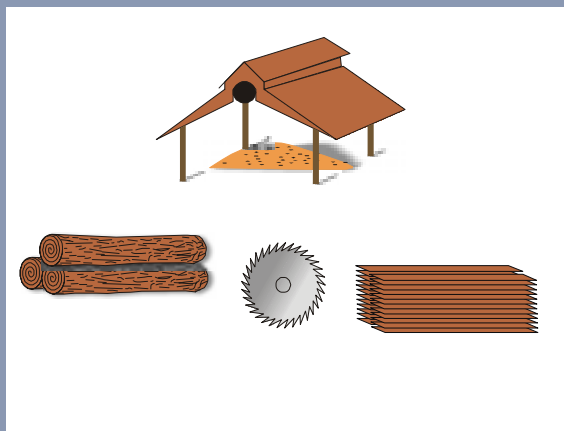


O Rendimento no Processamento de Madeira no Estado do Pará



Jeffrey Gerwing
Edson Vidal
Adalberto Veríssimo
Christopher Uhl

**RENDIMENTO NO PROCESSAMENTO
DE MADEIRA NO ESTADO DO PARÁ**

Jeffrey Gerwing; Edson Vidal; Adalberto Veríssimo & Christopher Uhl. 2001.

Rendimento no Processamento de Madeira no Estado do Pará/ Jeffrey Gerwing, Edson Vidal, Adalberto Veríssimo e Christopher Uhl. *Série Amazônia Nº 18* - Belém: Imazon, 2000.

38 p.; il

1. Indústria Madeireira. 2. Processamento de Madeira. 3. Rendimento. 4. Pará. 5. Amazônia

**RENDIMENTO NO
PROCESSAMENTO DE MADEIRA
NO ESTADO DO PARÁ**

**Jeffrey Gerwing
Edson Vidal
Adalberto Veríssimo
Christopher Uhl**

Belém, 2001

Versão em inglês publicada em 1997 na revista *Journal of Tropical Forest Products* 3 (1):70-80.

Tradução

Gláucia Barreto

Edição de Texto

Tatiana Corrêa

Editoração Eletrônica

Jânio Oliveira

Apoio Editorial

Fundação Ford

Imazon

Caixa Postal 5101, Belém (PA). CEP: 66.613-397

Fone/Fax: (091) 235-4214/0122/0414/0864

Correio Eletrônico: imazon@imazon.org.br

<http://www.imazon.org.br>

Sumário

RESUMO	7
INTRODUÇÃO	9
MÉTODOS	11
Região de estudo e seleção das empresas	11
Rendimento por empresa madeireira	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
Fatores que afetam o rendimento	15
Comparação entre uma serraria na Amazônia e	
uma empresa moderna	21
Tendências no rendimento madeireiro	26
CONCLUSÃO	31
EPÍLOGO	33
AGRADECIMENTOS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

RESUMO

Neste estudo, examinamos os fatores que influenciam o rendimento do processamento de toras em dez serrarias e duas laminadoras em Paragominas, na Amazônia Oriental. Além disso, através de um levantamento de 52 empresas madeireiras, caracterizamos as tendências do processamento de madeira na região. Os rendimentos médios totais foram mais altos para as laminadoras (39%), seguindo-se as serrarias que produzem para o mercado doméstico (36%) e as de exportação (32%). O processamento para o mercado externo reduziu o rendimento da empresa madeireira, uma vez que as exigências de qualidade desse mercado permitem apenas defeitos pequenos na madeira processada.

Observamos uma variedade de fatores que influenciam o rendimento do processamento de toras. A degradação durante o armazenamento causou perdas substanciais de volume da tora. Na indústria de laminação, danos causados por insetos resultaram na perda de 8% do volume total da tora. Nas serrarias, as perdas por ataques de insetos variaram de 0% a 13% dependendo da espécie. A variação na espessura da madeira processada, resultante da utilização de equipamentos de processamento inadequados ou gastos, causou perdas de mais de 8% do volume durante o processamento. O rendimento das empresas madeireiras foi maior (em até 10% do volume total da tora) para aquelas que usavam sobras de madeira ou de laminados para fabricar produtos secundários.

A adoção de técnicas simples pode elevar o rendimento. Por exemplo, a melhoria no armazenamento de toras pode resultar em um aumento no rendimento de até 8%. Além disso, o uso de equipamento com melhor manutenção, o treinamento da mão-de-obra e o desenvolvimento de novos produtos podem aumentar o rendimento em 4% a 10%. Esses procedimentos podem resultar em aumento total do rendimento de 12% a 18% para as serrarias e laminadoras, respectivamente.

INTRODUÇÃO

Durante os últimos vinte e cinco anos, a Amazônia tem-se tornado a maior região produtora de madeira processada do Brasil. Grande parte desse crescimento ocorre no Estado do Pará. Por exemplo, na região de Paragominas, o número de empresas madeireiras aumentou de 2, com uma produção total de madeira processada de 8.600 m³ em 1970, para 238 empresas com uma produção total de mais de 1,2 milhão de m³ em 1990 (Veríssimo *et al.*, 1992). Uma produção de madeira processada dessa magnitude consome aproximadamente 3,4 milhões de m³ de madeira em tora (rendimento médio de 35%). No entanto, para que a indústria madeireira continue a desempenhar um papel significativo na economia da região, as florestas devem ser manejadas a fim de garantir uma fonte sustentável de madeira no futuro (Barreto *et al.*, 1993).

