes da extração nessas classes de diâmetro. Segundo, a distribuição de árvores grandes após a extração (de 90 cm a 130 cm) no talhão EIR foi diferente daquela do talhão EC. Neste talhão de EC,

aproximadamente 10% das árvores existentes antes da colheita nestas classes de tamanho permaneceram após a extração, enquanto nos talhões EIR, 21% destas árvores nas mesmas classes de diâmetro, permaneceram após a extração. Tal informação indica que os “caçadores” de árvores no talhão EC tinham preferência pelas árvores maiores, enquanto o sistema de EIR manteve uma melhor estrutura diamétrica da floresta¹⁶. Além disso, as condições das árvores remanescentes no talhão EIR eram melhores do que a daquelas do talhão de exploração convencional, pois o planejamento resultou em danos menores à floresta.

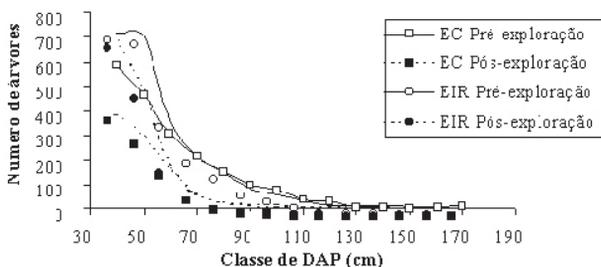


Figura 2- Distribuição diamétrica (cm) das árvores comerciais e potencialmente comerciais antes e depois das atividades de exploração convencional (EC) e exploração de impacto reduzido (EIR) na Fazenda Cauaxi, PA, Brasil.

¹⁷ Diferenças no impacto causado pela extração na estrutura florestal são mais tarde confirmadas em cálculos do fator q pré e pós-exploração. Enquanto o fator q inicial era essencialmente o mesmo para ambas amostras (EIR=1,64 e EC=1,67), o fator q pós-exploração foi estimado em EIR=1,70 e EC=1,85. Isso condiz com o manejo convencional concentrado em classes de maior diâmetro.

Impacto no solo

A quantidade de solo afetado pela operação de máquinas pesadas no talhão EC foi quase o dobro daquela observada no talhão EIR (Tabela 4). Esta razão de danos de 2:1 foi quase a mesma para cada uma das atividades listadas¹⁷. Em geral, os equipamentos pesados danificaram 10% do talhão EC, contra aproximadamente 5% do talhão EIR. Além disso, notou-se que 100% das trilhas de arraste no talhão EC apresentaram solo mineral exposto, enquanto menos de 10% destas trilhas no talhão EIR tiveram solo exposto. Estes resultados sugerem que a regeneração será mais tardia no talhão EC.

Tabela 3. Distribuição pré e pós-exploração e percentagem de árvores comerciais e potencialmente comerciais remanescentes (entre as classes 1 e 2), por classes de diâmetro (DAP) nos talhões de exploração convencional (EC) e exploração de impacto reduzido (EIR) na Fazenda “Cauaxi”, PA, Brasil.

Classes DAP (cm)	Número de árvores em 100 hectares					
	Exploração convencional			Exploração de impacto reduzido		
	Pré- exploração	Pós- exploração	Porcentagem Remanescente	Pré- exploração	Pós- exploração	Porcentagem Remanescente
35-44.9	587	391	0.67	716	687	0.96
45-54.9	462	292	0.63	703	480	0.68
55-64.9	308	168	0.55	366	177	0.48
65-74.9	212	63	0.30	214	61	0.29
75-84.9	149	27	0.18	150	27	0.18
85-94.9	101	12	0.12	85	16	0.19
105-114.9	76	7	0.09	55	14	0.25
115-124.9	37	2	0.05	31	5	0.16
125-134.9	30	2	0.07	12	4	0.33
135-144.9	5	1	0.20	12	1	0.08
145-154.9	7	0	0.00	8	1	0.13
155-164.9	2	0	0.00	4	0	0.00
165-174.9	3	0	0.00	3	1	0.33
175+	8	0	0.00	0	0	--
Total	1987	965	0.49	2359	1681	0.71

¹⁷ Esta razão 2:1 para medir a quantidade de solos afetados é semelhante aos resultados relatados por Hendrison (1990), ao comparar a exploração convencional à de impacto reduzido no Suriname.

Tabela 4. Área de solos afetados (m²) por árvore extraída em operações MC e MBI, e área total danificada no talhão de 100 hectare.*

Atividade	Exp. convencional		Exp. de impacto reduzido	
	m ² / árvore	ha / 100 ha	m ² / árvore	ha / 100 ha
Estradas Secundárias	34	1,35	20	0,65
Pátios	26	1,05	19	0,63
Trilhas de arraste	193	7,66	120	3,90
TOTAL	253	10,05	159	5,18

* Foram extraídas 397 árvores na EC e 328 na EIR.

Há possibilidade de serem utilizadas as mesmas estradas secundárias, pátios e trilhas de arraste primárias para a colheita seguinte, nas operações EIR. Isto não só permitiria ao proprietário de terra amortizar os investimentos em infra-estrutura em mais de uma extração, como também reduziria os impactos ambientais a longo prazo. Devido ao fato de ser improvável que as estradas, pátios e trilhas sejam reutilizadas após uma operação EC, espera-se que os impactos financeiros e ecológicos acumulados ao longo de várias colheitas sejam bem maiores para operações EC.

Desperdício na atividade extrativa

As atividades de EIR reduziram o volume de madeira desperdiçada em 4,13m³ / ha, ou 68,4%, comparado às atividades EC (Tabela 5). A maior parte da madeira desperdiçada na floresta foi decorrente da derrubada imprópria das toras (EC = 1,97m³ / ha X EIR = 0,85m³ / ha). No talhão EC, as toras não encontradas pela equipe de arraste foram a segunda maior causa de desperdício de madeira (0,96m³ / há). No talhão de EIR, apenas uma tora não foi encontrada, o que representa 0,06m³ / ha. Rachaduras nas toras, devido aos cortes mal feitos, são responsáveis por 0,87m³ / ha no talhão EC, e por 0,31m³ / ha no talhão EIR. O desperdício causado

por se cortar a árvore muito acima do indicado representa $0,28\text{m}^3$ / ha no talhão EC, e $0,10\text{m}^3$ / ha no talhão EIR. Finalmente, a madeira deixada inutilizada no pátio chega a $1,97\text{m}^3$ / ha no talhão EC e $0,60\text{m}^3$ / ha no talhão EIR.

Tabela 5. Madeira comercial deixada na floresta e nos pátios na EC e EIR, em Cauaxi, Paragominas, Pará.

Fonte	Desperdício EC (vol./ha)	Desperdício EIR (vol./ha)
Tocos altos	0.28 m ³	0.10 m ³
Toras rachadas	0.87 m ³	0.31 m ³
Desperdício na derruba	1.97 m ³	0.85 m ³
Toras perdidas	0.96 m ³	0.06 m ³
Total na floresta	4.08 m ³	1.32 m ³
Total no pátio	1.97 m ³	0.60 m ³
Total	6.05 m³	1.92 m³

Os fatores de desperdício mostrados na equação (5) foram computados usando-se dados da Tabela 5. Para a operação EC (EIR), $\alpha = 0.034$ (0.012), $\beta = 0.039$ (0.002) e $\delta = 0.078$ (0.024). A soma $\alpha + \beta + \delta$ indica o volume de madeira desperdiçada por unidade extraída que incorreu em custo direto. A adição destes dados na (equação 7) resultou em um custo de ajuste de desperdício de US\$0.40 / m³ para EC típica, e US\$0.09 / m³ para EIR típica.

Os custos dos direitos de exploração foram computados, para demonstrar a diferença no volume de madeira desperdiçada entre os talhões EC e EIR (equação 8). Tais custos no talhão de EIR foram estimados em US\$ 7.61/ha [(\$193/ha)/(25.36 m³/ha)]. Usando o valor estimado $\Delta = 4.13$ m³/ ha, os custos dos direitos de exploração no talhão EC foram estimados em US\$ 9.09/ha, devido à extração ineficiente do volume potencialmente disponível. O sistema EIR reduziu tal custo em US\$ 1.48/m³, por meio de extração mais efetiva de volume comercial.



A exploração convencional resulta em um maior desperdício de madeira na floresta e no pátio, aumentando consideravelmente os custos.

Danos às árvores da próxima colheita

O sistema EIR reduziu o número de árvores da floresta residual, apresentando danos fatais em mais de 50% (Tabela 6). Para cada 100 árvores derrubadas, 34 indivíduos de espécies comerciais ou potencialmente comerciais, com DAP maior que 35cm, e com boa forma, apresentaram danos fatais. Isto indica que os benefícios econômicos e ecológicos serão maiores na floresta onde se aplicou o EIR. Como pode ser visto na Tabela 6, o corte é a mais importante causa da mortalidade de árvores nas operações de extração¹⁸. O corte respondeu por 98% dos danos devido ao trabalho humano no Talhão EC e 96% no Talhão EIR.

¹⁸ Causas naturais contribuem para um número adicional de 61 árvores no bloco EC e 50 no bloco EIR que estavam mortas ou morrendo.

Tabela 6. Proporção de árvores potenciais para a futura colheita (espécies comerciais e potencialmente comerciais; classe de fuste 1 e 2 danificadas pela derruba e outras atividades da EC e da EIR, em relação ao número de árvores extraídas. O número absoluto está entre parênteses.

Condição da árvore	Exp. convencional		Exp. de impacto reduzido	
	Danos no corte	Danos em outras atividades	Danos no corte	Danos em outras atividades
Em recuperação	0.14 (54)	0.11 (43)	0.24 (80)	0.17 (57)
Nenhum sinal de mudança	0.16 (63)	0.05 (21)	0.18 (58)	0.05 (17)
Com danos fatais	0.34 (136)	0.04 (16)	0.16 (52)	0.01 (2)
Total afetado	0.64 (253)	0.20 (80)	0.58 (190)	0.23 (76)



Árvores de futura colheita (duas faixas brancas) e porta sementes (faixa branca) são preservadas com as técnicas de corte da EIR.

