

CÂNDIDO PIETRO BIASI

RENDIMENTO E EFICIÊNCIA NO DESDOBRO  
DE TRÊS ESPÉCIES TROPICAIS.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal, na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha

CURITIBA - PR

2005

**A DEUS**

**AGRADEÇO**

A meus pais Benjamim Pietro Biasi (*in memoriam*) e Delvina Dalla Corte Pietro Biasi e toda minha família, cujo exemplo sempre foi o alicerce para minha vida.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade da realização desse trabalho, por intermédio do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pelo total apoio que me foi dado.

À Inflor - Engenharia Florestal, através dos meus sócios Gustavo Antônio Etges, Marco Aurélio da Cunha e José Henrique Golombiewski, pelo grande incentivo e apoio em todo o período de realização deste curso.

Ao Professor Orientador Engenheiro Florestal Dr. Márcio Pereira da Rocha, pela sua grande insistência para que a conclusão desse curso se tornasse realidade, mesmo sabendo da dificuldade que teria em função da grande distância, acreditando e incentivando até o último momento, deixando de realizar muitas vezes seus afazeres para atender as minhas solicitações. (não tenho palavras em como lhe agradecer).

Aos Colegas Engenheiros Florestais e Professores Jorge Luis Monteiro de Matos, Nilton José Sousa, Romano Timofeiczuk Junior, Ricardo Jorge Klitzke e Setsuo Iwakiri.

Aos colegas Engenheiros Florestais Daniel Chies, José Guilherme Prata e Marcos Aurélio Mathias de Souza, por me acolherem em suas casas nos períodos de permanência de estudo na UFPR, adquirindo uma grande amizade.

Ao meu irmão José Pietro Biasi (*in memoriam*), que suas últimas palavras foram me desejando sucesso e boa sorte na despedida para meu primeiro dia de aula no curso de Pós-graduação.

A Empresa Belmonte Madeiras, na qual pertencente a meu irmão Plínio Pietro Biasi e sua família, por ter me proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento em busca do conhecimento no desenvolvimento dessa pesquisa, ajudando-me muito na coleta de dados e acreditando na conclusão desse curso.

Aos Professores e Funcionários, Engenheiros Florestais e Amigos do curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR, pela grande ajuda concedida no decorrer deste período.

A “**TODOS MEUS AMIGOS**” que de uma forma ou outra me incentivam e apoiaram para que este dia se tornasse realidade, a eles só tenho a agradecer. **MUITO OBRIGADO.**

## SUMÁRIO

	<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
	<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>v</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>03</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	03
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	03
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>04</b>
3.1	FLORESTA TROPICAL.....	04
3.2	PRINCIPAIS ESPÉCIES TROPICAIS PARA SERRARIA.....	06
<b>3.2.1</b>	<b>Cedrinho (<i>Erisma uncinatum</i>).....</b>	<b>07</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Cambará (<i>Qualea albiflora</i>).....</b>	<b>08</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Itaúba (<i>Mezilaurus itauba</i>).....</b>	<b>09</b>
3.3	RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA.....	12
<b>3.3.1</b>	<b>Produção de madeira no Estado do Mato Grosso.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Resíduos.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Métodos de determinação do rendimento da madeira serrada .....</b>	<b>15</b>
3.4	ASPECTOS TECNOLÓGICOS NO PROCESSAMENTO DE MADEIRA SERRADA.....	17
<b>3.4.1</b>	<b>Custos da matérias-prima.....</b>	<b>18</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Equipamentos.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
4.1	REGIÃO DE ESTUDO.....	20
4.2	DESCRIÇÃO DA SERRARIA.....	21
4.3	ESPÉCIES ESTUDADAS.....	21
4.4	SELEÇÃO DAS TORAS.....	22
4.5	OBTENÇÃO DO VOLUME DAS TORAS.....	23
4.6	DESDOBRO DAS TORAS.....	24

4.7	RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DA MADEIRA SERRADA.....	25
4.8	OBTENÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS.....	26
4.9	DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA SERRA FITA.....	26
4.10	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>
5.1	RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS .....	28
5.1.1	Cedrinho ( <i>E. uncinatum</i> ).....	28
5.1.2	Cambará ( <i>Q. albiflora</i> ).....	30
5.1.3	Itaúba ( <i>M. itauba</i> ).....	31
5.2	GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	34
5.2.1	Cedrinho ( <i>E. uncinatum</i> ).....	34
5.2.2	Cambará ( <i>Q. albiflora</i> ).....	35
5.2.3	Itaúba ( <i>M. itauba</i> ).....	36
5.3	EFICIÊNCIA NA SERRARIA.....	38
5.3.1	Cedrinho ( <i>E. uncinatum</i> ).....	38
5.3.2	Cambará ( <i>Q. albiflora</i> ).....	39
5.3.3	Itaúba ( <i>M. itauba</i> ).....	40
5.4	COMPARATIVO ENTRE ESPÉCIES.....	42
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	COMPOSIÇÃO DA ÁREA FLORESTAL NATURAL NO BRASIL .....	05
FIGURA 2	PRINCIPAIS ESTADOS EXPORTADORES DE MADEIRA NO BRASIL EM 2003.....	07
FIGURA 3	CASCA (A) E MADEIRA (B) DA ESPÉCIE CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ) .....	08
FIGURA 4	CASCA (A) E MADEIRA (B) DA ESPÉCIE CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> )	09
FIGURA 5	CASCA (A) E MADEIRA (B) DA ESPÉCIE ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ) .....	10
FIGURA 6	DESPERDÍCIO DE MADEIRA EM SERRARIA NA REGIÃO DE SINOP-MT .....	15
FIGURA 7	MUNICÍPIO DE SINOP NO ESTADO DO MATO GROSSO .....	20
FIGURA 8	LOTES DE TORAS POR CLASSES DIAMÉTRICA PRONTAS PARA O DESDOBRO.....	23
FIGURA 9	PROCESSO DE DESDOBRO DAS TORAS NA SERRA FITA .....	24
FIGURA 10	OPERAÇÃO DE REFILO NA SERRA CIRCULAR .....	25
FIGURA 11	TORA DE CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ) DESDOBRADA EM SERRA FITA, PODRIDÃO INTERNA.....	30
FIGURA 12	DEFEITO EM MADEIRA DE ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ) DURANTE O DESDOBRO EM SERRA FITA.....	32
FIGURA 13	RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA AS 4 CLASSES DIAMÉTRICAS DAS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA .....	33
FIGURA 14	GRÁFICO DE RESÍDUOS EM SERRA FITA, SERRA CIRCULAR E OUTROS RESÍDUOS ENTRE AS ESPÉCIES DE CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ) .....	37
FIGURA 15	GRÁFICO DA EFICIÊNCIA POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ).....	41
FIGURA 16	RENDIMENTO MÉDIO DAS ESPÉCIES CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ) .....	43
FIGURA 17	EFICIÊNCIA MÉDIA DAS ESPÉCIES CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ).....	44