O manejo dos recursos florestais não está restrito à floresta. A eficiência no desdobro das toras em produtos finais (madeira serrada, lâminas, compensados etc.) pode afetar significativamente a área de floresta necessária para satisfazer a demanda por madeira processada. Em uma serraria piloto em Santarém, Pará, atingiu-se um rendimento superior a 60% para algumas espécies da região (Sudam, 1981). Entretanto, com base em entrevistas com proprietários de empresas madeireiras na Amazônia, as estimativas do rendimento foram de aproximadamente 40% (Uhl *et al.*, 1991; Veríssimo *et al.*, 1992; 1995; inédito). A diferença entre essas estimativas de

rendimento potencial e real sugere que existem oportunidades para reduzir o desperdício de madeira associado ao processamento. Este estudo examina os fatores que influenciam o rendimento do processamento de toras na região de Paragominas, Pará, o maior pólo de processamento de madeira da Amazônia.

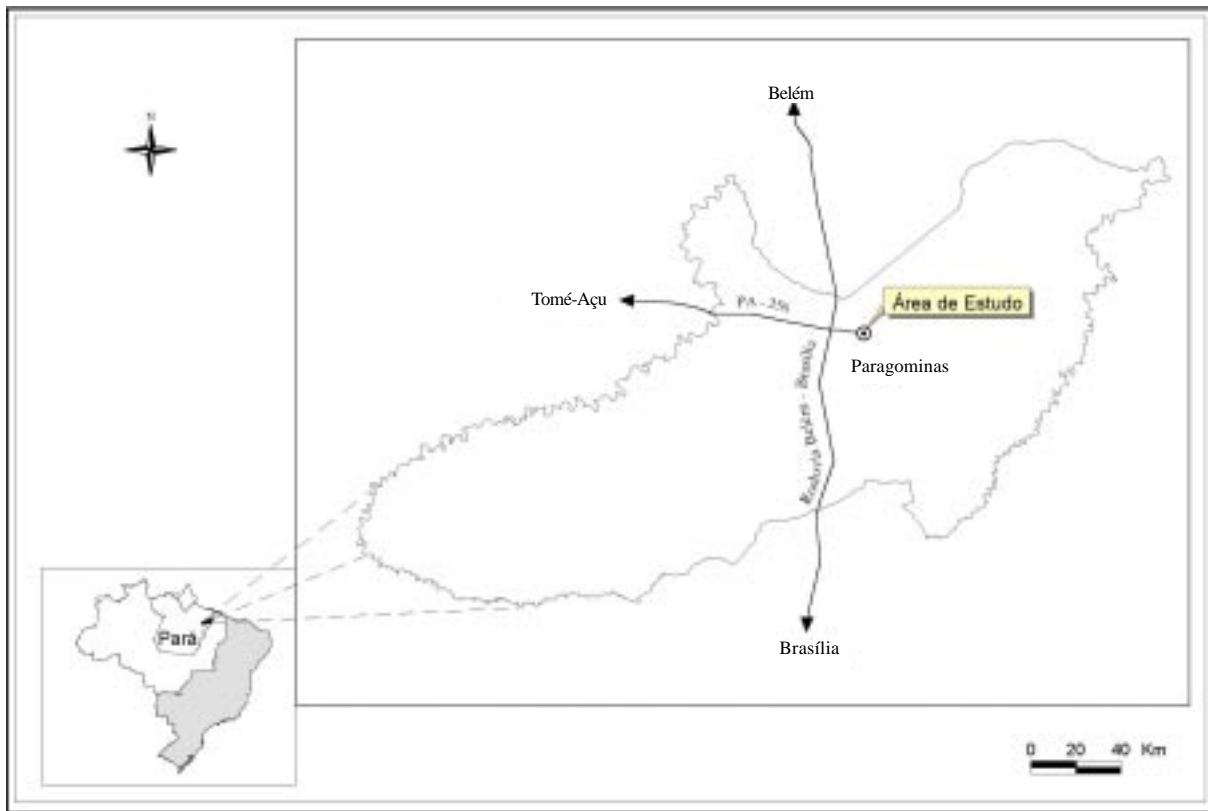
MÉTODOS

Região de estudo e seleção das empresas

O estudo sobre o rendimento do processamento de toras examina as empresas madeireiras na cidade de Paragominas (3° S, 50° W), no leste do Estado do Pará (Figura 1). Embora haja aproximadamente 130 espécies madeireiras sendo processadas nas empresas da região, uma empresa freqüentemente se especializará em menos de 30 espécies. De todas as árvores extraídas em uma área de exploração típica na região, 28% são *Manilkara huberi* (maçaranduba) (Veríssimo *et al.*, 1992). De março de 1993 a maio de 1994, analisamos o rendimento em duas laminadoras e dez serrarias que utilizam serra-de-fita; os dois tipos principais de empresa madeireira. A inclusão da empresa madeireira no estudo dependeu da cooperação do proprietário. Muitas das empresas já haviam sido incluídas em um estudo anterior sobre a indústria madeireira em Paragominas (Veríssimo *et al.*, 1992).

Para contextualizar a análise do rendimento, conduzimos entrevistas em outras 52 empresas madeireiras (47 serrarias e 5 laminadoras) selecionadas aleatoriamente em Paragominas, Pará. Elaboramos os questionários para determinar: i) ano de instalação da empresa; ii) idade do equipamento de processamento (serras-de-fita e tornos mecânicos); iii) experiência e treinamento dos funcionários da empresa (operadores de serras-de-fita e de tornos mecânicos); iv) proporção de madeira processada exportada; e v) tipos de produtos madeireiros produzidos.

Figura 1. Região de estudo Paragominas (Pará).