Custos das atividades pré-exploratórias, do planejamento da exploração e da construção da infra-estrutura

Para o Talhão EIR padrão, os custos das atividades pré-exploratórias e do planejamento da exploração foram estimados em US\$ 1.34/ m³ (Tabela 7). Apesar de o planejamento ter reduzido os custos com construção de estradas e pátios em relação ao sistema EC, os custos totais com infra-estrutura foram maiores no sistema EIR, devido à marcação das trilhas de arraste¹⁹. Em geral, os custos com planejamento e com a construção da infra-estrutura foram quase três vezes maiores na EIR do que na EC. O reconhecimento destes custos iniciais pode dificultar a adoção de sistemas EIR.

Tabela 7. Custos das atividades pré-exploratórias, do planejamento da exploração e da construção da infra-estrutura.

Atividade	Custo médio das operações EC US\$/ m ³	Custo médio das operações EIR * US\$/ m ³
<i>Atividades pré-exploratórias</i>		
Definição do talhão (a)	-	0.26
Inventário (b)	-	0.48
Remoção de cipós (b)	-	0.14
Processamento de dados (c)	-	0.10
Mapeamento (c)	-	0.20
<i>Planejamento da exploração</i>		
Procura por árvores (**)	0.16	-
Marcação de árvores	-	0.13
Planejamento de estradas (a)	-	0.02
Planejamento de pátios (a)	-	0.01
Sub total	0.16	1.34
<i>Infra-estrutura</i>		
Construção de estradas (b)	0.28	0.16
Construção de pátios (b)	0.29	0.16
Marcação das trilhas de arraste	-	0.27
Total	0.73	1.93

* Os custos EIR marcados com **a**, **b** e **c** foram compostos com juros de 27,4% por ano para refletir o fato que tais custos ocorrerem antes da extração. As atividades marcadas com ‘**a**’ foram executadas em 8 meses; aquelas marcadas com ‘**b**’ foram executadas em 7 meses; e as marcadas ‘**c**’ foram executadas 3 meses antes da extração.

** Esta atividade é feita na hora da extração na EC.

¹⁹ Tais trilhas não são marcadas previamente nas operações EC.

Custos e produtividade da extração

A produtividade das operações de derruba e traçamento foi um pouco menor para EIR em relação à EC, provavelmente por causa do tempo extra, necessário para realizar o corte direcionado das árvores nos Talhões EIR (Tabela 8). Entretanto, a produtividade do arraste e das operações no pátio foram aproximadamente 40% maiores no sistema EIR, devido a maior eficiência em se encontrar as toras, aos equipamentos de arraste utilizados e ao menor tempo de retorno ao pátio. Em geral, a EIR típica reduziu os custos em corte, arraste e operações no pátio em US\$ 1.35/m³, o que compensou os custos extras das atividades de planejamento da extração (US\$ 1.18/m³).

Tabela 8. Produtividade e custo da extração.

Atividade	Produtividade EC (m ³ /h)	Custo EC (US\$/m ³)	Produtividade EIR (m ³ /h)	Custo EIR (US\$/m ³)
Derruba e traçamento	20.46	0.49	18.65	0.62
Arraste	22.39	1.99	31.66	1.24
Operações no pátio	22.39	2.01	31.66	1.28
Total		4.49		3.14

Custos e retornos financeiros da EC *versus* EIR

Uma comparação entre os custos e os retornos financeiros de operações típicas de EC e EIR na região de Paragominas é mostrada na Tabela 9. O planejamento das operações EIR tornou os custos iniciais deste sistema maiores em US\$ 1.18/m³ em relação às operações EC e quase dobraram os custos das atividades pré-exploratórias da EC. Esta disparidade aparentemente pode desestimular a adoção de métodos de EIR. Entretanto, os ganhos em eficiência devidos ao planejamento de operações EIR típicas foram grandes. A produtividade das operações de arraste e de pátio aumentou drasticamente na operação EIR, e levou a uma redução

de custos de 37% em relação a EC (US\$ 4.00 – US\$ 2.52 = US\$ 1.65/m³). O melhor aproveitamento dos volumes potencialmente comerciais no talhão de EIR típico reduziu o custo variável médio associado ao desperdício em 78% (US\$ 0.31/m³) e os custos dos direitos de exploração, em 16% (US\$ 1.48/m³).

De uma maneira geral, o custo total médio do sistema de EC foi 13% maior (US\$ 1.84/m³) que o do sistema EIR típico. Usando um valor de US\$ 25.50/m³ para a renda bruta no pátio, a renda líquida de uma operação EIR típica foi 19% maior (US\$ 1.84/m³) que a renda líquida de sistema de EC típico.

Tabela 9. Custos e retornos financeiros da EC X EIR.

Atividade	EC (US\$/m ³)	EIR (US\$/m ³)	Aumento (ou redução)
Anterior à colheita	0,00	1,18	1,18
Planejamento da extração	0,16	0,16	0,00
Infra-estrutura	0,57	0,59	0,02
Corte e derrubada	0,49	0,62	0,13
Arraste	1,99	1,24	(0,75)
Operações no pátio	2,01	1,28	(0,73)
Gastos gerais / apoio	0,97	0,86	(0,11)
Custos com direitos de exploração*	9,09	7,61	(1,48)
Treinamento **	-	0,21	0,21
Ajuste de desperdício	0,40	0,09	(0,31)
Custo total	15,68	13,84	(1,84)
Renda bruta	25,50	25,50	0,00
Lucro líquido	9,82	11,66	1,84

* Os custos com direitos de exploração são mais altos nas operações EC típicas, já que mais madeira é desperdiçada e, assim, o preço por hectare de direitos de exploração é dividido por um menor volume de madeira aproveitada.

** Os custos de treinamento em serviço para operações EC não foram considerados. Entretanto, este tipo de treinamento torna os custos em equipamentos mais altos, devido ao tratamento inadequado.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O lucro da exploração de impacto reduzido foi maior do que da exploração convencional das condições do estudo. O custo médio da EIR foi menor que o custo médio de EC. Os ganhos em produtividade e reduções dos desperdícios na EIR foram maiores do que os custos adicionais do planejamento pré-exploratório e da exploração. Além disso, a EIR permitiu reduzir os danos às árvores da floresta residual e ao solo da floresta. Isso provavelmente levará a benefícios financeiros e ecológicos maiores no futuro.

É interessante comparar estes resultados aos relatados por Barreto *et al.* (1998), em um estudo de caso na Fazenda Sete, também na região de Paragominas. Os resultados apresentados neste trabalho foram consistentes com os de Barreto *et al.* e confirmaram que a EIR pode levar a uma receita líquida maior que a proveniente da EC. Entretanto, Barreto *et al.* (1998) encontraram que, em geral, a diferença do desempenho entre EIR e EC foi maior que a encontrada neste estudo. A diferença pode ser explicada por vários motivos.

O volume inicial de madeira na fazenda Sete foi maior do que na Fazenda Cauaxi. O volume aproveitado no talhão planejado na fazenda Sete ($38,6\text{m}^3/\text{ha}$) foi cerca de 52% maior do que o volume aproveitado no talhão padrão em Cauaxi ($25,3\text{m}^3/\text{ha}$). Em geral, é esperada uma relação inversa entre um volume inicial de árvores e o custo médio da exploração. Um volume maior na Fazenda Sete sugere que os custos médios deveriam ter sido menores do que os de Cauaxi, o que na realidade não aconteceu.

Os custos médios de planejamento foram ligeiramente maiores no talhão de EIR em Cauaxi (US\$ $1.93/\text{m}^3$) que no talhão planejado da Fazenda Sete (US\$ $1.87/\text{m}^3$). Isto se deve ao fato de que muitas

das atividades associadas ao planejamento, como a demarcação do talhão e corte de cipós não são muito afetadas pelo número inicial de árvores. Dividir estes custos por um volume menor resultou em um aumento nos custos de planejamento em Cauaxi.

O custo médio de construção de estradas foi maior nos talhões EC e EIR de Cauaxi do que na Fazenda Sete, presumivelmente por causa da divisão dos custos por um volume inicial menor em Cauaxi.

Os custos de corte em Cauaxi não puderam ser comparados diretamente com os custos de corte na Fazenda Sete, pois os custos de traçamento de toras e da derrubada não foram registrados separadamente em Cauaxi. Porém, em Cauaxi, os custos médios de corte e traçamento na EIR (equipe de duas pessoas) foram 27% maiores (US\$ 0.13/m³) que estes custos para EC (equipe de duas pessoas). Isto provavelmente se deve ao maior tempo gasto para fazer o corte direcionado e cuidadoso no Talhão EIR. Na Fazenda Sete, o custo de corte na exploração planejada (equipe de duas pessoas) foi 1% maior do que na não-planejada (equipe de duas pessoas); enquanto que o custo de corte feito por uma equipe de três pessoas na exploração planejada foi menor do que o custo da exploração convencional.

A produtividade do arraste foi maior na Fazenda Sete que em Cauaxi, provavelmente devido a um maior estoque de árvores na primeira. O planejamento levou a um grande aumento na produtividade de arraste em ambas as áreas de estudo (ganho de 41% relativo à EC em Cauaxi e de 27% relativo à exploração não-planejada na Fazenda Sete). Estes resultados são consistentes com grandes ganhos de produtividade do arraste relatado por Hendrison (1990) para exploração planejada no Suriname. Ganhos em produtividade

do arraste e, conseqüentemente, em produtividade no pátio, são os mais importantes benefícios financeiros do EIR.

A EIR levou à redução expressiva do volume de madeira desperdiçada tanto em Cauaxi como na Fazenda Sete. O desperdício de madeira em Cauaxi foi igual a 4,08 m³/ha para EC (ou 16% do volume padrão) e 1,32 m³/ha para EIR (5% do volume padrão). As toras deixadas inutilizadas nos pátios em Cauaxi também foram consideradas um importante fator de desperdício em EC. Na Fazenda Sete, a exploração não-planejada resultou em 8,83 m³/ha de madeira desperdiçada (26,4% do volume cortado), e a exploração planejada resultou em 0,40 m³/ha de madeira desperdiçada (1% do volume cortado). Como a madeira desperdiçada implica em custo, estes resultados mostraram que a redução no desperdício de madeira devido ao planejamento é um segundo benefício importante do EIR. É imperativo convencer a indústria deste fato.