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	MASSA ESPECÍFICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ) .... .	11
TABELA 2	ÍNDICES DE RETRAÇÃO DA MADEIRA DAS ESPÉCIES CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ).....	11
TABELA 3	PROPRIEDADE MECÂNICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ).....	11
TABELA 4	COMERCIALIZAÇÃO DE MADEIRA BRUTA E PROCESSADA EM MATO GROSSO EM 2000 .....	13
TABELA 5	NÚMERO DE TORAS, POR CLASSE DIAMÉTRICA E POR ESPÉCIES.....	22
TABELA 6	VOLUME DE TORA (M <sup>3</sup> ), VOLUME SERRADO (m <sup>3</sup> ) E RENDIMENTO MÉDIOS (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA DO CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ).....	28
TABELA 7	VOLUME DE TORA (M <sup>3</sup> ), VOLUME SERRADO (m <sup>3</sup> ) E RENDIMENTO MÉDIOS (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA DO CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ).....	30
TABELA 8	VOLUME DE TORA (M <sup>3</sup> ), VOLUME SERRADO (m <sup>3</sup> ) E RENDIMENTO MÉDIOS (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ).....	31
TABELA 9	RENDIMENTO (%), SERRAGEM NA SERRA FITA (%), SERRAGEM NA SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS EM (%) DE 4 CLASSES DA ESPÉCIE CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ).....	34
TABELA 10	RENDIMENTO (%), SERRAGEM NA SERRA FITA (%), SERRAGEM NA SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS EM (%) DE 4 CLASSES DA ESPÉCIE CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) .....	35
TABELA 11	RENDIMENTO (%), SERRAGEM NA SERRA FITA (%), SERRAGEM NA SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS EM (%) DE 4 CLASSES DA ESPÉCIE ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ).....	36
TABELA 12	COMPARATIVO ENTRE RENDIMENTO (%), RESÍDUOS DE SERRA FITA (%), SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O TOTAL DE RESÍDUOS (%) MÉDIOS, ENTRE AS ESPÉCIES DE CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ), CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ) E ITAÚBA ( <i>M. itauba</i> ) .....	37

TABELA 13	RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M <sup>3</sup> /OPERÁRIO/TURNO) MÉDIOS POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ESPÉCIE CEDRINHO ( <i>E. uncinatum</i> ).....	38
TABELA 14	RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M <sup>3</sup> /OPERÁRIO/TURNO) MÉDIOS POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ESPÉCIE CAMBARÁ ( <i>Q. albiflora</i> ).....	39
TABELA 15	RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M <sup>3</sup> /OPERÁRIO/TURNO) MÉDIOS POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ESPÉCIE ITAÚBA ( <i>M.</i> <i>itauba</i> ).....	40
TABELA 16	MÉDIA COMPARATIVA EM RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M <sup>3</sup> /OPERÁRIO/TURNO) .....	42



## ANEXOS

ANEXO 1	ANÁLISE ESTATÍSTICA DO VOLUME BRUTO DE TORAS DAS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA..... .	51
ANEXO 2	ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E EFICIÊNCIA PARA A ESPÉCIE CEDRINHO .....	52
ANEXO 3	ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E EFICIÊNCIA PARA A ESPÉCIE CAMBARÁ .....	53
ANEXO 4	ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E EFICIÊNCIA PARA A ESPÉCIE ITAÚBA..... .	55
ANEXO 5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESÍDUOS GERADOS NAS SERRAS DE FITA, SERRA CIRCULAR E OUTROS RESÍDUOS, ENTRE AS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA E ENTRE CLASSES DIAMÉTRICAS..... .	56
ANEXO 6	ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA ENTRE AS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA .....	59
ANEXO 7	ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA EFICIÊNCIA ENTRE AS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA .....	61

## RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de determinar e avaliar o rendimento em madeira serrada, a geração de resíduos e a eficiência das espécies tropicais cedrinho (*Erismia uncinatum*), cambará (*Qualea albiflora*) e itaúba (*Mezilaurus itauba*) em diferentes classes diamétricas. Foram selecionadas 60 toras em 4 classes diamétricas entre 31 e 70 cm, sendo 20 toras para cada espécie estudada, dividindo-se em 5 toras para cada classe diamétrica. Não houve aumento em rendimento para a espécie cambará, de acordo com a classe diamétrica. As toras de maiores diâmetros das espécies cedrinho e itaúba apresentaram defeitos com rachaduras e ataques por agentes xilófagos, provocando a redução no rendimento em madeira serrada. A espécie itaúba, com menores índices de rendimento, conseqüentemente, foi a que apresentou a maior geração de resíduos durante as operações de desdobro. Em termos de eficiência, as três espécies estudadas apresentaram melhores resultados na classe de maiores diâmetros. No caso do cedrinho e itaúba a classe 4 apresentou melhor eficiência, porém a classe 3 foi a de melhor rendimento. Para o cambará, a classe 4 foi a de melhor performance.

## ABSTRACT

This work had the objective to determinate and evaluate the yield in sawnwood, residues generation and efficiency of cedrinho (*Erismia uncinatum*), cambará (*Qualea albiflora*) and itaúba (*Mezilaurus itauba*) species in different diametrical class. Were selected 60 logs in 4 diametrical classes between 31 and 70 cm, being 20 logs to which studied species, divided into 5 logs to each diametrical class. The results in yield to the cambará specie, doesn't having statistical difference among the diametrical classes. The logs with bigger diameters from cedrinho and itaúba showed defects with checks and attacks of the insects, provoking reduction of yield in sawnwood. The itaúba specie, with smaller yield index, consequently was the one who showed the biggest residues generation during the processing operations. In terms of the efficiency, the three studied species showed best results in bigger diameters classes. In the cases of cedrinho and itaúba the class 4 presented best efficiency, although class 3 was the one with best yield. . To the cambará, the classe 4 was the one with best performance.

## 1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material que vem sendo largamente utilizado pela humanidade ao longo da história. No Brasil, que é um país rico em florestas nativas, se convive com a exploração destes recursos, às vezes de maneira não racional.

Além de grande produtor, o Brasil é também um grande consumidor de madeiras tropicais. A Amazônia brasileira apresenta uma área de aproximadamente 3,6 milhões de km<sup>2</sup>, o que equivale a 42% do território brasileiro, onde se estima que existam cerca de 6.000 espécies arbóreas, cuja utilização comercial é limitada em aproximadamente 100 espécies, enquanto que o número de madeiras exportadas para os mercados mundiais é inferior a 13 espécies. Este grande potencial madeireiro da região pode gerar muitos benefícios sócio-econômicos através de estudos das caracterizações tecnológicas, visando difundir maior número possível de espécies potenciais, com finalidades diversas ou específicas, para uso no mercado interno e externo. A cadeia produtiva da madeira estendeu-se para as espécies de rápido crescimento, plantadas e manejadas, até então com a visão quantitativa da produção. Atualmente a visão da floresta plantada evoluiu, dando-se ênfase não só para a maximização da rentabilidade, mas também para a qualidade da matéria-prima produzida.

No Brasil, sob a denominação de Amazônia Legal está compreendida uma região que inclui os estados do Amazonas, Pará, Rondônia, Acre, Roraima, Amapá e parte dos estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins.

A região amazônica é considerada uma das maiores reservas de madeiras tropicais existentes na atualidade. Essa região desempenha um papel de elevada importância como fornecedora de madeiras duras para os mercados internacional e nacional, sendo neste último caso, principalmente para as regiões Sudeste e Sul do país. A utilização desse potencial madeireiro sempre foi conduzida no sentido de se explorar aquelas espécies de emprego já consagrado nos mercados acima referidos.

Ao lado dessas madeiras tradicionais, toda a região amazônica apresenta ainda um grande potencial de madeiras que terão certamente uma ampla aceitação no comércio, se forem melhor estudadas sob o ponto de vista tecnológico. Neste sentido, muitos estudos já têm sido desenvolvidos para um melhor conhecimento das madeiras amazônicas.