Rendimento por empresa madeireira

Volume de toras e defeitos

Calculamos o rendimento como a porcentagem do volume total da tora transformada em madeira processada. Calculamos os volumes geométricos da tora em metros cúbicos com base na fórmula de Smalian (Wenger, 1984):

$$V = 0,00003927 (D_0^2 + D_1^2)L$$

Onde:

D_0 e D_1 = diâmetros maior e menor das extremidades da tora sem a casca (cm)

L = comprimento da tora (m)

Todas as porcentagens de rendimento são baseadas somente na quantidade de madeira sem defeitos presente nas toras a serem processadas. Calculamos o volume de madeira perdido por causa de rachaduras na tora (através da medição de cada tora que sofreu rachadura) e de danos causados por insetos durante o processamento (através da medição do volume descartado por causa desses danos). Esses dois tipos de defeitos também foram considerados como perdas de volume durante o armazenamento.

Serrarias

Em cada serraria, calculamos o rendimento das toras serradas durante uma jornada de trabalho de oito horas (10 – 24 toras por empresa). Avaliamos os efeitos dos equipamentos sobre a produção calculando a variação total da espessura da madeira serrada. Para isso, medimos as variações da espessura nas próprias pranchas e entre as pranchas (Brown, 1979). Em cada empresa madeireira, selecionamos cinco grupos de quatro pranchas para a medição da espessura. Realizamos quatro medições da espessura em partes escolhidas aleatoriamente de cada prancha.

Para fornecer um padrão a partir do qual o rendimento do processamento de toras na região de estudo pudesse ser comparado, visitamos uma serraria moderna que processa madeira dura no Estado da Georgia, nos Estados Unidos. Obtivemos informações relativas à eficiência de conversão, suprimento de toras, equipamento de serragem e utilização dos resíduos da empresa.

Laminadoras

Determinamos a porcentagem do volume de madeira perdido em cada etapa do processamento. As perdas estimadas em cada etapa foram então somadas para atingir a porcentagem do volume total de toras perdido durante o processamento. Para cada etapa do processamento, em cada empresa madeireira, coletamos dados de 10 a 12 toras ou, no caso de etapas posteriores ao processamento (i.e, secagem, planejamento e esquadramento), o equivalente ao volume de laminados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas laminadoras estudadas tiveram rendimento bastante similar, 39% e 40%. Em contraste, as dez serrarias apresentaram grandes diferenças no rendimento; sendo o mais alto 55% e o mais baixo, 27%. Em média, o rendimento das serrarias é mais baixo (média total de 35%) do que o das laminadoras (39%) (Tabela 1). As serrarias que produzem para exportação são menos eficientes (32%) do que as que produzem para o mercado doméstico (36%) (Tabela 1). Mais da metade do volume total da tora perdido durante o processamento da serraria está na forma de serragem e peças de refugo (Tabela 1). O volume de madeira processada produzido para a exportação é particularmente baixo (20%), principalmente por causa da alta qualidade exigida pelos compradores estrangeiros.

Fatores que afetam o rendimento

Armazenamento da tora

O armazenamento inadequado das toras resultou em dois tipos de perda do volume de toras, a saber: danos causados por insetos e rachadura da tora. Os danos causados por insetos consistiam em pequenos orifícios (1 mm – 2 mm de diâmetro e mais de 25 cm de profundidade) perfurados por besouros. Verificamos uma alta incidência de danos causados por insetos nas toras de *Michroprohis melinoniana* (currupixá) (16% do volume da tora) e de *Couratari oblongifolia* (tauari) (13% do volume da tora). Essas espécies possuem

Tabela 1. Perdas de volume de madeira e rendimentos nas laminadoras e serrarias que produzem para o mercado de exportação e doméstico na região de Paragominas, Estado do Pará.

	Laminadora	Serraria	
	(n=2)	Exportação (n=3)	Doméstico ^a (n=5)
Volume perdido (%)			
Armazenamento da tora	8	5 (4)	10 (5)
Processamento ^b	46	55 (9)	54 (5)
Compensação da espessura ^c	7	8 (2)	0
Total do volume perdido	61	68 (9)	64 (10)
Rendimento (%)			
Produtos primários ^d	36	20 (9)	29 (7)
Produtos secundários ^e	3	12 (4)	7 (1)
Total do rendimento	39	32 (6)	36 (7)

Os desvios padrão são apresentados em parênteses.

^a Exclui duas empresas madeireiras que estavam processando *Tabebuia serratifolia* (ipê) (rendimento total de 54% e 55%).

^b Perdas de volume das toras transformadas em lâminas: rodela do traçamento da tora, rolete restante após retirada das lâminas, aparas do início da laminação e aparas do laminado. Perdas de volume das toras na serraria: pó-de-serragem, costaneiras da tora e resíduos do apartamento da madeira serrada.

^c As perdas de volume de madeira consistem na espessura do laminado ou da madeira serrada adicionada para compensar o encolhimento na secagem e, no caso da madeira serrada, para compensar a variação da espessura na serragem.

^d Madeira laminada e serrada.

^e Por exemplo, ripas para telhado, engradados, estacas para plantas, porta e persianas produzidas a partir de peças de madeira pequenas ou com defeito.

uma madeira clara e são geralmente serradas para o mercado de exportação, o qual não aceita furos na madeira. Pranchas danificadas por insetos são vendidas no mercado doméstico por apenas 33% do valor do mercado de exportação.

Dezoito por cento do volume total de toras para laminados amostradas estava danificado por insetos. Desses, 8% resultaram em resíduos sem utilidade (Tabela 1) e 10% podiam ser utilizados somente para a fabricação de compensados.