Os custos totais médios da EIR foram mais baixos que os custos de EC, tanto em Cauaxi como na Fazenda Sete. Em Cauaxi, o EIR reduziu os custos de exploração em US\$ 1.84/m³ (12%) em relação à EC. Na Fazenda Sete, a exploração planejada reduziu os custos em US\$ 2.12/m³ (14%), em relação ao EC. Os custos da exploração convencional foram bem semelhantes em Cauaxi (US\$ 15.68/m³), na Fazenda Sete (US\$ 15.01/m³), e ao relato de Ferreira (1996) para a região de Paragominas (US\$ 15.45/m³). Os custos do EIR foram, de alguma forma, mais altos em Cauaxi (US\$ 13.84/m³) que na Fazenda Sete (US\$ 12.89/m³), provavelmente devido ao menor estoque volumétrico inicial e ao maior volume de madeira desperdiçada nas operações EIR, em Cauaxi.

Por fim, as rendas líquidas foram maiores na EIR em relação à EC, tanto em Cauaxi quanto na Fazenda Sete. Em Cauaxi, tal renda proveniente do EIR foi US\$ 1.84/m³ maior

(ganho de 19%) e a renda proveniente da exploração planejada na Fazenda Sete foi US\$ 3.68/m³ maior (ganho de 35%).

A maior lucratividade da EIR deveria levar à adoção e difusão de tal tecnologia. Entretanto, várias limitações à adoção desta tecnologia merecem atenção. Grande parte do benefício financeiro proveniente de EIR foi devida ao impacto nos custos com a redução dos desperdícios de madeira. Porém, as empresas operando com EC geralmente não adotam sistemas rigorosos de cálculo de custos, e, por isso, tais custos não são registrados. Assim, enquanto os custos associados ao desperdício de madeira não forem totalmente levados em conta, um dos mais importantes benefícios financeiros dos sistemas de EIR permanecerá não sendo reconhecido.

Os custos iniciais associados às atividades pré-exploratórias, tais como o planejamento da extração, foram bem maiores nas operações de EIR, e isso pode causar a impressão que a EIR é mais cara que o MC. Os custos associados ao treinamento das equipes nos métodos do EIR e à compra de novos equipamentos, como tratores de arraste de pneus, também são custos iniciais que podem impedir a decisão de se adotar os métodos do EIR. No entanto, os custos iniciais foram levados em conta nesta presente análise, e ficou demonstrado que, como um sistema, o custo da exploração de impacto reduzido (EIR) é competitivo com o da exploração convencional (EC). Esta mensagem deve ser claramente repassada para a indústria madeireira.

Durante o período deste estudo, as taxas de retorno econômico para o EC foram muito altas, limitando o incentivo para se buscar uma redução de custos. Esta pesquisa indicou que para cada dólar gasto em operações de EC, a renda líquida foi de US\$ 1.63. Esta extraordinária taxa de retorno indica que a indústria de extração de madeira não estava em equilíbrio, e

que, particularmente, a madeira em pé é subvalorizada pelo mercado, e os direitos de exploração atualmente praticados não refletem a realidade da escassez de madeira na região de Paragominas. Recomenda-se que o setor público considere como prioridade o desenvolvimento e a implantação de um banco de dados atualizado sobre os preços da madeira em pé e dos direitos de exploração, para que se tenha sempre acesso a informações atuais e corretas sobre o valor e a escassez de madeira nas diversas regiões.

Em curto prazo, a EC pode fornecer retornos financeiros maiores que a EIR, se a legislação de uso dos recursos florestais planejados para garantir a sustentabilidade continue sendo violada. Na Amazônia brasileira, houve um aumento significativo na aplicação das leis ambientais. O risco de multas ou outras penalidades podem compensar qualquer vantagem de curto prazo da exploração ilegal e fornecer um incentivo a mais aos empresários do setor a adotarem os métodos de EIR.

Dentre todas as atividades silviculturais na floresta, a extração de madeira é a que causa o maior impacto. Assim, diretrizes técnicas em EIR e pessoas treinadas são necessárias para o manejo florestal sustentável. Porém, as melhores práticas de extração devem ser combinadas com as melhores práticas de manejo, para garantir a sustentabilidade da produção em longo prazo em florestas tropicais. Mais pesquisas são necessárias para que se possa entender a regeneração, o crescimento e o rendimento de florestas manejadas com métodos de impacto reduzido, assim como os impactos dos métodos da EIR na susceptibilidade aos incêndios florestais, para que se possa garantir a sustentabilidade financeira e ecológica em longo prazo.

A atual demanda por treinamento formal em métodos de EIR, tanto por parte dos grandes proprietários de terra como pelo Ibama, sugere que mais pesquisas e testes operacionais são necessários para que se possa avaliar como a variação no tipo de floresta, dos mercados de produção e consumo da madeira e o tamanho da operação de extração, podem afetar o planejamento e a performance dos sistemas de EIR. Pesquisas e testes sobre o melhor planejamento da exploração e sobre a intensidade das atividades do manejo proporcionariam aos proprietários de florestas uma avaliação mais realista do manejo florestal, enquanto uma opção economicamente viável de uso da terra.

LITERATURA CITADA

BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.108, p. 9-26, 1998.

BOLTZ, F. ; CARTER, D. R.; HOLMES, T.P.; PEREIRA JUNIOR, R. Financial returns under uncertainty for conventional and reduced-impact logging in permanent production forests of the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, v.39, n.3, p.387-398, 2001.

BOSCOLO, M.; BUONGIORNO, J; PANAYOTOU, T. **Simulating options for carbon sequestration through improved management of a lowland tropical forest**. Cambridge: Harvard Institute for International Development, 1997. 39p.

BOXMAN, O; GRAAF, N. R. de; HENDRISON, J; JONKERS, W. B. J; POELS, R.L. H; SCHMIDT, P; SANG, R. T. L. Towards sustained timber production from tropical rain forests in Suriname. **Journal of Agricultural Science**, v. 33, p.125-132, 1985.

BREUNIG, E. F. **Conservation and management of tropical rainforests: an integrated approach to sustainability**. Oxon: CAB International, 1996. 339p.

COCHRANE, M. A. ; SCHULZE, M. D. Forest fire in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, v.12, n.5, p.948, Oct 2001.

DE CAMINO, R; MARIELOS, A. **Certification in Latin America: experience to date**. London: Overseas Development Institute, 1998 (Rural Development Forestry Network Paper 23c).

DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R.. **FAO model code of forest harvesting practice**. Roma: FAO, 1996. 85p.

FERREIRA, C. A. P. 1996. Aspectos econômicos relacionados aos projetos de manejo florestal na microrregião de Paragominas. *In: SEMINÁRIO SOBRE DIAGNÓSTICO DOS PROJETOS E MANEJO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ – FASE PARAGOMINAS*, 1996. **Anais**. Belém: Embrapa-CPATU, 1997. p. 43-54.

FUNDAÇÃO FLORESTA TROPICAL (Belém, PA). **Paragominas industry survey**. Belém, 1998. Não publicado

FRUMHOFF, P. C.; LOSOS, E. C. **Setting priorities for conserving biological diversity in tropical timber production forests**. Washington, D.C.: Smithsonian Institute, Center for Tropical Forest Science, 1998. 14p.

GRETZINGER, S. P. **Evaluación de impactos ambientales en concesiones forestales en la reserva de la biosfera Maya, Peten, Guatemala**. Turrialba: CATIE, 1996. 58p.

GULLISON, R. E.; HARDNER, J. J. The effects of road design and harvest intensity on forest damage caused by selective logging: empirical results and a simulation model from the Bosque Chimanes, Bolivia. **Forest Ecology and Management** v.15, p.1-14, 1993.

HENDRISON, J. **Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Universidade de Wageningen, 1990. 204p.

HOLDSWORTH, A. R.; UHL C. Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. **Ecological Applications** v.7, p. 713-725, 1997.

HOWARD, A. F.; VALERIO, J. Financial returns from sustainable forest management and selected agricultural land-use options in Costa Rica. **Forest Ecology and Management** v. 81, p. 35-49, 1996.

HOWARD, A. F.; RICE R. E.; GULLISON R. E. Simulated financial returns and selected environmental impacts from four alternative silvicultural prescriptions applied in the neotropics: a case study of the Chimanes Forest, Bolivia. **Forest Ecology and Management** v. 89, p. 43-57,1996.

HYDE, W. F. **Timber supply, land allocation and economic efficiency**. Baltimore: Johns Hopkins University, 1980. 224 p.

JOHNS, J.; BARRETO, P; UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging Operations in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management** v 89, p. 59-77, 1996.

JOHNSON, N; CABARLE, B. **Surviving the cut: natural forest management in the humid Tropics**. Washington D.C. World Resource Institute, 1993. 71p.

KISHOR, N; CONSTANTINO, L. Sustainable Forestry: can it compete? **Finance & Development** v. 34, p. 36-39, 1994.

NEPSTAD, D. C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E., COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature** v. 398, p. 505-508, 1999.

PULKKI, R. E. Conventional *versus* environmentally sound harvesting: impacts on non- Coniferous tropical veneer log and sawlog supplies. **Unasylva** v. 40, p. 23-30, 1998.

PUTZ, F. E.; PINARD, M. A. Reduced impact logging as a carbon-offset method. **Conservation Biology** v.7, p 755-759, 1993.

PUTZ, F. E.; VIANA, V. Biological challenges for certification of tropical timber. **Biotropica** v. 28, p. 323-330, 1996.

QUIRÓZ, D. A.; CAMPOS, J. J.; CARRERA, F.; CASTAÑEDA, F. R. 1997. CATIE's experiences in the development of low impact forest harvesting systems in Central America. *In: RESEARCH ON ENVIRONMENTALLY SOUND FOREST PRACTICES TO SUSTAIN TROPICAL FORESTS*, 1997, Tempere, Finlândia. Tempere, 1997. p.15-26

REPETTO, R.; GILLIS, M. **Public policies and the misuse of forest resources**. New York: Cambridge University, 1998. 432 p.