A melhoria do nível tecnológico industrial é condição essencial para o aproveitamento máximo da matéria-prima e está diretamente relacionado com a conservação dos recursos florestais. Falta ao Brasil apoio tecnológico para que a atividade madeireira obtenha melhor

aproveitamento da matéria-prima, especialmente no sistema avançado de utilização da madeira. Assim, a eficiência técnica e econômica dos processos de transformação do recurso florestal em produtos pela indústria madeireira é fator básico para sua sobrevivência. A indústria de transformação da madeira que não estiver preocupada em melhorar seus rendimentos e conseqüentemente, reduzir seus custos de produção dando uma utilização total aos resíduos gerados no processo, assume um sério risco de perder em competitividade e paralisar as suas atividades.

Na região amazônica, a questão dos crescentes aumentos nos custos dos insumos energéticos tem levado as indústrias a pensarem nas vantagens do aproveitamento dos resíduos como fonte alternativa de combustível ou utilizá-los como matéria-prima para outros produtos, quais sejam a produção de celulose ou de chapas de composição, como já é praticado nas regiões Sul e Sudeste com espécies de reflorestamento.

Desta forma, é necessário se levantar dados e informações técnicas referentes ao rendimento em madeira serrada e geração de resíduos, em função das classes diamétricas para as espécies utilizadas para a produção de madeira serrada, com o objetivo de se obter as diferenças entre rendimento de madeira serrada por espécies e classes diamétricas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi contribuir para a melhoria no aproveitamento de espécies de importância econômica na indústria de madeira serrada no Estado do Mato Grosso.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o rendimento em madeira serrada das espécies cedrinho (*Erismia uncinatum*), cambará (*Qualea albiflora*) e itaúba (*Mezilaurus itauba*) em diferentes classes diamétricas;
- Determinar as perdas em serragem (serra fita e serra circular) e outros resíduos (costaneiras e refilos);
- Determinar a eficiência na serra fita para as espécies supra citadas nas diferentes classes diamétricas estudadas;

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 FLORESTA TROPICAL

O Brasil é o maior produtor de madeira tropical do mundo. Produziu em 2002, 69% do volume de madeira tropical da América do Sul e 22% do conjunto do continente americano. A região amazônica é responsável por 87,5% da produção brasileira, tendo um papel relevante em termos de produção madeireira no cenário nacional e internacional (SOUSA e GOMES, 2005). Segundo os mesmos autores, o Brasil é também o maior consumidor mundial de madeira tropical, utilizando cerca de 86% do total que explora. Há uma demanda crescente deste mercado em nível nacional para a madeira amazônica, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para o Estado de São Paulo. Para o caso específico do estado do Pará, a região Nordeste aparece também como um importante mercado consumidor.

De uma maneira geral, a indústria madeireira da região amazônica conta com grande disponibilidade de matéria-prima. No que se refere à oferta desta matéria-prima, a principal dificuldade relaciona-se com a periodicidade do seu suprimento, principalmente de toras (REIS, 1989).

De acordo com Barbosa et al (2001), o setor produtivo de madeira e derivados na Amazônia enfrenta enormes dificuldades para tornar seus produtos competitivos no mercado, que está cada vez mais globalizado. Problemas como parque tecnológico defasado, seletividade de espécies florestais, mão-de-obra desqualificada e empresas descapitalizadas são recorrentes, e novos desafios são gerados à medida que o setor produtivo é mais exigido pelo mercado.

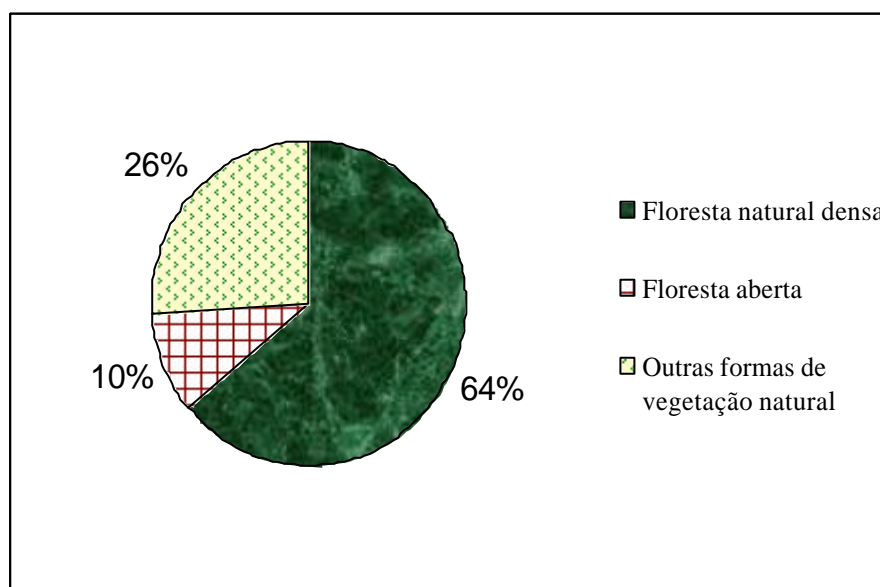
Segundo Reymão e Gasparetto (2005), esse tesouro cobiçado pelas grandes potências, pertence a nove países: Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Equador e Brasil. Por deter 63,7% da área total amazônica, o Brasil está numa posição privilegiada no cenário internacional, tendo a disposição um banco genético ainda pouco pesquisado, um grande potencial hídrico e um solo rico em recursos minerais.

O Brasil possui uma das maiores reservas de florestas tropicais do mundo, com 280 milhões de hectares. Respondendo por mais de 30% do estoque de carbono existente na vegetação do mundo, as reservas de madeira da floresta Amazônica estão estimadas hoje em 50 bilhões de m<sup>3</sup>, sendo 30% possíveis de serem comercializadas de forma racional, o que

representa 50% do estoque de madeira dura tropical existente no mundo (REYMÃO E GASPARETTO, 2005). Segundo os autores, as florestas densas cobrem cerca de 40% da superfície total do Brasil. Compreendem a floresta Amazônica, a Mata Atlântica, as Florestas de Araucária (pinho do Paraná) e as florestas latifoliadas subtropicais. Estas duas últimas, localizadas no Sul do país, representam atualmente menos de 2% da área de florestas densas. Da Mata Atlântica ainda encontram-se fragmentos em áreas do litoral das regiões Nordeste e Sudoeste (principalmente Bahia e norte do Espírito Santo).

De acordo com a ABIMCI (2003), a composição da floresta natural é dada pelas florestas densas, florestas abertas e outras formas de vegetação natural (Figura 1). O segmento de mais alta participação brasileira é o de madeira serrada, com a quarta posição no ranking mundial. Em madeira na forma de tora, o Brasil não aparece como importador, uma vez que a cadeia está bem abastecida de todas as quantidades e qualidades desse tipo de insumo. Também não ocupa posição de destaque em exportações, o que é um bom sinal: a madeira fica no País para ser beneficiada e posteriormente, exportada com maior agregação de valor.

FIGURA 1. COMPOSIÇÃO DA ÁREA FLORESTAL NATURAL NO BRASIL



Fonte: ABIMCI (2003)



### 3.2 PRINCIPAIS ESPÉCIES TROPICAIS PARA SERRARIA

As espécies florestais na região amazônica são numerosas, talvez mais de 1.000, onde algumas delas não são utilizadas devido à presença de características indesejáveis, tais como densidade e dureza, sílica, óleos, resinas, baixa resistência e baixa durabilidade natural. Muitas outras espécies não são utilizadas simplesmente porque suas características físicas e mecânicas ainda são desconhecidas (REIS, 1989).