A rachadura durante o armazenamento também pode ser uma grande fonte de desperdício de madeira. As extremidades da tora freqüentemente racham por causa das operações de derubada ou de traçamento (Williston, 1981). Nas toras de grã reta como as de *Manilkara huberi* (maçaranduba), a liberação das tensões de crescimento e a secagem das extremidades estendem as rachaduras. A rachadura severa das extremidades foi responsável pela perda média de 13% do volume nas toras de *Manilkara huberi* (maçaranduba). Três das empresas madeireiras estudadas estavam exclusivamente processando espécies suscetíveis a rachaduras para o mercado doméstico. As rachaduras são responsáveis pelo grande volume de madeira perdido durante o armazenamento das toras nas empresas que serram para o mercado doméstico (Tabela 1).

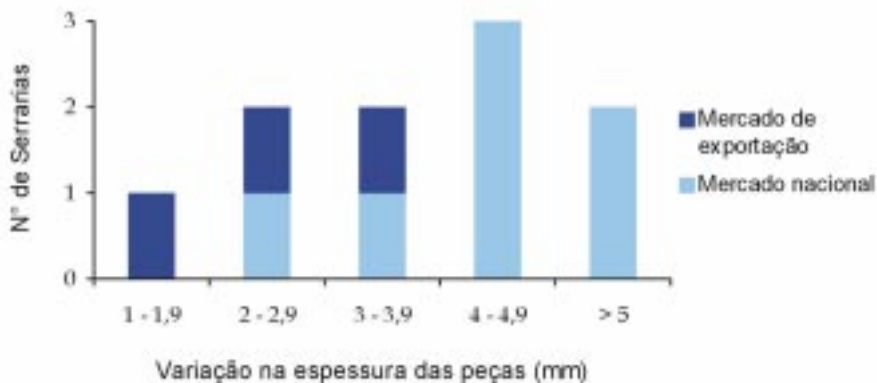
Equipamento

Uma grande fonte de desperdício nas serrarias pode ser a produção de madeira processada com espessura excessiva, a qual compensa a variação da espessura na serragem e re-

duz a incidência de madeira processada abaixo do tamanho normal (Steele, 1984). A espessura adicionada para compensar a variação durante a serragem é essencialmente desperdiçada porque não é paga pelo comprador e é, freqüentemente, removida quando a madeira processada é aplainada. Nas dez serrarias estudadas, a variação total no processo de serragem, com nível de confiança de 95%, foi 1,8 mm a 8,1 mm, com uma média de 4,3 mm ($dp = 2,1$) (Figura 2). Uma redução da espessura excessiva de apenas 0,8 mm nas empresas madeireiras que produzem peças de 1 polegada (24,4 mm) pode resultar num aumento de rendimento de 2,5% (Williston, 1981).

Nas empresas madeireiras que processam para o mercado doméstico, a espessura excessiva (Figura 2) não causa

Figura 2. Variação total do corte (mm) quanto à espessura nas dez serrarias na região de Paragominas, Estado do Pará, com nível de confiança de 95% .



desperdício de madeira (Tabela 1), uma vez que essas empresas não incorporam a compensação da variação da serragem na sua definição de medidas (i.e., a espessura média é menor ou igual ao mínimo requerido). O mercado doméstico, que não faz exigências severas quanto à espessura, não rejeita pranchas finas como faz o mercado externo.

A utilização de equipamentos de serragem desgastados e inadequados também pode causar grande variação na serragem. Uma serraria possuía um carro da serra-de-fita novo especialmente desenhado para reduzir a variação na serragem de toras grandes de madeira com alta densidade. As toras de *Bagassa guianensis* (tatajuba) (diâmetro médio de 63 cm; n = 5 toras) foram cortadas com somente 1,8 mm de variação na serragem, com nível de confiança de 95%.

Linhas de Produto

O rendimento total representou a soma do rendimento de um produto primário (madeira serrada ou laminada) e um ou mais produtos secundários (por exemplo, vassouras, ripas para telhados, engradados, estacas para tomateiros, *parquet* para assoalho, peças para portas e janelas) feitos de peças de madeira muito pequenas ou com qualidade inadequada para a fabricação de produtos primários.

As empresas que processam madeira para o mercado de exportação apresentaram o mais baixo rendimento médio de produtos primários (20%) (Tabela 1). As exigências rigorosas de qualidade do mercado internacional permitem

apenas defeitos muito pequenos (i.e., a madeira processada contendo mais do que um único pequeno orifício ou um pequeno nodo é rejeitada). Entretanto, por causa do processamento secundário, o rendimento aumentou de 20% para 32% (Tabela 1).

Entre as serrarias que produzem para o mercado doméstico, encontramos exemplos de aumento de rendimento resultante do aproveitamento de peças pequenas em duas empresas que serram *Tabebuia serratifolia* (ipê). Essas empresas tinham rendimento total de 54% e 55% para essa espécie. Em uma dessas empresas, 10% do volume total de toras foi aproveitado a partir de peças pequenas medindo até 30 x 8 x 2,4 cm, as quais foram utilizadas na fabricação de *parquet* para assoalhos. Na maioria das empresas que serram para o mercado doméstico, o menor comprimento serrado foi 2,5 m para ripas utilizadas na confecção de telhados; as peças de comprimentos insuficientes para produzir uma ripa foram descartadas.

Nas duas laminadoras, os produtos secundários constituem uma porcentagem relativamente pequena da produção total (Tabela 1). Uma das laminadoras transferia, como produto secundário, quantidades de resíduos que somavam até 6% do volume total da tora para uma fábrica que os utilizava na fabricação de portas. A outra laminadora não estava produzindo nenhum produto secundário.