RICE, R. E.; GULLISON, R. E.; REID, J. W. Can sustainable management save tropical forests? **Scientific American**, n.4, p. 44-49,1997.

STONE, S. **Economic trends in the timber industry of the Brazilian Amazon: evidence from Paragominas**. Amsterdam: International Institute for Environment and Development, 1996. 27 p. (CREED Working Paper Series 6).

UHL, C.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; VIDAL, E.; AMARAL, P.; BARROS, A., SOUZA JUNIOR, C.; JOHNS, J.; GERWING; J. Natural resource management in the Brazilian Amazon. **BioScience** v. 47, n.3, p160-168, 1997.

UHL, C.; VIERA, I. G. C. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: A case study from the Paragominas region of the state of Pará. **Biotropica** n. 21, p. 98-106, 1989.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; UHL, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management** v. 55, p. 169-199, 1992.

WALSH,R.P.D. Climate. *In: RICHARDS, P. W. The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge: Cambridge University, 1996. p. 159-205.

A N E X O S

Anexo 1: Sumário do custo médio por atividade.

Atividades	Custos (US\$/m ³)		Custos Compostos (US\$/m ³)
	Convencional	Exploração de impacto reduzido	Exploração de impacto reduzido
Pré-exploratórias			
Delimitação do talhão	0.00	0.22	0.26
Inventário ¹	0.00	0.42	0.48
Corte de cipós	0.00	0.12	0.14
Processamento de dados	0.00	0.09	0.10
Mapeamento	0.00	0.19	0.20
Subtotal	0.00	1.04	1.18
Planejamento da extração			
Procura das árvores ²	0.16	0.00	0.00
Marcação de árvores	0.00	0.13	0.13
Planejamento das árvores	0.00	0.02	0.02
Planejamento dos pátios	0.00	0.01	0.01
Subtotal	0.16	0.16	0.16
Infra-estrutura			
Construção de estradas	0.28	0.14	0.16
Construção dos pátios	0.29	0.14	0.16
Marcação de trilhas arraste	0.00	0.27	0.27
Subtotal	0.57	0.55	0.59
Extração			
Corte e derrubada	0.49	0.62	0.62
Arraste em trilhas	1.99	1.24	1.24
Operações no pátio	2.01	1.28	1.28
Subtotal	4.49	3.14	3.14
Apoio, Logística e Supervisão³	0.41	0.32	0.32
Subtotal da atividade	5.63	5.19	5.39
Despesas gerais (10% do subtotal)⁴	0.56	0.52	0.54
Subtotal (atividades + despesas gerais)	6.19	5.71	5.93
Direitos de exploração	9.09	7.61	7.61
Ajuste de desperdício	0.40	0.09	0.09
Treinamento		0.21	0.21
Custo total	15.68	13.62	13.84

¹ Baseado nos cálculos de custo e produtividade para um inventário 100% de todas as árvores (espécies comerciais e potencialmente comerciais) com diâmetro (DAP) >35 cm.

² Custo de um mateiro que procura por árvores a serem cortadas nos terrenos definidos.

³ Tanto para operações de exploração de impacto reduzido ou convencional, estes custos incluem o acampamento, o gerador, uma pick-up 4x4, o cozinheiro e o supervisor local. Para a exploração de impacto reduzido, os custos também incluem um motorista para o veículo de suporte (pick-up 4x4). Para operações convencionais, o supervisor geralmente dirige este veículo.

⁴ As despesas gerais se referem ao suporte administrativo (escritório, telefone, fax, computadores, etc.).

Anexo 2: Custo horário por atividade para práticas de exploração convencional e exploração de impacto reduzido.

Atividades	Exploração de Impacto Reduzido Custo (US\$/h)	Exploração Convencional Custo (US\$/h)
Pré-exploratórias		
Delimitação do talhão	6.72	
Inventário	14.64	
Corte de cipós	4.08	
Processamento de dados	14.98	
Mapeamento	10.71	
Planejamento da extração		
Procura por árvores		2.81
Marcação das árvores	9,14	
Planejamento das estradas	8.85	
Planejamento dos pátios	8.87	
Infra-estrutura		
Construção de estradas	45.39	40.53
Construção dos pátios	45.39	40.53
Marcação das trilhas de arraste	9.15	
Extração		
Corte e Derrubada	11.55	10.01
Arraste em trilhas	39.19	44.60
Operações no pátio	40.45	44.98

Notas:

- **Delimitação do terreno:** Trabalho = \$6.54 (1 ajudante qualificado e 2 ajudantes). Materiais = \$0.18 (inclui facção, bússola, fita métrica de 25 m, marcador à prova d'água, uniformes, capacetes, botas, colete de segurança, caixa de primeiros socorros, e cantil; ver Lista de Materiais de Trabalho para maiores detalhes).
- **Inventário:** Trabalho = \$12.90 (1 técnico II, 1 identificador e 3 ajudantes). Materiais = \$1.74 (inclui itens da nota anterior, mais 5 m de fita diâmetro + refil, prancheta, papel à prova d'água, lapiseiras e grafite, etiquetas de plástico, martelo, pregos, marcador de etiquetas Dymo - para numerar as etiquetas).
- **Corte de cipós:** Trabalho = \$3.98 (2 ajudantes). Materiais = \$0.10 (inclui capacetes, uniformes, coletes de segurança, facções e botas).
- **Processamento de dados:** Trabalho = \$14.98 (1 supervisor e 2 técnicos II), representa o custo total.
- **Mapeamento:** Trabalho = \$10.71 (1 supervisor e 1 técnico II), representa o custo total.
- **Procura por árvores:** Trabalho = \$2.66 (i.e. custo total de 1 mateiro). Materiais = \$0.15 (inclui capacete, botas, facção e cantil).
- **Marcação de árvores e planejamento de estradas e pátios:** = \$8.82 cada (1 técnico II, 1 ajudante qualificado e 1 ajudante). Já que a mesma equipe conduz as três atividades, o custo da maioria dos materiais foi igualmente dividido entre as três. Materiais = \$0.24 para a marcação de árvores (inclui materiais de segurança + tinta, pistola de tinta e adaptador); \$0.03 para o planejamento de estradas (inclui materiais de segurança + sinalização); e \$0.05 para o planejamento de depósitos de madeira (inclui materiais de segurança + sinalização e fitas de inventário com 25m de comprimento)

- Construção das estradas e dos pátios:

Custos no EIR: Trabalho na construção das estradas e pátios de madeira = \$11.28 cada (1 operador I para CAT D6, 1 ajudante qualificado e 2 ajudantes). A mesma equipe conduz ambas atividades, conseqüentemente, o custo dos materiais foi igualmente dividido entre as duas atividades. Materiais = \$0.06 cada (inclui capacetes, uniformes, botas, coletes de segurança, caixa de primeiros socorros, facões, óculos de segurança, alarme de emergência, cantis e apito). Equipamento = \$34.05 (inclui o custo de operação por hora do trator de esteira CAT – modelo D6 Logger; ver anexo de custos e depreciação para maiores detalhes).

Custos no EC: Trabalho na construção das estradas e Pátios = \$6.46 (1 operador e 1 ajudante). Esta equipe conduz ambas as atividades, assim, o custo dos materiais foi dividido igualmente entre as duas atividades. Materiais = \$0.02. Equipamento = \$34.05, que equivale ao da Exploração de impacto reduzido. O custo em equipamento é o mesmo, porque o custo horário do trator CAT D6 é o mesmo, independente do trabalho que executa.

- Marcação das trilhas de arraste: Trabalho = \$8.82 (1 técnico II, 1 ajudante qualificado e 1 ajudante). Materiais = \$0.33 (inclui materiais de segurança, sinalização, papel milimetrado, prancheta e lápis).

- Corte e derrubada:

Custos no EIR: Trabalho: \$8.20 (1 serrador e 1 ajudante, além da metade do custo de um técnico nível II, que supervisiona duas equipes de corte assim como outras atividades). Equipamento = \$2.80 (por ex.: o custo horário de operação de uma motosserra Stihl AV 51 equipada com uma lâmina de ponta giratória; (ver tabelas de custo e depreciação). Materiais = \$0.55 (inclui itens listados na nota 6, além de materiais de segurança para o serrador, cunhas, combustível e material de manutenção para as motosserras (ver lista de materiais para maiores detalhes).

Custos no EC: Trabalho = \$5.79 (1 serrador e 1 ajudante). Equipamento = \$3.76 (i.e. o custo horário de operação de uma motosserra Stihl AV 51 com lâmina simples. Materiais = \$0.46 (inclui itens requeridos por lei; ver lista de materiais para maiores detalhes).

- Arraste nas trilhas:

Custos no EIR: Trabalho: \$6.73 (1 operador e 1 ajudante). Equipamento = \$32.31 (inclui o custo horário de operação de um Skidder CAT 525; ver tabela de custo e depreciação). Materiais = \$0.15 (inclui cabos de aço).

Custos no EC: Trabalho = \$10.53 (1 operador, 1 serrador e 1 ajudante). Em operações convencionais típicas, um serrador acompanha o operador do CAT D6. Equipamento = \$34.05 (inclui custo horário de operação do trator CAT D6). Materiais = \$0.02.

- Operações no pátio:

Custos no EIR: Trabalho: \$9.29 (1 operador, 1 ajudante qualificado e 1 ajudante). Equipamento = \$30.87 (inclui custo horário de operação de um carregador CAT-938F e de uma motosserra Stihl AV 51 com lâmina giratória; (ver tabela de custo e depreciação). Materiais = \$0.29.

Custos no EC: Trabalho = \$12.82 (1 operador, 1 serrador, 1 ajudante qualificado e 1 ajudante). Equipamento = \$31.83 (inclui um carregador CAT-938F e de uma motosserra Stihl AV 51 com lâmina simples; ver tabela de custo e depreciação). Materiais = \$0.33.

Anexo 3: Produtividade.