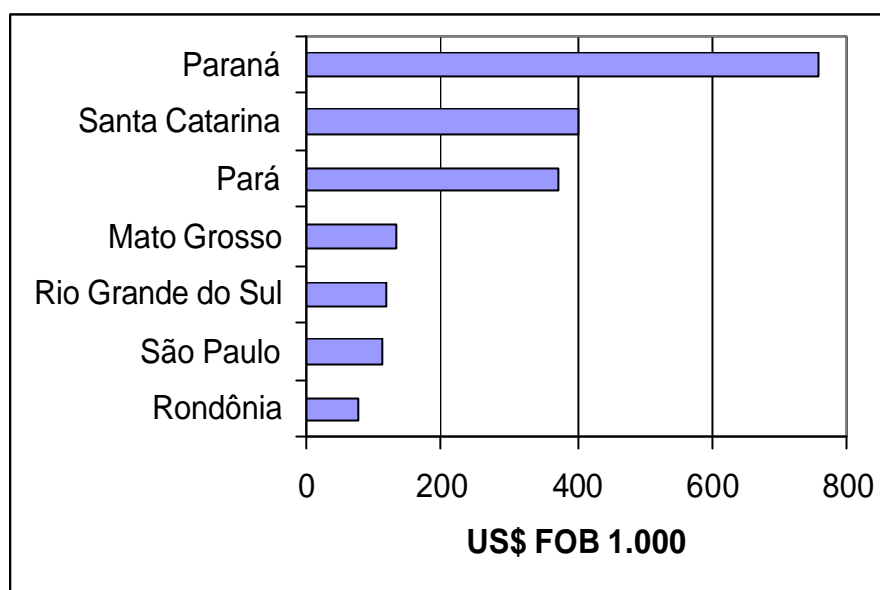
Estima-se que cerca de 250 espécies têm sido utilizadas pela indústria de serraria. A maioria destas espécies possui pouca demanda na região amazônica e cerca de 80 espécies são vendidas no mercado brasileiro. As espécies utilizadas para fins de exportação pelas indústrias de serraria, compensado e laminado são cerca de 50. Destas, mogno, virola, sucupira, cedro, ipê, cerejeira, andiroba, louro, angelim e muiracatiara contribuem com 75% do total de madeira serrada exportada (REIS, 1989).

O volume destinado ao mercado internacional também é expressivo. Considerando apenas a Amazônia Legal, o estado do Pará é o principal estado exportador de madeira, respondendo por 64% do total comercializado no exterior. Considerando o conjunto da federação ele é o terceiro maior exportador, ficando atrás apenas do Paraná e de Santa Catarina (Figura 2) (ABIMCI 2005).

Através de uma pesquisa realizada pelo Imazon (2000), as madeiras mais usadas por produtos são as seguintes: para marcenaria (madeira serrada), a preferência é para cedro, pau marfim e peroba; para laminados, o mogno; para dormentes, a garapa; para pisos e assoalhos, o ipê e jatobá; para portas janelas e guarnições, mogno, freijó, cerejeira, cedrorana, angelim pedra; para compensados, curupixá, virola rosa, sumaúma, e achichá; e para construção civil, cedrinho e peroba, entre outras.

Segundo Reis (1989), os principais produtos da indústria de madeira tropical dura do Brasil são madeiras serradas, incluindo madeira para construção, madeira classificada, assoalhos, painéis e madeira não classificadas, laminados, compensados e móveis.

FIGURA 2. PRINCIPAIS ESTADOS EXPORTADORES DE MADEIRA NO BRASIL EM 2003



Fonte: ABIMCI (2005)

Em relação à produção nacional de compensados, estima-se que 40% sejam fabricados com madeira tropical, o que equivale a aproximadamente 1,0 milhão de m<sup>3</sup>/ano, dos quais 40% é consumido internamente, com o restante sendo exportados para diversos países. Entretanto, a produção permaneceu praticamente estável ao longo dos últimos anos, em função da competição que tem sofrido dos painéis reconstituídos (ABIMCI, 2004).

### 3.2.1 CEDRINHO (*Erisma uncinatum*)

O cedrinho (*Erisma uncinatum*) da família Vochysiaceae, é conhecido pelos nomes comerciais no Brasil como: Cedrinho, Cedrilho, Cambará, Quarubarana vermelha, jaboti, jaboti-da-terra-firme. Árvore de grande porte, podendo atingir 15 a 25 m de altura por 80 cm de diâmetro. Fuste reto e sem sapopemas, fornecendo toras de 12 a 20 m de comprimento e 60 a 80 cm de diâmetro. Esta espécie possui como principais características cerne castanho-claro ou bege-amarelado, bem distinto do alburno branco-acizentado ou branco-amarelado. Grã direita à ondulada, textura média a grosseira, superfície com pouco brilho e um pouco áspera. Sabor e odor imperceptíveis. Ocorre em toda região norte, desde o Mato Grosso até o Maranhão, atingindo também as Guianas. É espécie de terra firme, com predominância em solos argilosos. Características médias quanto à massa específicas e à retratibilidade volumétrica. Resistência mecânica baixa, assim como reduzida resistência natural ao

apodrecimento. Secagem ao ar fácil e sem ocorrência significativa de defeitos. A secagem artificial é rápida, podendo ocorrer empenamentos, rachaduras e endurecimentos superficial se as condições do processo forem muito drásticas. Madeira fácil de ser trabalhada, podendo apresentar superfície felpuda. Sem maiores problemas na aplicação de tintas, vernizes e polimentos. Indicado para o uso de móveis populares e armações de móveis, embalagens leves, compensados, molduras, guarnições, rodapés, cabos de vassouras, forros, lambris, formas para concreto, tábuas em geral, etc. (JANKOWSKI, 1990). Na Figura 3, pode-se observar o aspecto da casca e da madeira de cedrinho.

FIGURA 3. CASCA (A) E MADEIRA (B) DA ESPÉCIE CEDRINHO (*E. uncinatum*)



Foto do autor

### 3.2.2 CAMBARÁ (*Qualea albiflora*)

O cambará (*Qualea albiflora*), muito conhecido como mandioqueira, mandioqueira-lisa e mandioqueira-preta. Árvore muito grande, atingindo uma altura entre 30 e 50 m com 50 a 150 cm de diâmetro. Possui o tronco retilíneo, com comprimento comercial de aproximadamente 13 metros. Sapopemas com altura variável. Cerne pardo, levemente rosado; textura média, grã direita; superfície ligeiramente áspera ao tato e com pouco brilho. Cheiro e gosto imperceptíveis. Sua área de dispersão atinge o norte do Brasil (principalmente em várzeas altas e matas de terra firme nos estados do Amazonas, Pará, Acre, Rondônia e

Mato Grosso), e os países do norte da América do Sul, principalmente as Guianas. A madeira pode ser classificada como de características médias quanto à massa específica, retratibilidade e resistência mecânica. Seca bem ao ar livre, sem apresentar defeitos. A secagem artificial deve ser cuidadosa. Moderadamente dura ao corte, com ferramentas manuais ou mecânicas, devidos às células do raio apresentam grande quantidade de cristais e sílicas, sempre associadas com depósitos gomosos. Apesar disso, apresenta um bom acabamento e boa colagem. Indicado para o uso de móveis comuns, folhas faqueadas decorativas, painéis compensados, embalagens; vigas, caibros e ripas em construções temporárias; partes internas em construção civil como moldura, forros, guarnições, rodapés, lambris e similares (JANKOWSKI, 1990). Na Figura 4, observa-se o aspecto da casca e da madeira de cambará.