Comparação entre uma serraria na Amazônia e uma empresa moderna

O rendimento de uma serraria típica na região de Paragominas, Pará, é somente um pouco mais da metade do rendimento de uma empresa madeireira moderna que serra madeira dura no sudeste dos Estados Unidos (Tabela 2).

Tabela 2. Comparações entre uma serraria típica na região de Paragominas (Pará) e uma serraria moderna (madeira dura) nos Estados Unidos.

	Empresa madeireira	
	Paragominas	Sudeste dos EUA ^a
Produção		
Rendimento	34%	60%
Produção anual de madeira serrada	6.000 m ³	42.000 m ³
Suprimento de toras		
Número de espécies serradas	30	9
Diâmetro médio da tora	54 cm	41 cm
Custo da tora (US\$)	24-50 m ⁻³	75-100 m ⁻³
Sistema de proteção da tora	nenhum	pulverizadores de água
Equipamento (serra-de-fita)		
Variação na espessura da madeira serrada	4 mm	1 mm
Corte da serra (espessura da lâmina)	3,1 mm	3,6 mm
Mira das linhas para serragem	Visual	<i>Laser</i>
Utilização dos resíduos		
Proporção de resíduos utilizados	45%	100%
Produto feito com resíduo	Carvão	Estrume, eletricidade, pasta de celulose

Cada empresa madeireira possui uma única serra-de-fita.

^a Fonte: T. Thompson, comunicação pessoal, 1995.

A principal causa para essa diferença é a qualidade do equipamento utilizado. A variação na espessura causada pela utilização de uma serra-de-fita em uma serraria típica em Paragominas é quatro vezes maior do que a variação na serraria dos Estados Unidos (Tabela 2). Além disso, tanto a serra-de-fita quanto a serra de esquadriar utilizadas nos Estados Unidos são equipadas com miras da linha de serragem a *laser* para ajudar o serrador a localizar a linha para corte, o que aumenta o rendimento. Esses acessórios não eram utilizados em nenhuma empresa madeireira na região de Paragominas. Atualmente, existe uma empresa em Itacoatiara, no Amazonas, que utiliza esta mira.

A espessura da lâmina de serragem (i.e., corte da serra) é maior na empresa madeireira dos Estados Unidos comparada à serraria em Paragominas (Tabela 2). Isso porque à medida que a lâmina de serragem se torna “cega”, sua capacidade de corte diminui. Na serraria norte-americana, as serras são trocadas em poucas horas, quando o seu corte atinge um mínimo estabelecido para as espécies que estão sendo serradas. Em uma empresa madeireira típica de Paragominas, as serras são trocadas somente no início da jornada de trabalho de oito horas. Embora as serras mais estreitas produzam menos pó-de-serragem, o rendimento é geralmente menor por causa das perdas na precisão da serragem (Williston, 1981).

O alto rendimento das empresas madeireiras dos Estados Unidos mostra que a utilização de tecnologia avançada e a atenção voltada para a redução de desperdícios podem

gerar benefícios para as empresas madeireiras do leste do Estado do Pará. Mesmo que a tecnologia avançada não seja um objetivo viável a curto prazo para essas empresas, a implementação de algumas técnicas e tecnologias relativamente simples pode aumentar o rendimento substancialmente (Tabela 3). Entre elas, a principal é a melhoria no armazenamento de toras, a qual provavelmente resultará no aumento do rendimento de 5% para 8%. O armazenamento de toras mais eficiente, combinado com o uso de equipamentos melhorados e com o desenvolvimento de novos produtos, pode elevar o rendimento total em 18% e 12% para as laminadoras e serrarias, respectivamente (Tabela 3). Os rendimentos totais resultantes (57% para as laminadoras e 47% para as serrarias) começam a aproximar-se do rendimento possível de ser obtido com a utilização de tecnologia avançada (Tabela 2).

Redução da Área de Floresta Explorada

Em 1998, o setor madeireiro da Amazônia Legal extraiu 28 milhões de m³ em tora, o que resultou em uma área afetada de aproximadamente 10 mil km² (Nepstad *et al.*, 1999; Veríssimo *et al.*, inédito). O volume processado foi estimado em 11,2 milhões de m³ (rendimento médio de 40%). Se as medidas sugeridas neste artigo fossem adotadas, o rendimento médio do processamento de toras poderia atingir 50%-55%. Nesse caso, para se obter o mesmo volume de madeira processado (11,2 milhões de m³) (Veríssimo *et al.*, inédito) seriam necessários 20-22 milhões ao invés de 28 milhões de m³ em tora. Isso representaria uma redução expressiva da área de floresta necessária para suprir o mercado. Ou seja, a área total explorada na Amazônia seria reduzida de 10 mil km²/ano para até 7 mil km²/ano.

Tabela 3. Melhoria potencial no processamento de toras em Paragominas (Pará).

	Laminadora^a	Serraria^b
Rendimento anterior	(%)	(%)
	39	35
Melhoria potencial		
Armazenamento da tora ^c	8	5 ^d
Melhoria no equipamento ^e	4	2 ^f
Novos produtos ^g	6	5
Aumento total	18	12
Rendimento final	57	47

^a A produção de uma laminadora típica é principalmente destinada para a exportação ou venda para as empresas de compensado das quais os produtos finais são exportados.

^b A produção de uma serraria típica inclui 40% de madeira serrada de *Manilkara huberi* (maçaranduba); 30% de madeira serrada para exportação; e 30% de madeira serrada mista para o mercado nacional brasileiro.