Atividades	Produtividade EIR	Produtividade EC
Pré-exploratórias	(ha/h)	(ha/h)
Delimitação do terreno	1.19	
Inventário	1.36	
Remoção de cipós	1.36	
Processamento de dados	6.25	
Mapeamento	2.26	
Planejamento da extração	(ha/h)	(ha/h)
Procura por árvores		20.46
Marcação de árvores	2.81	
Planejamento de estradas	15.66	
Planejamento dos pátios	26.93	
Infra-estrutura	(ha/h)	(ha/h)
Construção de estradas	12.5	5.70
Construção dos pátios	12.5	5.58
Marcação das trilhas de arraste	1.34	
Extração	m³/h	m³/h
Corte e derrubada	18.65	20.46
Arraste em trilhas	31.66	22.39
Operações no pátio	31.66	22.39

Notas:

- **Horas de Trabalho:** Como resultado do planejamento, inventário e da construção de estradas no ano anterior, as operações EIR podem ser feitas durante 8 meses por ano, enquanto as EC por apenas 7 meses. Porém, para ambas as operações, cada mês tem 22 dias úteis. O número de horas efetivas de trabalho/dia é de 7 horas para as atividades anteriores à colheita e de planejamento, 6.15 para o corte, e 8 para todas as atividades que dependem de máquinas pesadas (isto é, construção de estradas e pátios, arraste e operações no pátio).
- **Delimitação do terreno:** 22.000 metros lineares de picadas são abertas em cada talhão de 100 hectares (picadas do inventário em intervalos de 50 metros). Cada 4ª linha do perímetro é compartilhada com o talhão adjacente. Para calcular a produtividade, dividiu-se 100ha/22.000 m: em seguida, multiplicou-se o resultado por 262.17 m/h (a produtividade média registrada nos talhões 2 3 & 5 de Cauaxi).
- **Inventário:** A produtividade é a área inventariada por hora (ha/h) obtida através do ajuste da produtividade média destes três talhões, nos quais a FFT fez inventário de todas as árvores cujo diâmetro na altura do peito era maior que 35cm, para espécies comerciais e potencialmente comerciais.
- **Corte de cipós:** A produtividade no corte de cipós é idêntica à produtividade do inventário, já que ambas as atividades acontecem ao mesmo tempo.
- **Processamento de dados:** A produtividade foi baseada no inventário de 3.800 árvores comerciais e potencialmente comerciais (+/- 190 árvores por 5 hectares de linha de inventário). Na média, uma pessoa pode processar os dados de 975 árvores por dia. Duas pessoas trabalhando de acordo com esta média processariam os dados de 50 hectares por dia. (50 ha/dia 8h/dia = 6.25 ha/hora).

- **Mapeamento:** Foram cruzados os dados sobre produtividade da FFT no mapeamento de 6.300 árvores, para estimar a produtividade de fazer um mapa com 3.800 árvores. Primeiramente, foi obtida uma produtividade média para os três tipos de mapas (mapa base em papel milimetrado, mapa base em papel vegetal e mapa de colheita em papel vegetal). Então, determinou-se produtividade média combinada. Em seguida, multiplicou-se esta média por 6.300/3.800.
- **Procura por árvores:** Já que a produtividade do mateiro é limitada pela da equipe de corte, conclui-se que a produtividade na procura de árvores será igual àquela do corte.
- **Marcação das árvores:** Produtividade média de 9 talhões da FFT.
- **Planejamento das estradas:** Foi usada uma produtividade média de planejamento de estradas de 250,62m/h observada em 6 talhões da FFT. Então, dividiu-se a metragem linear total de estradas necessárias para servir os 100 hectares (1.600 m) por esta produtividade média (250,62 m/h). O resultado (6,384 horas) é o tempo necessário para o planejamento de estradas em 100 há. Em seguida, dividiu-se 100 hectares/6,384 horas para se chegar ao resultado acima.
- **Planejamento dos Pátios:** Para o talhão EIR de Cauaxi, 10 pátios totalizando 5.000m² (cada pátio mede 20m x 25m) serviram os 100 hectares. Assim, dividiu-se 100 ha/5.000m², e então multiplicou-se o resultado pela produtividade média (de 3 talhões), que foi de 1.346,28m²/hora.
- **Construção das estradas:** tanto para EIR quanto para EC, foi dividida a metragem linear de estradas construídas para servir os 100 hectares pela metragem linear média de estradas que cada operação pode abrir em uma hora. Para EIR: 100 ha /1.600m x 200m/h, sendo 200m/h a média de 6 talhões da FFT. Para EC: 100 hectares /2.139 m x 121,88 m/h, sendo 2.139 m a distância medida no talhão 1 de Cauaxi, e 121,88 m/h a média da pesquisa da FFT. Um trator de esteira CAT (D6 Logger) foi usado para abrir as estradas em ambos os tipos de exploração.
- **Construção de pátios:** Para ambos EIR e EC, foram divididos 100 hectares pela área dos pátios ali existentes, e então multiplicou-se o resultado pela área média que cada operação foi capaz de abrir em uma hora. EIR = 100 ha/5.000 m² x 625 m²/h (ver a nota 10 para área), sendo 625 m²/h a média de abertura de 54 pátios. ECEC = 100 ha/10.470 m² x 584 m²/h. A área foi medida a partir da área total de pátios medida após a colheita no talhão 1 de Cauaxi, sendo 584 m²/h a média de 7 entrevistas (pesquisa da FFT). Um trator de esteira CAT (D6 Logger) foi usado para construir os pátios em ambos os tipos de exploração.
- **Definição das trilhas de arraste:** Média dos 8 talhões da FFT, incluindo os talhões 2, 3 & 4 de Cauaxi; o talhão 2 do AMACOL; todos os talhões de Marcelândia e Cláudia.
- **Corte e derrubada:** A produtividade EIR é a média de dias de trabalho normais nos talhões 4 (13 dias) 6 (6 dias) de Cauaxi, calculada da seguinte forma: (número de árvores cortadas/h em um determinado talhão x o volume médio de árvores neste talhão x número de pontos de dados para este talhão) / número total de pontos de dados. A produtividade EC é a média da pesquisa da FFT e P. Barreto (dados não publicados). Os operadores de motosserra em ambos os tipos de exploração usaram uma motosserra Stihl AV 51.
- **Arraste:** A produtividade EIR é a média dos dias de trabalho normais nos talhões 3, 4 & 6 de Cauaxi, calculada da seguinte forma: (número de árvores transportadas/h em um determinado talhão x o volume médio de árvores neste talhão x número de pontos de dados para este talhão) / número total de pontos de dados. Um Skidder CAT (525) com guincho e gancho foi usado na operação EIR. A produtividade EC é a média da pesquisa da FFT e P. Barreto (dados não publicados), e dados de 1992 do Imazon. Um trator de esteira CAT (D6 Logger) com guincho, mas sem cabo, foi usado na operação EC.
- **Operações no pátio:** Em ambos, EIR e EC, a média das operações de pátio (separação, medição e carregamento) é limitada pela produtividade do arraste, igualou-se à produtividade destas duas atividades. Tanto operações EIR quanto ECEC usaram um carregador CAT (938 F).

Anexo 4: Cálculo de custos em EIR.

Atividade	Custo (US\$/h) ¹	Produtividade ²		Custo	
		(ha/h)	(m ³ /h)	(US\$/ha) ³	(US\$/m ³) ⁴
Pré-exploratórias					
Delimitação do terreno	6.72	1.19		5.64	0.22
Inventário	14.64	1.36		10.76	0.42
Corte de cipós	4.08	1.36		3.00	0.12
Processamento de dados	14.98	6.25		2.40	0.09
Mapeamento	10.71	2.26		4.74	0.19
Planejamento da extração					
Procura por árvores	-	-		-	-
Marcação de árvores	9.14	2.81		3.25	0.13
Planejamento de estradas	8.85	15.66		0.57	0.02
Planejamento dos pátios	8.87	26.93		0.33	0.01
Marcação das trilhas de arraste	9.15	1.34		6.83	0.27
Infra-estrutura					
Construção de estradas	45.39	12.50		3.63	0.14
Construção dos pátios	45.39	12.50		3.63	0.14
Extração					
Corte e derrubada	11.55		18.65		0.62
Arraste em trilhas	39.19		31.66		1.24
Operações no pátio	40.45		31.66		1.28
Apoio					0.32
Subtotal da atividade					5.21
Despesas gerais (10% do subtotal)					0.52
Subtotal					5.73

Notas

¹ Ver Anexo 2 para detalhes.

² Ver Anexo 3 para detalhes.

³ Obtido através da divisão do custo (US\$/h) pela produtividade (ha/h).

⁴ Para atividades nas quais a produtividade existe em termos de ha/h (construção de estradas e plataforma), este valor foi obtido através da divisão do custo (US\$/ha) pelo volume médio extraído de um bloco padrão (25,36 m³/ha). Para as demais atividades, este valor foi obtido através da divisão do custo horário (US\$/h) pela produtividade (m³/h).

Anexo 5: Cálculo de custos em EC.

Atividade	Custo (US\$/h) ¹	Produtividade ²		Custo	
		(ha/h)	(m ³ /h)	(US\$/ha) ³	(US\$/m ³) ⁴
Anterior à extração	-	-	-	-	-
Marcação do terreno	-	-	-	-	-
Inventário	-	-	-	-	-
Corte de cipós	-	-	-	-	-
Processamento de dados	-	-	-	-	-
Mapeamento	-	-	-	-	-
Planejamento da extração					
Procura por árvores	2.81		20.46		0.14
Marcação de árvores	-		-		-
Planejamento de estradas	-		-		-
Planejamento dos pátios	-		-		-
Infra-estrutura					
Construção de estradas	40.53	5.58		7.27	0.29
Construção dos pátios	40.53	5.70		7.11	0.28
Marcação das trilhas de arraste	-	-		-	-
Extração					
Corte e derrubada	10.01		20.46		0.49
Arraste em trilhas	44.60		22.39		1.99
Operações no pátio	44.98		22.39		2.01
Apoio					0.41
Subtotal da atividade					5.61
Despesas gerais (10% do subtotal)					0.56
Subtotal					6,17

Notas

¹ Ver Anexo 2 para detalhes.