FIGURA 4. CASCA (A) E MADEIRA (B) DA ESPÉCIE CAMBARÁ (*Q. albiflora*)

CASCA - A



MADEIRA - B



Foto do autor

### 3.2.3 ITAÚBA (*Mezilaurus itauba*)

Itaúba (*Mezilaurus itauba*), da família Lauraceae, é conhecida também pelos nomes de Itaúba-amarela, Itaúba-abacate, Itaúba-preta e Louro-itaúba. *M. synandra* e *M. navalium* também possuem madeiras com características similares. É uma árvore de grande porte, chegando a 40 m de altura e 80 cm de diâmetro, sendo que em solos arenosos ou pedregosos desenvolve-se menos. Possui casca avermelhada e fissurada e cerne amarelo-oliva quando

ainda úmido (Figura 5), tornando-se pardo com a exposição ao ar, alburno distinto, de cor bege-claro. A madeira não apresenta desenhos, tendo textura média, pouco brilho e grã regular; lisa ao tato. Quando recém-cortada tem cheiro agradável e gosto picante, porém pouco perceptíveis quando seca. Sua ocorrência é muito comum na região de Óbidos (PA) e no rio Tapajós; dispersando-se até as Guianas e o estado de Mato Grosso. É encontrada sempre em solos pobres, silicosos ou argilo-silicosos. A madeira é muito pesada e dura, com alta resistência mecânica e baixa retratibilidade, com elevada resistência natural ao apodrecimento e ao ataque de insetos. A secagem ao ar é lenta e difícil, porém sem causar alta incidência de defeitos. A secagem artificial é reportada como lenta, com ocorrência acentuada de rachaduras e moderada de empenamentos, não havendo indicação de programas específicos para esta madeira. É uma madeira moderadamente difícil de ser trabalhada, tanto com ferramentas manuais como com máquinas, devido à presença de sílica, porém propiciando bom acabamento. Indicada para o uso em construções externas tais como estruturas de pontes, postes, moirões, dormentes, cruzetas, defensas, estacas, partes internas em construção civil como vigas, caibros, ripas, marcos ou batentes de portas e janelas, esquadrias, caixilhos, tacos e tábuas de assoalho; mobiliário comum, construção naval, barcos, carrocerias, tanoaria, peças torneadas, cabos de ferramentas e implementos agrícolas, etc. (JANKOWSKI, 1990).

FIGURA 5. CASCA (A) E MADEIRA (B) DA ESPÉCIE ITAÚBA (*M. itauba*)

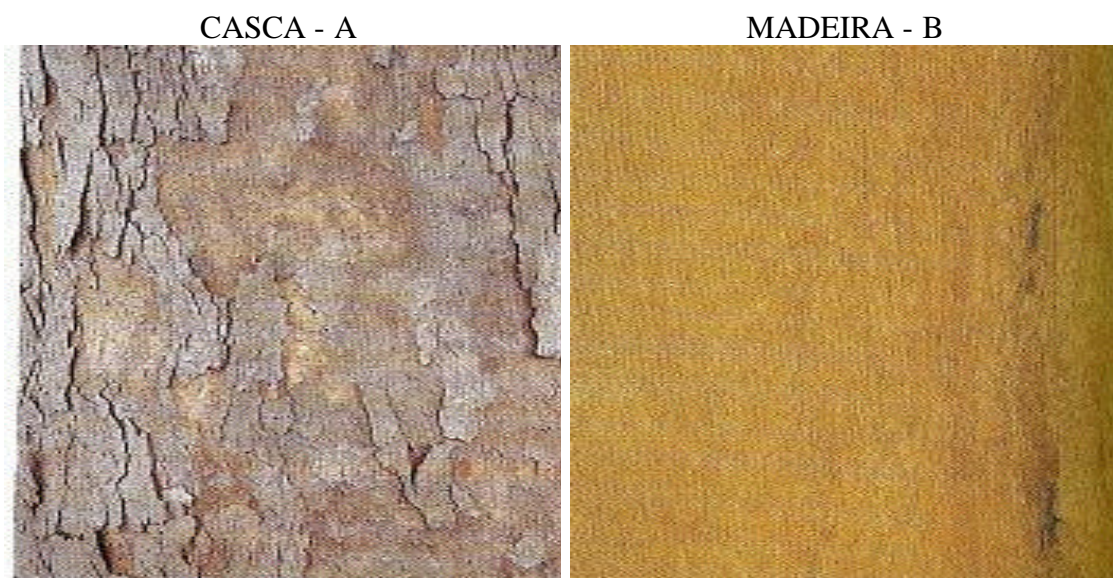


Foto do autor

Nas Tabelas 1, 2 e 3, são apresentadas algumas informações sobre as propriedades físicas e mecânicas das espécies cedrinho, cambará e itaúba.

TABELA 1 MASSA ESPECÍFICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)

ESPÉCIE	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )	
	Aparente (15% de Umidade)	Básica
CEDRINHO	0,59	0,48
CAMBARÁ	0,68	0,57
ITAÚBA	0,96	0,78

TABELA 2 ÍNDICES DE RETRAÇÃO DA MADEIRA DAS ESPÉCIES CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)

ESPÉCIE	RETRAÇÃO (%)			RELAÇÃO TRAÇÃO TANGENCIAL/RADIAL
	RADIAL	TANGENCIAL	VOLUMÉTRICA	
CEDRINHO	4,3	10,0	13,4	2,33
CAMBARÁ	5,3	9,5	14,7	1,79
ITAÚBA	2,3	6,7	12,1	2,91

TABELA 3 PROPRIEDADE MECÂNICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)

ESPÉCIE	PROPRIEDADES MECÂNICAS (kgf/cm <sup>2</sup> )		
	COMPRESSÃO AXIAL	FLEXÃO ESTÁTICA	TRAÇÃO NORMAL
CEDRINHO <sup>1</sup>	275	593	27
CEDRINHO <sup>2</sup>	507	892	31
CAMBARÁ <sup>1</sup>	404	674	38
CAMBARÁ <sup>2</sup>	584	1095	45
ITAÚBA <sup>1</sup>	588	1177	110
ITAÚBA <sup>2</sup>	697	1290	-

Sendo: <sup>1</sup> Madeira verde, <sup>2</sup> Madeira a 15% de umidade

### 3.3 RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA

O rendimento do desdobro de toras em produtos acabados sofre variações com o tipo e tamanho da indústria madeireira, com as espécies utilizadas e com as características dos produtos beneficiados (IBDF, 1984; PEIXOTO e IWAKIRI, 1984; OLIVEIRA et al., 2003).

De acordo com Vale et al. (1994) citados por Oliveira et al (2003), 80% do volume de madeira produzido na Amazônia provêm de pequenas empresas com baixo padrão tecnológico, levando a um desperdício acima dos níveis aceitáveis. Além disso, a madeira é processada basicamente em nível primário, o que resulta em um produto de baixo valor agregado reduzindo as possibilidades de maiores receitas e o total de investimento.

#### 3.3.1 PRODUÇÃO DE MADEIRA NO ESTADO DO MATO GROSSO

O Mato Grosso possui 52% de sua área constituída por floresta Amazônica, com potencial madeireiro de 400 milhões de m<sup>3</sup>, maior potencial com 200 espécies de madeira nativa, com possibilidades de aproveitamento comercial, sendo 15% explorado comercialmente. O estado já possui uma área de 15 mil hectares de reflorestamento de espécies para serraria e laminação, com mogno, pinho cuiabano, teca e cerca de 15 mil hectares de eucalipto para fins energéticos (MERCOESTE, 2002).