^c Melhorias no armazenamento de toras incluem vaporizadores de pá-tio para espécies suscetíveis a danos causados por vermes e vedação das extremidades para as espécies propensas à rachadura.

^d Três por cento do processamento mais eficiente das toras de *Manilkara huberi* (maçaranduba) (aumento de 40% x 7% resultante da redução de rachaduras) e 2% do processamento mais eficiente das toras para exportação (aumento de 30% x 5% resultante da redução dos danos causados por vermes).

^e Um novo torno mecânico com torno retrátil para a laminadora e um novo carro da serra-de-fita para a serraria.

^f Com base na estimativa de aumento no rendimento que poderia ser obtido com uma melhoria de 1 mm na precisão da serragem (Williston, 1981).

^g Portas semi-ocas para a laminadora e portas sólidas de madeira mista para a serraria.

A empresa madeireira dos Estados Unidos alcançou 100% na utilização de resíduos (Tabela 2). Na região de Paragominas, o principal uso para os 66% de cada tora que não são transformados em madeira serrada é a produção de carvão. Todas as empresas madeireiras estudadas ou produziam carvão ou vendiam ou davam uma parte de seu refugo de madeira para os produtores de carvão. Com base em entrevistas com os proprietários das empresas madeireiras, verificamos que embora a maioria das empresas esteja envolvida na produção de carvão, somente 28% do volume das toras é transformado em carvão. Os 28% restantes são transformados em refugo, e geralmente 10% do volume da tora em pó-de-serragem é queimado em incineradores ou a céu aberto.¹ Havia um modelo para uso total dos resíduos em uma laminadora no estuário amazônico. A empresa gerava eletricidade a partir do aproveitamento do seu próprio resíduo.

¹ A proporção de madeira queimada a céu aberto parece ter diminuído no final dos anos 90, mas não temos estimativas para confirmar o nível dessa redução.

Tendências no rendimento madeireiro

Desenvolvimento dos mercados e linhas de produtos

Embora o crescimento da indústria de processamento de madeira em Paragominas tenha ocorrido nos anos 80, o início dos anos 90 testemunhou mudanças nos mercados e produtos. Uma dessas mudanças foi o envolvimento crescente dessa indústria no mercado de exportação (Figura 3). Em 1986, algumas empresas madeireiras vendiam uma fração pequena (<5%) de sua produção anual total para exportadores. Por volta de 1993, mais da metade das empresas madeireiras da região processava pelo menos 20% de sua produção anual total para o mercado de exportação. Além disso, duas cooperativas de exportação de madeira com vendas combinadas anuais de 32.000 m³ haviam-se estabelecido na cidade de Paragominas.

O envolvimento crescente da empresa madeireira na produção para exportação pode levar à redução do rendimento da serraria no nível regional. As exigências rigorosas de qualidade dos mercados norte-americano e europeu provocam a redução do rendimento; apenas 20% do volume total da tora é aproveitado no mercado de exportação (Tabela 1). Desse modo, o processamento para este mercado tenderá a reduzir o aproveitamento total de produtos madeireiros primários de uma empresa. Este processo é fortemente determinado pelos consumidores do hemisfério norte. Se as categorias de madeira processada que admitem nós e outros pequenos defeitos também fos-

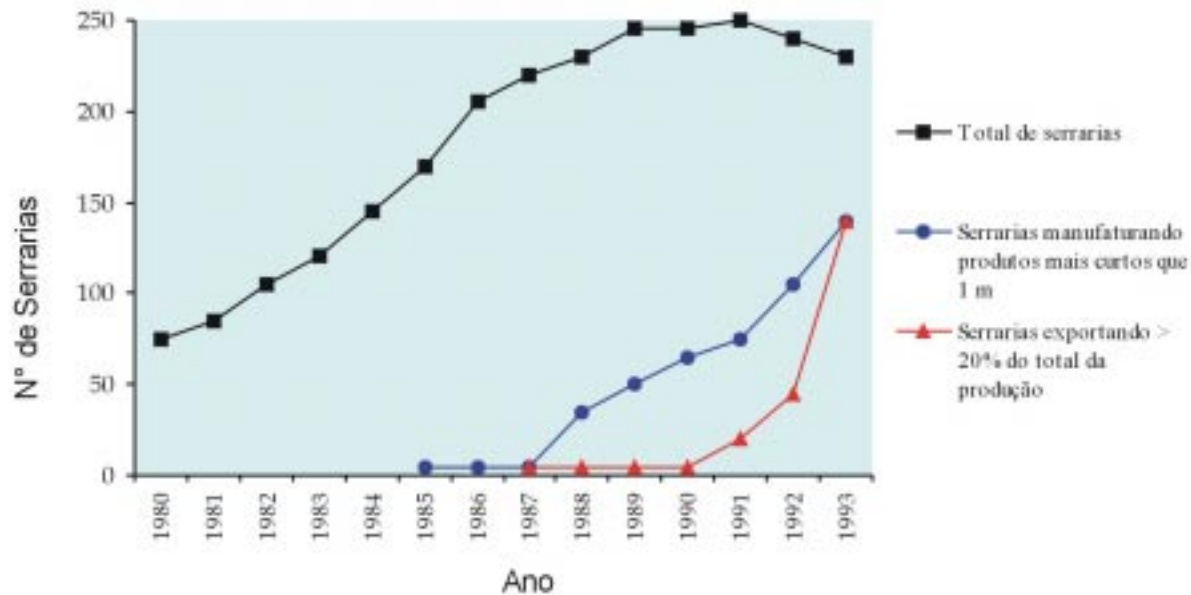
sem compradas, haveria aumentos significativos no rendimento do processamento de toras.