² Ver Anexo 3 para detalhes.

³ Obtido através da divisão do custo (US\$/h) pela produtividade (ha/h).

⁴ Para atividades nas quais a produtividade existe em termos de ha/h (construção de estradas e plataforma), este valor foi obtido através da divisão do custo (US\$/ha) pelo volume médio extraído de um bloco padrão (25,36 m³/ha). Para as demais atividades, este valor foi obtido através da divisão do custo horário (US\$/h) pela produtividade (m³/h).

Anexo 6: Cálculo dos custos horários baseados nos salários base mensais (no valor do dólar americano de 1996).

Cargo (EC/EIR) ¹	Status ²	Nº de salários mínimos ³	Salário base ⁴	Encargos legais ⁵	Custos com alimentação ⁶	Custos				diário	(EIR) ⁹	(EDEC) ¹⁰	horário
						(EC) ⁷	(EIR) ⁷	(EC) ⁸	mensal total				
Encarregado/ Supervisor	P	6,5	734,78	346,52	52,17	1.133,48	1.133,48	51,52	51,52	6,44	6,44	6,44	
Chefe/Técnico II	P	4,2	474,78	223,91	52,17	750,86	750,86	34,13	34,13	4,27	4,27	4,27	
Operador I	P	4,7	531,30	250,56	52,17	834,04	834,04	37,91	37,91	4,74	4,74	4,74	
Operador II	P	3,0	339,13	159,93	52,17	551,24	551,24	25,06	25,06	-	-	3,13	
Operador de motosserra	P	3,0	339,13	159,93	52,17	551,24	551,24	25,06	25,06	4,07	4,07	4,07	
Cozinheiro	T	2,0	226,08	87,79	52,17	403,63.455,8	450,21	18,3520,7	20,46	2,29.2,59	2,56	2,56	
Ajudante Qualificado	T	2,0	226,08	87,79	52,17	403,63.455,8	450,21	18,3520,7	20,46	2,29.2,59	2,56	2,56	
Ajudante	T	1,5	169,57	65,84	52,17	302,72.354,89	350,69	13,7616,1	15,94	1,72.2,01	1,99	1,99	
Mateiro	P	2,3	282,61	133,28	52,17	468,06	468,06	21,28	21,28	2,66	2,66	2,66	

Notas

- Os cargos listados são aqueles que normalmente existem no setor madeireiro na Amazônia brasileira. Na maioria dos casos, os nomes dos cargos são os mesmos em EC e EIR. Em casos onde isso não ocorre, o nome no EC é listado antes. Em operações EIR, um 'Técnico I' pode realizar as tarefas de um 'Encarregado'. O 'Mateiro' identifica as árvores comerciais para a colheita, mas não as marcas nem as etiquetas. Apesar de esta tabela padronizar os custos mensais, diários e horários com trabalhadores em operações EIR e EC, decidiu-se que os trabalhadores EIR trabalharão 8 meses no campo durante um ano típico de colheita, enquanto os trabalhadores EC trabalharão por apenas 7 meses no campo. O mês extra nas operações EIR é considerado como o resultado do inventário, construção de estradas, e planejamento do ano anterior. As operações EC não usam um motorista para o veículo 4WD de suporte; por isto, o custo do 'Operador II' somente é incluído nos custos EIR.
- Os cargos assinalados com 'P' são considerados empregados permanentes. Aquelas assinalados com 'T' são temporários. Os custos para empregados permanentes x empregados temporários são calculados de maneira diferente, assim como indicado abaixo.
- A maioria dos salários no Brasil é baseada em um múltiplo do salário mínimo estabelecido pelo governo federal, que correspondia a US\$ 113,04 em 1996.
- O salário base é o salário mensal (i.e. a quantidade de salários mínimos) de cada empregado. Isto é o que o empregado realmente recebe.

As outras colunas referem-se a taxas e outros custos.

Os encargos legais são as taxas federais e estaduais, assim como seguro social e seguro saúde. Tais encargos correspondem a 47,16% do salário base para 1.100 trabalhadores permanentes, e consistem de: FGTS (8%), PIS (1%), INSS (23%), férias + abono de férias (11,11%), e 13º salário (8,33%) distribuídos ao longo dos 12 meses. O encargo legal é de 38,83% do salário base para um trabalhador temporário porque o seu 13º salário proporcional é incluído nos custos adicionais. A razão para isto é que a proporção legal 13º salário de trabalhadores temporários é dividida apenas pelo número de meses em que eles realmente trabalham (7 meses em operações EC e 8 meses em operações EIR). Ver tabela explicativa abaixo.

Custos com alimentação foram calculados com base no pressuposto de que: (1) em um mês normal de colheita, todos os trabalhadores estarão na floresta, e, portanto, precisam de comida por 24 dias (i.e., 22 dias de trabalho mais 2 domingos durante os quais os trabalhadores ficam no campo, e obviamente comem, apesar de não estarem trabalhando); e (2) o preço da comida diária que custa em média US\$ 2,17.

De acordo com a legislação brasileira, os empregadores têm custos adicionais quando demitem um trabalhador. Tais custos são baseados no número de meses que o trabalhador trabalhou. Empregadores tanto nas operações EC quanto EIR sofrem tais custos quando demitem empregados temporários. Tais custos diferem entre as operações EC e EIR, já que elas estão distribuídas ao longo de 7 e 8 meses, respectivamente (ver Nota 1)

⁸ Os custos mensais tanto para operações EC como EIR são o somatório do 'salário base' + 'encargos legais' + 'custos adicionais'.

⁹ Os custos diários de operações EC e EIR foram calculados através da divisão dos custos mensais por 22 dias de trabalho. Foram obtidos os 22 dias de trabalho através de: (1) assumindo que um mês tem 30,5 dias e que o número médio de dias de folga por mês = 8,5; e (2) subtraindo 30,5 - 8,5. Nós obtivemos os 8,5 dias de folga assumindo que um mês terá um dia de licença saúde, 1 feriado, 4,2 domingos, 2 sábados de folga e 0,3 dias para viagens.

¹⁰ Os custos horários tanto para operações EC quanto EIR foram calculados pela divisão do custo diário por 8 horas (i.e. horas efetivas de trabalho / dia) para todos os trabalhadores, exceto o operador de motosserra. Para ambas operações, dividiu-se o custo diário com os operadores de motosserra por 6,15 horas, ou seja, o tempo médio que estes trabalhadores tipicamente trabalham por dia na Amazônia (baseado em dados do Imazon).

Exemplos esclarecedores

Exemplo 1. Encargos legais baseados em 1 salário mínimo (US\$ 113,00)				Exemplo 2. Custos adicionais com trabalhadores temporários em operações EC x EIR			
Taxas e Benefícios	%	P	T	Item de custo	EC (7 meses)	EIR (8 meses)	
FGTS	8%	9,04	9,04	Aviso prévio (1 salário base)	226,09	226,09	
PIS	1%	1,13	1,13	Encargos legais (38,83% do salário base)	87,79	87,79	
INSS	2,3%	26,00	26,00	40% do FGTS sobre o salário base x meses trabalhados	50,64	57,88	
Férias	3%	3,14	3,14	Férias * x meses trabalhados / 12	131,88	150,72	
Seguro Saúde	4%	4,58	4,58	13° salário * x meses trabalhados / 12	131,88	150,72	
13° Salário	8%	9,42	**	Total	628,29	673,20	
Total	47,16%	53,31	43,89	Custos Adicionais (total / meses trabalhados)	89,76	84,15	

**O 13° salário de trabalhadores temporários é incluído nos custos adicionais.

* Férias e 13° salário são baseados no salário de um mês. (ver nota 5)

Anexo 7: Cálculo de custos em materiais usados em operações de EC e EIR por atividade.

Item	Preço unitário US\$	Vida útil (anos)	Quantidade usada		Custo horário / colheita		
			EIR	EC	US\$ EIR	US\$ EEC	
Atividades pré-exploratórias							
Delimitação do talhão							
Materiais de segurança*					0.04	0.05	
Bússola	74.78	3	2	0	0.04	0.00	
Fita Survey	59.13	2	2	1	0.05	0.03	
Marcador à prova d'água	5.22	1	8	0	0.04	0.00	
Garrafa d'água (5 litros)	2.02	1	1	1	0.00	0.00	
Subtotal					0.17	0.08	
Inventário							
Materiais de segurança					0.21	0.05	
Refil de fita diâmetro	25.22	1	8	0	0.18	0.00	
5m de fita diâmetro	30.00	3	1	1	0.01	0.01	
Prancheta	2.17	1	1	0	0.00	0.00	
Papel à prova d'água	11.84	1	20	0	0.21	0.00	
Grafite	0.87	1	8	0	0.01	0.00	
Lapiseira	1.74	1	8	1	0.01	0.01	
Etiquetas plásticas	2.17	1	500	0	0.97	0.00	
Martelo	2.17	5	2	0	0.00	0.00	
Pregos	4.35	1	16	0	0.06	0.00	
Dymo (marcador de etiquetas)	175.65	5	2	0	0.06	0.00	
Impressora para Dymo	6.96	1	2	0	0.01	0.00	
Garrafa d'água (5 litros)	2.02	1	1	1	0.00	0.00	
Subtotal					1.73	0.07	
Corte de cipós							
Materiais de segurança					0.10		
Subtotal					0.10	0.00	
Atividades do planejamento							
Planejamento da estrada							
Materiais de segurança					0.03		
Sinalização	1.04	1	20	0	0.02	0.00	
Garrafa d'água (5 litros)	2.02	1	1	0	0.00	0.00	
Subtotal					0.05	0.00	
Construção da estrada							
Apito	1.74	1	2	1	0.00	0.00	
Garrafa d'água (5 litros)	2.02	1	1	1	0.00	0.00	
Subtotal					0.00	0.00	
Planejamento do pátio							
Materiais de segurança					0.03	0.00	
Sinalização	1.04	1	30	0	0.03	0.00	
Fita Survey	59.13	2	1	0	0.03	0.00	
Garrafa d'água (5 litros)	2.02	1	1	0	0.00	0.00	
Subtotal					0.09	0.00	
Construção do pátio							
Materiais de segurança					0.07	0.04	
Apito	1.74	1	2	0	0.00	0.00	
Garrafa d'água (5 litros)	2.02	1	1	1	0.00	0.00	
Subtotal					0.07	0.04	
Marcação da árvores							
Materiais de segurança					0.05	0.00	
Pistola de tinta	34.20	2	2	0	0.03	0.00	
Adaptador para pistola de tinta	6.17	0.5	2	0	0.02	0.00	
Tinta para marcar árvores	6.96	1	24	0	0.15	0.00	
Garrafa d'água (5 litros)	2.02	1	1	0	0.00	0.00	
Subtotal					0.25	0.00	

Continua...