De acordo com Terezo e Oliveira (2002), do total de madeira processada no ano de 2003, 69% foi de madeira serrada, 11% de madeira beneficiada e 20% de madeira compensada e laminada. Segundo os mesmos autores o estado do Mato Grosso comercializou 7,43 milhões de m<sup>3</sup> de madeira em tora e 101,1 mil m<sup>3</sup> de lenha.

O comércio de madeira no estado do Mato Grosso em 2000 (Tabela 4), movimentou 2,19 milhões de m<sup>3</sup> de madeira serrada, 593,2 mil m<sup>3</sup> de madeira compensada, 908,1 mil m<sup>3</sup> de madeira laminada, 15,3 mil m<sup>3</sup> de madeira beneficiada e 41,2 mil m<sup>3</sup> de madeira de aproveitamento (MOURA et al 2004).

TABELA 4 COMERCIALIZAÇÃO DE MADEIRA BRUTA E PROCESSADA EM MATO GROSSO EM 2000

PRODUTO	VOLUME ( 1.000 M <sup>3</sup> )	VALOR (R\$ MILHÃO)
Madeira em tora	7.429,400	119,11
Lenha	101,1	1,03
Serrada	2.198.600	379,63
Compensada	593.200	129,94
Laminada	908.100	221,07
Beneficiada	15.300	6,43
Aproveitamento	41.200	3,57

Fonte: Moura et al. (2004)

As negociações do mercado Mato-grossense são principalmente com a região Sudeste (40% das vendas), região Sul (37% das vendas) e com a região Centro-oeste (18% das vendas). Os estados mais atendidos são: São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul. As exportações representaram 7,5% das vendas internacionais da cadeia estadual, sendo 16% para os Estados Unidos, 8% para a China, 6,8% para Argentina, 9,4% para Bélgica, 8% para França e 3% para Hong Kong. O total de exportações de madeira no ano de 2000 foi de 77,6 milhões de dólares, ficando em segundo no ranking estadual e, em 2001 foi de 84,4 milhões de dólares permanecendo na mesma posição (MOURA et al 2004).

O pólo madeireiro de Sinop é o principal da Amazônia Mato-grossense, com aproximadamente 100 empresas madeireiras, gerando uma renda bruta de 124,3 milhões de dólares e explorando anualmente em torno de 1,9 milhões de m<sup>3</sup> de madeira em tora, seguido por Marcelândia com 657 mil m<sup>3</sup> de madeira explorada e Vera com 598,5 mil m<sup>3</sup>.( MOURA et al, 2004).

### 3.3.2 RESÍDUOS

Por vários anos, a indústria madeireira tem considerado os resíduos como subprodutos problemáticos do processamento de madeira e procurado desfazer-se dos mesmos, utilizando-os para aterro (entulho, lixo), ou incinerado-os em queimadores, apenas com a finalidade de desocupar os pátios sem realizar aproveitamento energético. Entretanto, estas soluções têm se convertido recentemente em sérios problemas ambientais. Além disso, a questão dos crescentes aumentos nos custos dos insumos energéticos tem levado as indústrias a pensarem



nas vantagens do aproveitamento dos resíduos como fonte alternativa de combustível ou utilizá-los como matéria-prima para outros produtos, quais sejam a produção de celulose ou de chapas de composição (FONTES, 1994).

Fontes (1989) citado por Fontes (1994) em seu estudo realizado junto às indústrias (serrarias e laminadoras) da Região Norte do país, mais precisamente em Rondônia, demonstram que o índice de aproveitamento das toras de madeiras no processamento industrial sofre variações em função do tipo e tamanho da indústria, equipamentos e espécies utilizadas, indicando que as principais perdas são as costaneiras e o pó-de-serra (serragem), chegando a apresentar 25 a 70 % do volume da tora. Nas serrarias, além da serragem e costaneiras, as peças são aparadas para padronizar a largura, e destopadas, produzindo principalmente serragens, refilos e destopos. Nas laminadoras, o maior resíduo é formado pelas lâminas iniciais com tamanhos irregulares e defeitos decorrentes do formato das toras.

A quantidade real de resíduos obtida com a fabricação de produto de madeira é distinta de uma instalação industrial para outra e depende de vários fatores, começando pelas propriedades da madeira passando pelo tipo e sistema de produção adotado pela indústria, até o produto final acabado (FONTES, 1994).

Pode-se considerar que 50 a 70% do volume de madeira em tora que entra em uma serraria para ser convertido em madeira serrada, resulte na forma de casca, costaneiras, refilos, aparas e serragem. Seria irracional não promover o aproveitamento máximo destes subprodutos do beneficiamento primário da madeira que em um primeiro momento, possam ser tidos apenas como rejeitos do processo, mas seguramente podem sair da serraria como matéria-prima para a produção de pastas e celulose, de chapas e de compostos orgânicos, bem como promover a auto-suficiência energética da própria indústria (FONTES, 1994). Na Figura 6, tem-se um exemplo claro do desperdício e da ocupação de área por resíduos na região de Sinop MT.

FIGURA 6. DESPERDÍCIO DE MADEIRA EM SERRARIA NA REGIÃO DE SINOP-MT



Foto do autor

Tuset e Duran (1979), afirmam que quando as costaneiras, os refilos e as aparas são transformados em partículas e/ou cavacos, a rentabilidade econômica da indústria melhora de 25 a 30 %. Tratando-se de uma indústria de médio e grande porte possuidora de elevado consumo anual de madeira em tora, um aproveitamento adicional com a produção de cavacos pode ser o elemento decisório para atingirem-se os benefícios necessários dentro de uma atividade industrial.

Para uma indústria madeireira com uma boa disponibilidade de resíduos que possa ser utilizados como combustível, apresentam-se várias possibilidades quanto à forma de poder transformá-los em energia aproveitável (FONTES, 1994).

### 3.3.3 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO DA MADEIRA SERRADA

Segundo Murara Junior (2005), dentre os principais fatores que afetam o rendimento em madeira serrada destacam-se a qualidade da tora, as técnicas de desdobro utilizadas, a operação dos equipamentos e os diâmetros das toras.

O rendimento volumétrico, também chamado de coeficiente de serragem, coeficiente de transformação ou ainda fator de rendimento, é a relação entre o volume produzido de madeira serrada e o volume utilizado de madeira em forma de tora, expresso em porcentagem. Ocorre entretanto, uma série de fatores que interferem no volume obtido de madeira serrada, influenciando assim no rendimento volumétrico.

Segundo Vianna Neto (1984), as variações de rendimento são devidas a vários aspectos que podem estar ligados à engenharia de produção (tipo de equipamento, tipo de matéria-prima, espessura do corte no desdobro, afiação e manutenção das serras, tolerâncias e sobremedidas para a secagem, aparelhamento e desvios da serra) ou o sistema de desdobro (tipo de produto, desenho de corte e aproveitamento de subprodutos, tais como costaneiras, cavacos, refilos e destopos). Outro aspecto levantado pelo autor é o fato do diâmetro da tora ser elevado ao quadrado para a obtenção do seu volume. Assim, uma indústria trabalhando com toras de pequenos diâmetros necessita processar um número bem maior de toras, para produzir o mesmo volume de madeira serrada do que uma indústria trabalhando com toras de diâmetros maiores. Portanto, movimentar um grande volume de peças pequenas requer um contínuo aperfeiçoamento e melhoria de desempenho, que na maioria das vezes deve começar pelo rendimento volumétrico.