Paralelamente ao envolvimento crescente da empresa madeireira no processamento para exportação há o aumento do número de empresas madeireiras utilizando pequenas peças de madeira (Figura 3). Produtos secundários pequenos (<1 m de comprimento) podem aumentar as produções em até 10% do volume total da tora. No final dos anos 80, somente poucas empresas madeireiras da região estavam produzindo esses produtos. Porém, em 1993, mais da metade das serrarias da região estavam aproveitando peças pequenas (Figura 3).

Aumento da produção de laminados na região

Em 1984, a primeira laminadora foi estabelecida na região de Paragominas. Por volta de 1990, 13 laminadoras estavam produzindo aproximadamente 7% do total de produtos madeireiros manufaturados nessa região (Veríssimo *et al.*, 1992). Em 1994, nenhuma dessas empresas havia fechado e pelo menos mais duas estavam sendo estabelecidas. O aumento regional da produção de laminados é similar a uma tendência estadual. No período de 1987 a 1993 ocorreu um aumento de quatro vezes no volume de laminados e compensados exportados do Estado do Pará (Aimex, 1993). Visto que o processamento de laminados geralmente converte mais volume da tora em produtos madeireiros do que as ser-

Figura 3. Evolução das empresas madeireiras na região de Paragominas, Estado do Pará.



Fontes: Veríssimo *et al.*, 1992 e S. Rose, comunicação pessoal, 1994.

Dados obtidos de 52 serrarias estudadas.

rias (Tabela 1), o aumento da produção de laminados deve ocasionar a melhoria do rendimento no nível regional.

Equipamento de processamento em uso nas empresas madeireiras da região

A idade média do equipamento de uma serraria primária (serras-de-fita e carros da serra-de-fita) nas 47 serrarias levantadas era de 10 anos, e somente 10% das empresas madeireiras levantadas tinham equipamento com menos de 5 anos. No total, sete fabricantes foram representados, embora apenas um único fabricante tenha representado 61% do total. De acordo com os proprietários das serrarias, melhorar a precisão do processamento de toras foi a principal razão para a compra de equipamentos de processamento, efetuadas nos cinco anos anteriores ao estudo. À medida que as empresas madeireiras começarem a processar madeira para o mercado de exportação (Figura 2), no qual as tolerâncias para a variação da espessura da madeira processada são pequenas, o rendimento regional pode ser limitado pela falta de adequação do equipamento em uso. Entretanto, reduções recentes de impostos sobre o equipamento da empresa podem tornar os equipamentos de processamento avançados amplamente disponíveis na região de estudo (J. Zeweede, comunicação pessoal, 1995).

A idade média do equipamento de uma laminadora primária (torno mecânico) era de 5 anos. Em todas as

laminadoras visitadas, identificamos apenas três marcas de tornos mecânicos. Além disso, apenas um fabricante era responsável por 80% dos modelos utilizados nas laminadoras do leste do Pará.

Programa de treinamento para melhorar o rendimento

A conversão eficiente de toras em madeira serrada e laminados requer capital humano qualificado. Estudos sobre o aproveitamento da serraria demonstram que decisões sobre o ótimo aproveitamento das toras e processamento de madeira podem levar ao aumento de 10% a 25% do aproveitamento da madeira processada (Steel, 1984; Regalado *et al.*, 1992). Os operadores de serra-de-fita e serras de esquadriar empregados pelas 47 serrarias levantadas tinham níveis médios de experiência de 6,9 e 2,4 anos, respectivamente. Além disso, somente em uma das empresas madeireiras levantadas os empregados não possuíam qualquer treinamento formal. Durante o final dos anos 50, uma escola de treinamento em tecnologia da madeira, o Centro de Tecnologia da Madeira de Santarém, foi ativada pela FAO e Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) em Santarém, Pará (Johan Zweede, comunicação pessoal, 1995). Atualmente, este centro está desativado e nenhum outro núcleo de treinamento na Amazônia foi aberto para substituí-lo.

CONCLUSÃO

O estudo indica que há amplo espaço para a melhoria no rendimento do processamento de toras nas indústrias madeireiras da Amazônia. Medidas simples de proteção da tora podem aumentar a eficiência do processamento de uma empresa madeireira em 5% a 8%. Novos equipamentos elaborados para melhorar a precisão do processamento podem resultar num aumento de eficiência de 2% a 4%.

Uma causa importante da baixa porcentagem de madeira processada para exportação são os padrões estritos de qualidade impostos, os quais resultam na rejeição da madeira serrada com defeitos menores. Nos Estados Unidos, as empresas madeireiras produzem uma variedade de categorias de madeira processada com níveis variados de defeitos. Dessa maneira, pode-se produzir o volume máximo de madeira processada de cada tora. O preço da madeira processada é estabelecido de acordo com a sua qualidade. A eficiência do processamento regional declinará na medida em que mais empresas madeireiras no leste do Pará estiverem envolvidas na produção para exportação. Entretanto, esse declínio pode ser evitado se os produtores e consumidores de madeira processada desenvolverem um esquema mais abrangente para a classificação e estipulação do preço da madeira processada para exportação.

Finalmente, é importante ressaltar que o principal estímulo para a melhoria no rendimento do processamento de

toras provavelmente é o aumento do seu preço. Enquanto as toras estiverem facilmente disponíveis e baratas no local da empresa madeireira e houver oportunidade de transferência das operações para uma nova fronteira de exploração, provavelmente haverá pouco incentivo para processar recursos madeireiros de forma mais eficiente.