Continuação...

Atividade	Item	Preço unitário US\$	Vida útil (anos)	Quantidade usada		Custo horário / colheita		
				EIR	EC	US\$ EIR	US\$ EEC	
Atividades da extração								
Corte	Materiais de segurança					0,43	0,43	
	Cunha	8,04	5	5	0	0,01	0,00	
	Marreta	7,83	5	2	0	0,00	0,00	
	Bolsa para o ajudante	10,43	1	4	0	0,04	0,00	
	Recipiente para combustível	10,22	1	2	1	0,02	0,02	
	Fita do operador	42,17	2	2	0	0,04	0,00	
	Martelo	2,17	5	2	1	0,00	0,00	
	Garrafa d'água (5 litros)	2,02	1	2	1	0,00	0,00	
Subtotal						0,54	0,45	
Planejamento da trilha de arraste	Materiais de segurança					0,05		
	Prancheta	2,17	1	1	0	0,00	0,00	
	Fitas de sinalização com bolas	1,49	1	60	0	0,07	0,00	
	Fitas de sinalização com listras	1,04	1	60	0	0,05	0,00	
	Garrafa d'água (5 litros)	2,02	1	1	0	0,00	0,00	
	Papel milimetrado (1/1000)	12,83	1	10	0	0,10	0,00	
	Papel milimetrado (1/2000)	12,83	1	5	0	0,05	0,00	
	Grafite	0,87	1	4	0	0,00	0,00	
	Lapiseira	1,74	1	4	0	0,01	0,00	
	Subtotal						0,33	0,00
	Arraste	Materiais de segurança					0,11	
Prancheta		2,17	1	1	0	0,00	0,00	
Lapiseira		1,74	1	4	0	0,01	0,00	
Grafite		0,87	1	4	0	0,00	0,00	
Garrafa d'água (5 litros)		2,02	1	1	1	0,00	0,00	
Luvas para o ajudante		4,35	1	3	1	0,01	0,01	
Apito		1,74	1	2	0	0,00	0,00	
Recipiente para combustível		10,22	1	1	1	0,01	0,01	
Subtotal						0,14	0,02	
Operações no pátio	Materiais de segurança					0,22	0,24	
	Prancheta	2,17	1	1	1	0,00	0,00	
	Lapiseira	1,74	1	4	1	0,01	0,01	
	Grafite	1,74	1	4	1	0,01	0,01	
	Fita métrica	59,48	1	1	1	0,05	0,05	
	Garrafa d'água (5 litros)	2,02	1	1	1	0,00	0,00	
	Luvas	4,35	1	2	1	0,01	0,01	
	Recipiente para combustível	10,22	1	1	1	0,01	0,01	
	Apito	1,74	1	2	0	0,00	0,00	
	Subtotal						0,31	0,33
Apoio & logística	Bomba de gasolina	345,22	3	1	1	0,09	0,10	
	Chave	8,7	1	1	1	0,01	0,01	
Subtotal						0,10	0,11	
Total						3,88	1,1	

* Por lei, esses itens são requeridos para todos os trabalhadores florestais que não operam máquinas pesadas ou motosserras: capacete, uniforme, colete de segurança, botas com bico de aço, caixa de primeiros socorros e facão. Além destes itens, os operadores de motosserra devem usar luvas e calças de segurança, protetores de ouvido, e visor de proteção. Operadores de máquinas pesadas devem usar protetores de ouvido e óculos de proteção.

Anexo 8: Estimativa do custo horário de operação em US\$ de um Skidder CAT (525).

<i>Esquema & Valor da Depreciação (baseados em 10,000 horas: 2,000 h/ano em 5 anos).</i>				
Valor de aquisição (inclusive os acessórios):				\$156,521.74
Custo dos pneus				
Dianteiros		\$7,826.09		
Traseiros		\$7,826.09		
	Custo dos pneus:			\$15,652.17
Valor de venda (após 5 anos):				\$58,028.84
Valor líquido a ser depreciado:				\$82,840.72
Custos fixos				
Despesas:				
Valor líquido depreciado dividido por 10,000 horas:				\$8.28
Usando a fórmula da Caterpillar, o custo em juros, seguro e taxas é:				\$7.04
Uso anual da máquina em horas = 2000				
Juros (12%) + Seguro (1%) + Taxas (2%) = 15%				
Valor líquido:				\$15.33
Custos variáveis da operação				
	<u>Cons. / h</u>	<u>Preço unitário</u>	<u>Custo</u>	
<i>Consumo de óleo diesel (litros)</i>	15	\$0.40	\$6.00	\$6.00
<i>Lubrificantes & Outros</i>				
Motor	0.08	\$2.83	\$0.21	
Transmissão	0.05	\$2.83	\$0.15	
Barra de direção	0.05	\$2.83	\$0.13	
Sistema Hidráulico	0.03	\$2.83	\$0.10	
Graxa			\$0.09	
Filtros			\$0.22	
	Total		\$0.89	\$0.89
<i>Pneus (Preço / vida útil)</i>				\$7.83
<i>Cabo principal</i>				\$0.54
<i>Suprimento para os cabos</i>				\$0.22
<i>Consertos & manutenção</i>				\$7.30
Valor líquido:				\$22.78
	Subtotal			\$38.11
		Crédito para venda		\$5.80
		Custo horário total:		\$32.31

Anexo 9: Estimativa do custo horário de operação em US\$ de um trator CAT D6 SR.

Esquema & Valor da Depreciação (baseados em 10,000 horas: 2,000 h/ano em 5 anos).

Valor de aquisição (inclusive acessórios):	\$160,869.57
Valor de revenda (após 5 anos):	\$59,640.76
Valor líquido a ser depreciado:	\$101,228.81

Custos fixos

Despesas:

Valor líquido depreciado dividido por 10,000 horas:	\$10.12
Usando a fórmula da Caterpillar, o custo em juros, seguro e taxas é:	\$7.24
Uso anual da máquina em horas = 2,000	
Juros (12%) + Seguro (1%) + Taxa = 15%	

Valor líquido: \$17.36

Custos variáveis da operação

	<u>Cons. / h</u>	<u>Preço unitário</u>	<u>Custo</u>	
Consumo de óleo diesel (litros)	16.00	\$0.40	\$6.40	\$6.40
Lubrificantes & Outros				
Motor	0.05	\$2.83	\$0.15	
Transmissão	1.10	\$2.83	\$0.27	
Barra de direção	0.04	\$2.83	\$0.11	
Sistemas Hidráulicos	0.03	\$2.83	\$0.07	
Graxa			\$0.09	
Filtros			\$0.30	
		Total	\$0.99	\$0.99
Manutenção da esteira				\$4.85
Cabo principal				\$0.54
Suprimento para os cabos				\$0.22
Consertos & manutenção				\$8.70
tens especiais				\$0.96
Valor líquido:				<u>\$22.65</u>
		Subtotal		\$40.01
		Crédito para revenda		\$5.96
		Custo total:		<u>\$34.05</u>

Anexo 10: Estimativa do custo horário de operação em US\$ de um carregador (CAT 938F).

Esquema & Valor de Depreciação					
<i>(baseados em 10,000 horas: 2,000 h/ano em 5 anos)</i>					
Valor de aquisição (inclusive Acessórios):					\$113,043.48
Custo dos pneus					
Dianteiro					\$7,826.09
Traseiro					<u>\$7,826.09</u>
Total					\$15,652.17
Valor de revenda (após 5 anos):					\$41,909.72
Valor líquido a ser depreciado:					\$55,481.58
Custos fixos					
Despesas:					
Valor líquido depreciado dividido por 10,000 horas:					\$5.55
<u>Usando a fórmula da Caterpillar, o custo em juros, seguro e taxas é:</u>					\$5.09
Uso anual da máquina em horas = 2000					
Juros (12%) + Seguro (1%) + Taxa (2%) = 15%					
Valor líquido:					<u>\$10.64</u>
Custos Variáveis da Operação					
		<u>Cons./h</u>	<u>Preço unitário</u>	<u>Custo</u>	
Consumo de óleo Diesel (litros)		15	\$0.40	\$6.00	\$6.00
Lubrificantes & Outros					
Motor		0.08	\$2.83	\$0.23	
Transmissão			\$2.83	\$0.07	
Barra de direção			\$2.83	\$0.08	
Sistema Hidráulico			\$2.83	\$0.07	
Graxa				\$0.17	
Filtros				\$0.30	
		Total		\$0.93	\$0.93
Pneus (Preço / vida útil)					\$5.22
Consertos & Manutenção					\$8.52
tens especiais					\$0.96
Valor Líquido:					<u>\$21.63</u>
Subtotal					\$32.26
Crédito para revenda					\$4.19
Custo Total:					<u>\$28.07</u>

Anexo 11: Estimativa do custo horário de operação em US\$ de uma Pick-up.

Esquema & Valor de depreciação (baseados em 6,000 horas em 5 anos.)