Moosmayer (1984), citado por Fortes (1994) afirma que somente um maior número de toras processadas pode compensar a diminuição dos diâmetros e que a velocidade do processo deve aumentar na mesma função geométrica que diminui o volume com a redução do diâmetro da tora.

Rocha (2002), cita uma das forma de determinação do coeficiente de transformação ou rendimento em madeira serrada, que é a relação entre o volume de madeira serrada que se obtém e o volume de toras que foram usadas para o processamento. Estas unidades são expressas em unidade métrica e em ambos os casos o coeficiente é dado em porcentagem, de acordo com a seguinte fórmula:

$$R = \frac{S}{T} \times 100$$

Onde:

R = Rendimento em madeira serrada (%)

S = Volume de madeira serrada (m<sup>3</sup>)

T = Volume de toras (m<sup>3</sup>)

Rocha (2002) considera ainda que, além da espécie que está sendo desdobrada, outros fatores afetam o rendimento como a qualidade dos povoamentos de onde as árvores são provenientes, os equipamentos e técnicas utilizadas no desdobro e a qualidade profissional dos operários.

### 3.4 ASPECTOS TECNOLÓGICOS NO PROCESSAMENTO DE MADEIRA SERRADA

Em projetos de serrarias, a otimização no uso de toras tem se baseado em vários elementos, os quais requerem um conhecimento detalhado da matéria-prima (toras) e de definições a serem tomadas a partir de simulações utilizando modelos de corte. A simulação utilizando modelos de corte permite obter informações sobre rendimento, tipo de produto, qualidade e valores. Estas informações formam uma base importante para as análises, principalmente econômico-financeiras, e finalmente para as definições de engenharia e de investimentos, determinantes à competitividade e ao sucesso do negócio (WIPIESKI et al 2002).

Nas serrarias baseadas em projetos convencionais, a escolha da maneira pela quais as toras serão processadas depende de experiência e do bom senso do operador. Na prática, e na grande maioria dos casos, a decisão é aleatória. O posicionamento das toras, o número de cortes, o dimensionamento dos blocos e pranchas visando à obtenção de produtos mais adequados e a eliminação dos defeitos das toras, são alguns dos fatores que afetam diretamente o rendimento do processo de corte, os produtos obtidos e conseqüentemente os custos de produção. Na realidade, é um conjunto de fatores que dificilmente pode ser otimizado sem a existência de ferramentas adequadas (WIPIESKI et al 2002). Segundo os autores, atualmente encontram-se disponíveis no mercado sistemas capazes de reconhecer e interpretar automaticamente as diferenças existentes entre as toras a serem processadas, assegurando maior racionalidade no posicionamento e nos diferentes cortes a serem efetuados. Tratam-se de sistemas de alta tecnologia, os quais possibilitam a maximização no aproveitamento da matéria-prima. Embora disponíveis, estes sistemas geralmente são onerosos, e em serrarias de pequeno e médio porte, dificilmente podem ser justificados em uma análise econômica.

O controle de qualidade em qualquer operação nas serrarias começa com a manutenção permanente das máquinas, para que estas possam funcionar dentro dos requisitos e objetivos para que foram projetadas. Igual importância é dada às condições e estado das lâminas das serras. Uma complementa a outra, quando o objetivo é alcançar um ótimo desempenho mecânico. A mão-de-obra de manutenção e de afiação de serra deverá portanto, receber ferramentas e equipamentos adequados para que cumpram satisfatoriamente os seus trabalhos, caso contrário, suas qualificações pessoais ficarão limitadas.

Quanto ao desdobro, é muito importante a escolha do sistema que será seguido no processamento das toras, pois ele deverá servir não só para diminuir os desperdícios e obter o máximo volume utilizável, como também para bitolar corretamente o produto nas dimensões finais exigidas por normas específicas. Outros artefatos produzidos a partir das sobras, deverão dentro do possível, estar com um grau de qualidade correspondente à categoria de uso para a qual há demanda. Em muitas serrarias, são encontrados estoques de refugos de madeira, eventualmente vendidos em bruto a preços menores que os de produtos manufaturados, uma vez que a qualidade e a dimensão deles dificultam sua utilização (WIPIESKI et al 2002).

### 3.4.1 CUSTOS DA MATÉRIA-PRIMA

Um dos problemas relativos ao suprimento de matéria-prima é a distância cada vez maior entre a floresta e as indústrias e destas para o mercado consumidor. A crescente alta do preço de transporte tem inviabilizado ou desestimulado a atividade floresta-industrial na região da Amazônia Legal. O transporte de toras por caminhões a distâncias superiores a 300 km tem se tornado comum. No Pará e Amazonas, estados que utilizam com maior intensidade o transporte hidroviário, as distâncias de transporte são ainda maiores, chegando até 1 mil km, o que tem onerado o preço da matéria-prima.

Muitas serrarias possuem seus próprios equipamentos que fazem a exploração florestal, mas a maior parte do suprimento é adquirida de terceiros, muitas vezes intermediários que obtêm as toras de extratores autônomos ou de proprietários de terra.

Os proprietários das indústrias estão constantemente em busca de fontes de matéria prima. O sistema de comercialização de toras é muito desorganizado e depende de contatos entre fornecedores e compradores.

Outro fato que limita o suprimento de matéria-prima está relacionado com o pouco número de espécies que são comercializadas, o que inviabiliza a exploração econômica da floresta pela indústria. Em muitas áreas onde as indústrias se instalaram, as espécies mais utilizadas existentes em distâncias consideradas econômicas já atingiram a exaustão (REIS, 1989).

### 3.4.2 EQUIPAMENTOS

A definição dos equipamentos para o sistema produtivo de uma serraria está em função principalmente dos seguintes fatores: produção requerida, tipo de produtos a fabricar (vigas, tábuas, permanancas, etc.) e características das espécies a serem utilizadas, tais como diâmetro médio das toras, grau de dureza da madeira, etc.

A escolha com relação à marca depende principalmente da produção e qualidade dos equipamentos, vida útil e facilidade de assistência técnica, além do capital disponível para o investimento.

Os equipamentos das operações secundárias (canteadeira múltipla, resserradeira, destopadeira) devem ser escolhidos de acordo com a produção da serraria para desdobro de toras e tipo de produtos. O dimensionamento adequado desses equipamentos é de suma importância para evitar o estrangulamento na produção da serraria para desdobro de toras e acúmulo excessivo de madeira entre os equipamentos.