EPÍLOGO

A situação do processamento madeireiro descrito neste trabalho ainda reflete o padrão geral do desdobro de toras na Amazônia. Em 1998, o Imazon conduziu um amplo estudo em todas regiões produtoras de madeira na Amazônia e constatou os seguintes fatos.

A maioria (63%) dos 11,2 milhões de madeira processada na Amazônia em 1998 resultou em madeira serrada bruta, por exemplo, tábuas e pranchas. A produção de lâminas de madeira e compensados representou 28%; enquanto os produtos beneficiados com maior valor agregado como pisos, forros, portas, janelas, divisórias etc. totalizaram apenas 9% da produção regional.

A predominância de madeira serrada na produção regional apresenta várias razões. Primeira, a abundância de madeira é um incentivo para o desperdício e baixo aproveitamento no processamento de toras. Segunda, há um amplo mercado para esse tipo de madeira na construção civil nacional. E, por último, os madeireiros preferem utilizar serrade-fita, uma vez que os investimentos para a sua instalação são relativamente modestos, a adquirir maquinários mais sofisticados, os quais possibilitariam um maior rendimento no desdobro. Além disso, o uso de maquinários mais sofisticados requer uma mão-de-obra mais qualificada, e os recursos humanos treinados para a indústria madeireira são extremamente escassos em toda a região.

Entretanto, alguns fatos promissores podem catalisar mudanças positivas na industrialização de madeira na Amazônia. Primeiro, houve nos últimos 3-4 anos um aumento no número de empresas interessadas em modernizar o parque industrial na região. Isso é evidente em pólos madeireiros antigos como Paragominas (Pará), Açailândia (Maranhão), Rondon (Pará), Sinop (Mato Grosso), Alta Floresta (Mato Grosso), Vilhena e Ji-Paraná (Rondônia), onde o recurso florestal é cada vez mais escasso. Segundo, há um consenso entre os madeireiros sobre a importância de treinamento e segurança para os trabalhadores do setor de processamento madeireiro. E, finalmente, os bancos públicos de desenvolvimento como o Banco da Amazônia (Basa) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico-Social (BNDES) estão abrindo linhas de financiamento para a modernização da indústria madeireira.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Johan Zweede, por compartilhar seu inestimável conhecimento sobre a indústria de processamento de madeira; Nazaré Maciel, por colaborar na coleta dos dados sobre as produções das laminadoras; T. Thompson, por fornecer informação sobre o processamento de madeira nos Estados Unidos; e a todos os proprietários das empresas madeireiras em Paragominas incluindo Sidney Rosa, Norberto Hubner, Pêrsio e Thales Lima, Aderval Dalmaso, José Mato Grosso e João Bosco Gabriel que permitiram o acesso a suas empresas. Este artigo foi beneficiado pelos comentários de Paulo Barreto, B. Ostertag e Michell Pinnard. O estudo recebeu apoio financeiro do Fundo Mundial para a Natureza (WWF) e Usaid (Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIMEX. *Resumo das exportações de madeira do Pará*. Aimex - Associação das Indústrias Exportadoras de Madeira do Estado do Pará, 1993.
- BARRETO, P.; UHL, C. & YARED, J. 'O potencial de produção sustentável de madeira em Paragominas-PA, na Amazônia Oriental: considerações ecológicas e econômicas' in *7º Congresso Florestal Brasileiro - Anais da Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais*, 1993. pp. 387-392.
- BROWN, T.D. 'Determining lumber target sizes and monitoring sawing accuracy' in *Forest Products Journal*, v. 29, pp. 48-54, 1979.
- NEPSTAD, D.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; POTTER, C.; COCHRANE, M. 'Large-scale impoverishment of Amazonian forest by logging and fire' in *Nature*, v. 398, pp. 505-508, 1999.
- REGALADO, C.; KLINE, D.E. & ARAMAS, P.A. 'Optimum edging and trimming of hardwood lumber' in *Forest Products Journal*, v.42, pp. 8-14, 1992.
- STEELE, P.H. *Factors determining lumber recovery in sawmilling*. US Forest Service General Technical Report FPL-39, 1984. 8 p.
- SUDAM (CENTRO DE TECNOLOGIA DA MADEIRA). *Rendimento em serraria de trinta espécies de madeiras amazônicas*. Belém, 1981. 186 p.
- UHL, C.; VERÍSSIMO, A.; MATTOS, M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, I. 'Social, economic, and ecologic consequences of selective logging in an Amazon frontier: the case of Tailândia' in *Forest Ecology and Management*, v. 46, pp. 243-273, 1992.

- 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' in *Forest Ecology and Management*, v.55, pp. 169-199, 1992.
- VERÍSSIMO, A.; SOUZA JR., C. & LIMA, E. Bases para o zoneamento da atividade madeireira na Amazônia Legal. Inédito.
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; TARIFA, R.; UHL, C. 'Extraction of a high-value natural resource from Amazon: the case of mahogany' in *Forest Ecology and Management*, v. 72, pp. 39-60, 1995.
- WENGER, K.F. *Forest Handbook*. Second edition. New York: John Wiley & Sons. Inc., 1984. 1335 p.
- WILLISTON, E.M. *Small log sawmills*. San Francisco: Miller Freeman Publications, 1981. 384 p.

A Série Amazônia é uma iniciativa do Imazon de divulgação ampla dos seus estudos. Os artigos, publicados em revistas científicas internacionais, abordam de forma multidisciplinar as atividades de uso dos recursos naturais na Amazônia. A Série Amazônia conta com o apoio da Fundação Ford.