Valor de aquisição (inclusive acessórios): \$13,913.04

Custo dos Pneus

Dianteiros	\$286.96	
Traseiros	\$286.96	
Total:		\$573.91

Valor de venda (após 5 anos): \$7,826.09

Valor líquido: \$5,513.04

Custos fixos

Despesas:

Valor líquido depreciado dividido por 6,000 horas: \$0.92

Usando a fórmula da Caterpillar, o custo em juros, seguro e taxas é: \$1.04

Uso anual da máquina em horas = 1200

Juros (12%) + Seguro (1%) + Taxa (2%) = 15%

Valor líquido: \$1.96

Custos Variáveis da Operação

	<u>Cons./h</u>	<u>Preço unitário</u>	<u>Custo</u>	
Consumo de óleo diesel	2.00	\$0.67	\$1.33	\$1.33
Pneus (preço / vida útil)				\$0.32
Consertos & Manutenção				\$0.88
Valor líquido:				<u>\$2.53</u>
		Subtotal		\$4.49
		Crédito para venda		\$0.26
		Custo Total		<u>\$4.23</u>

Anexo 12: Estimativa do custo horário de operação em US\$ de uma motosserra Stihl AV 051.

Esquema & Valor de Depreciação					
<i>(baseados em 2,000 horas em 2 anos)</i>					
Valor de aquisição (inclusive acessórios):					\$773.91
Valor de revenda (vale 10% após 5 anos):					\$147.04
Valor líquido:					\$626.87
Custos fixos					
Despesas:					
Valor líquido depreciado dividido por 2,000 horas:					\$0.31
Juros (12%)					\$0.06
Seguro (1%)					\$0.08
Amortização do capital					\$0.24
Valor líquido:					<u>\$0.68</u>
Custos Variáveis da Operação					
	<u>Cons./h (CL)</u>	<u>Cons./h (EIR)</u>	<u>Preço unitário</u>	<u>Custo EC</u>	<u>Custo EIR</u>
Consumo de gasolina (litros)	1.3	0.78	\$0.73	\$0.95	\$0.57
Lubrificantes & outros					
Corrente	0.45	0.39	\$1.74	\$0.78	\$0.68
Correntes (EC: 20; EIR: 14)				\$0.46	\$0.28
Limas lisas (EC: 12; EIR: 7)				\$0.03	\$0.02
Limas redondas (EC: 24; EIR: 14)				\$0.08	\$0.04
Lâminas (EC: 4 secas; EIR: 2 giratórias)				\$0.37	\$0.18
Manutenção				\$0.41	\$0.36
Valor líquido:				<u>\$3.09</u>	<u>\$2.13</u>
				<u>EC (US\$)</u>	<u>EIR (US\$)</u>
			Subtotal	\$3.77	\$2.81
			Crédito para revenda	\$0.01	\$0.01
			Custo Horário Total	<u>\$3.76</u>	<u>\$2.80</u>

Anexo 13: Estimativa do custo horário de operação em US\$ de um gerador.

Esquema & Valor de Depreciação

(baseados em 7,500 horas em 5 anos).

Valor de aquisição (inclusive Acessórios):	\$1,478.26
Valor de revenda (depreciou 18%/ano por 5 anos):	\$548.05
Valor líquido:	\$930.21

Custos fixos de propriedade**Despesas:**

Valor líquido depreciado dividido por 7,500 horas:	\$0.12
Usando a fórmula da Caterpillar, o custo em juros, seguro e taxas é:	\$0.09
Uso anual da máquina em horas = 1500	
Juros (12%) + Seguro (1%) + Taxa (2%) = 15%	
Valor Líquido:	<u>\$0.21</u>

Custos Variáveis da Operação

	<u>Cons./h</u>	<u>Preço unitário</u>	<u>Custo</u>	
Consumo de gasolina (litros)	\$0.76	\$0.67	\$0.51	\$0.51
Lubrificantes & outros				
Motor	\$0.01	\$281.74	\$0.03	\$0.03
Valor líquido:				<u>\$0.53</u>
		Manutenção		\$0.05
		Subtotal		\$0.80
		Crédito para revenda		\$0.07
		Custo horário total:		<u>\$0.72</u>

Anexo 14: Cálculo do custo horário com apoio, logística e supervisão.

EIR		EC	
Campo	Custo total	Campo	Custo total
	\$594,61		\$594,61
Gerador		Gerador	
	Custo horário \$0,72		Custo horário \$0,72
	Horas / colheita ¹ 960		Horas / colheita ¹ 840
Pick-up		Pick-up	
	Custo horário \$4,23		Custo horário \$4,23
	Horas / colheita 1200		Horas / colheita 1200
Salário Cozinheiro		Salário Cozinheiro	
	\$226,09		\$226,09
	Custo adicional ² \$224,12		Custo adicional ² \$229,72
	Meses 8		Meses 7
Salário Motorista			
	\$226,09		
	Custo adicional ² \$224,12		
	Meses 8		
Salário Supervisor		Salário Supervisor	
	\$734,78		\$734,78
	Custo adicional ² \$398,70		Custo adicional ² \$398,70
	Meses 8		Meses 7
Total =	\$14,084,60	Total =	\$11,395,31
Volume total (m³) 8 meses de colheita³	44,577	Volume Total (m³) 7 meses de colheita⁴	27,584
Custo/m³	\$0,32	Custo / m³	\$0,41

Notas

- Assumiu-se 4h/dia x 30 dias x 8 meses (EIR) e x 7 meses (EC).
- O custo adicional corresponde ao custo com alimentação (US\$60 / mês), encargos legais, e outros custos legais.
- Multiplicou-se a produtividade em arraste EIR de 31,66 m³/h x 8 h/dia x 22 dias x 8 meses.
- Multiplicou-se a produtividade em arraste EC de 22,39 m³/h x 8h/dia x 22 dias x 7 meses.

Anexo 15: Definições do desperdício de madeira e métodos utilizados para avaliação.

Categoria / Parâmetros	Objetivos	Métodos	Comentários
Árvore listadas, mas não extraídas. Árvores não encontradas pelo operador de motosserra. Árvores deixadas na floresta de propósito	Verificar a percentagem do volume comercial não extraído	(1) determinar o volume a partir do banco de dados; (2) anotar o motivo pelo qual a árvore não foi extraída (defeito, árvore porta sementes, etc...)	Não incluídos nos cálculos de desperdício.
Árvores cortadas, mas não transportadas. Toras deixadas na floresta de propósito	Verificar a % de madeira cortada, mas com defeito. Calcular o volume de toras perdidas; incluído no total de madeira desperdiçada.	Anotar o motivo pelo qual a árvore não foi transportada (oca, partida, etc...) (1) medir o comprimento da tora & diâmetro em seu centro; (2) Calcular o volume (ver fórmula A).	Não incluídas nos cálculos de desperdício Fórmula (A): $V = 0,7854 \times D^2 \times H$, onde D é o diâmetro e H é o comprimento. A constante é $\pi/4$
Derrubada inadequada Toras com partes ocas	Calcular a madeira desperdiçada na derrubada inadequada de toras com partes ocas.	(1) Tirar duas medidas perpendiculares da parte oca. Se em todo o seu comprimento da tora estiver oca, medir apenas o diâmetro no centro da tora. (2) medir o comprimento da tora inteira e da parte oca. (3) medir o diâmetro do ponto médio da parte oca, começando 30 cm antes do fim desta, e também no centro da tora. (4) calcular o volume (ver fórmula B). (1) medir o comprimento da tora inteira. (2) medir o comprimento da rachadura "fechada". (3) medir o diâmetro no ponto médio da rachadura, começando 30 cm antes do fim desta, e também no centro da tora. Se a rachadura for aberta ao longo de toda a tora, obter o diâmetro medido circunferências externas de ambas as metades. (4) Calcular o volume da porção utilizável (Fórmula A).	Fórmula (B): $V = 0,7854 \times [D_{log} - (D_{hb} + D_{mi})/2]^2 \times H$, onde D _{log} é o diâmetro no ponto médio da parte útil da tora, D _{hb} é o diâmetro médio na base da parte oca, e H é o comprimento da parte útil da tora. As definições de partes úteis dependem de critérios determinados pelas serrarias para cada espécie.
Toras rachadas	Calcular a madeira desperdiçada na derrubada inadequada das toras rachadas e provenientes de corte inadequado.	(1) medir o comprimento da tora inteira. (2) medir o comprimento da rachadura, começando 30 cm antes do fim desta, e também no centro da tora. Se a rachadura for aberta ao longo de toda a tora, obter o diâmetro medido circunferências externas de ambas as metades. (4) Calcular o volume da porção utilizável (Fórmula A).	
Toras com contraforte	Calcular a madeira desperdiçada na derrubada inadequada de toras com contraforte.	(1) estimar e medir comprimento da parte comercial da tora. (2) medir o diâmetro no ponto médio deste comprimento. Se o contraforte começa onde a tora foi cortada, tomar duas medidas perpendiculares de diâmetro na extremidade cortada da tora. (3) Calcular o volume (Fórmula A).	
Copa (diâmetro do tronco > 30 cm)	Calcular a madeira desperdiçada na derrubada inadequada do tronco na parte superior da copa.	(1) medir o comprimento da porção útil do tronco e o diâmetro de seu ponto médio. (2) calcular o volume (Fórmula A).	As toras foram consideradas inúteis quando a porção útil de um galho tivesse um diâmetro > 1/3 que o do tronco.
Galhos rebos	Calcular a madeira desperdiçada na derrubada inadequada de galhos úteis.	(1) Começando 30 cm acima da junção com o tronco principal, medir o comprimento da mais longa parte útil (ver comentário). (2) medir o diâmetro no ponto médio desta parte. (3) Calcular o volume (Fórmula A).	Galhos foram considerados como toras úteis se apresentassem uma parte reta > 3m de comprimento e > 30cm de diâmetro.

As gravuras reproduzidas na capa foram feitas a partir de fotos aéreas no projeto “Modelo base de demonstração de manejo de exploração de impacto reduzido” que a Fundação Floresta Tropical - FFT desenvolve na Fazenda Cauaxi, pertencente ao Grupo CIKEL, localizada em Ulianópolis-PA. A primeira gravura é do Talhão III, onde foi realizado o manejo florestal com exploração de impacto reduzido. A segunda é do Talhão I, onde foi realizada a exploração convencional.

Apoio para impressão:

ProManejo
Projeto de Apoio ao Manejo Florestal
Sustentável na Amazônia

**MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE**



PNF



IBAMA
MMA



DFID Department for
international
Development

KfW group