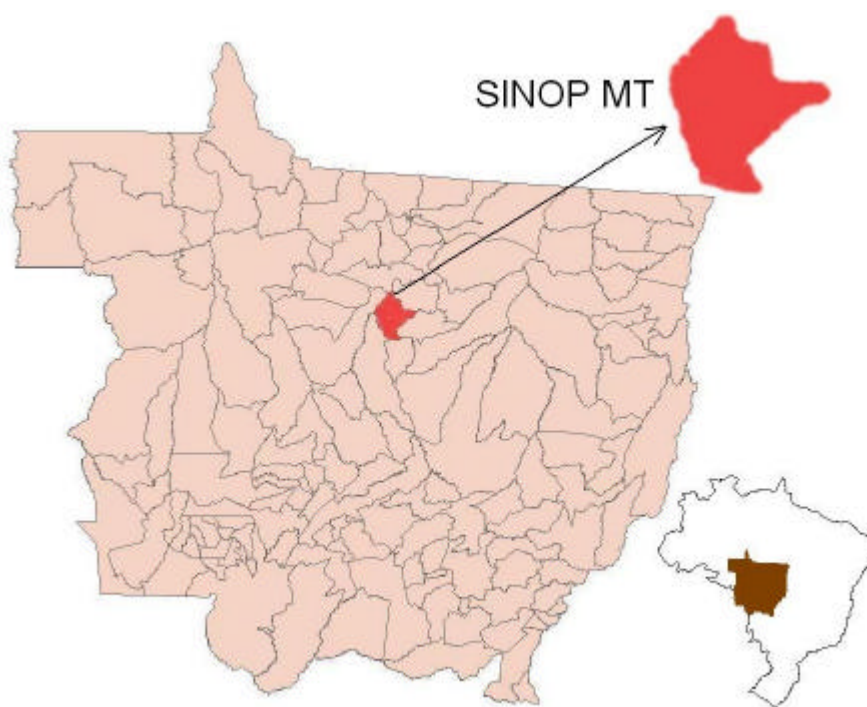
A manutenção periódica dos equipamentos é de suma importância para o bom desempenho dos mesmos e aproveitamento da sua vida útil. Normalmente, a manutenção preventiva pode ser realizada todo final de turno ou semana e consiste principalmente em realizar uma limpeza geral, lubrificação dos rolamentos e partes vitais dos equipamentos.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 REGIÃO DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em uma serraria de propriedade da Empresa Belmonte Madeiras Ltda., localizada na cidade de Sinop, Estado do Mato Grosso (Figura 7). É uma serraria de pequeno porte com 9 funcionários e capacidade produtiva média de 200 m<sup>3</sup>/mês. A principal produção da Empresa é madeira serrada, onde as peças brutas são processadas em madeiras aplainadas como forros, divisórias, assoalho, batentes e vistas, entre outras. Embora ainda seja a principal atividade econômica do município, a economia sinopense diversificou-se muito, tanto que é considerado o principal pólo econômico do Norte de Mato Grosso.

FIGURA 7. MUNICÍPIO DE SINOP NO ESTADO DO MATO GROSSO



De acordo com Souza (2001), o município de Sinop possui uma área de 3,2 mil km<sup>2</sup> e está localizado na região centro-norte do Estado do Mato Grosso, às margens da rodovia Cuiabá – Santarém (BR 163), a 500 km de Cuiabá, entre os meridianos de 12° 51' 00'' S e 55° 30' 00'' W.

A principal atividade industrial de Sinop é a indústria madeireira. Mais de 100 madeireiras de pequeno, médio e grande porte, produzem além da madeira serrada e beneficiada, portas, tacos, laminados, compensados, cabos de escova e pincéis, vassouras, etc. O setor emprega muitos trabalhadores e atualmente várias indústrias exportam seus produtos para o mercado internacional, resultado conseguido com a adequação do sistema de extração para o modo de manejo sustentado visando à perpetuação da atividade (SOUZA 2001). Segundo o mesmo autor, a região onde está localizado o município de Sinop é coberta, em sua maior extensão, pela Floresta Estacional Amazônica Semi-decidual Meridional, com madeiras de interesse comercial, como itaúba, amescla, anjelim, peroba, cedrinho, cambará, sucupira, entre outras. Por isso, esta região, conforme mencionado, possui grande potencial para extração de madeiras de interesse econômico, o que justifica a intensa presença da indústria madeireira.

#### 4.2 DESCRIÇÃO DA SERRARIA

A serraria constitui-se de uma serra fita com diâmetro de volantes de 1,10 m, potência do motor de 40 HP, onde é realizado o desdobro principal das toras, uma serra circular com disco de 30 cm de diâmetro, potência do motor de 15 HP para a realização do canteamento e refilo das peças e uma destopadeira com disco de 25 cm de diâmetro, potência do motor de 35 HP para efetuar o destopo e aproveitamento das peças que apresentarem alguns defeitos em função das conicidades e outros defeitos das toras. A empresa trabalha com várias espécies, sendo especialmente utilizadas as espécies Cedrinho (*Erismia uncinatum*), Cambará (*Qualea albiflora*) e Itauba (*Mezilaurus itauba*).

#### 4.3 ESPÉCIES ESTUDADAS

As espécies utilizadas para este estudo foram obtidas de florestas tropicais com a prática de manejo florestal sustentado na região de Sinop e Santa Carmem, num raio de aproximadamente, 80 km do local da serraria. As espécies selecionadas para esse trabalho foram o cedrinho (*Erismia uncinatum*), o cambará (*Qualea albiflora*) e a itauba (*Mezilaurus itauba*) por estarem entre as espécies mais utilizadas na região.



#### 4.4 SELEÇÃO DAS TORAS

No pátio da serraria, foram selecionadas 60 toras em quatro classes diamétricas, sendo 20 toras para cada espécie estudada, dividindo-se em 5 toras para cada classe de diâmetro, conforme Tabela 5. As toras de cada classe diamétrica foram separadas por lote e espécies. Antes do desdobro todas as toras tiveram suas circunferências medidas nas duas extremidades para obtenção do diâmetro médio e posterior classificação segundo a sua classe diamétrica por espécie e para o cálculo do seu volume. Todas as toras das três espécies apresentaram comprimento de 2,75 m.

TABELA 5. NÚMERO DE TORAS, POR CLASSE DIAMÉTRICA E POR ESPÉCIES

ESPÉCIES	NÚMERO DE CLASSES DIAMÉTRICAS	NÚMERO DE TORAS POR CLASSE	NÚMERO DE TORAS POR ESPÉCIE	COMPRIMENTO DAS TORAS (M)
Cedrinho	4	5	20	2,75
Cambará	4	5	20	2,75
Itaúba	4	5	20	2,75
TOTAL			60	

Após a obtenção das medidas das toras, cada uma recebeu uma numeração e teve uma de suas seções transversais pintadas, visando-se deixar as tábuas obtidas de cada tora pintadas e devidamente identificadas, para posterior determinação do volume serrado, sendo adotado uma cor para cada tora de cada classe, ou seja, azul, preto, cinza, roxo e laranja (Figura 11). A classe diamétrica por espécie teve seu topo numerado, sendo o número 1 para a classe entre 31,0 - 40,0cm, número 2 para a classe entre 41,0 - 50,0cm, número 3 para a classe entre 51,0 - 60,0cm e o número 4 para a classe entre 61,0 - 70,0cm. Cada lote foi separado individualmente por classe e espécie, e posteriormente feito o desdobro.

FIGURA 8. LOTES DE TORAS POR CLASSES DIAMÉTRICA PRONTAS PARA O DESDOBRO



Foto do autor

#### 4.5 OBTENÇÃO DO VOLUME DAS TORAS

Para a obtenção dos volumes das toras, foram tomadas duas medidas da circunferência em cada tora, com casca, sendo uma em cada extremidade. Dividindo-se cada circunferência por  $\pi$ , obteve-se o diâmetro na ponta fina ( $d_1$ ) e diâmetro na ponta grossa ( $d_2$ ). Através da média aritmética de  $d_1$  e  $d_2$ , foi obtido o diâmetro médio ( $D$ ). O comprimento foi de 2,75 m, para todas as toras nas diferentes classes. Com estes dados determinou-se o volume de cada tora através da fórmula:

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times L}{40000}$$

Onde:

$V$  = volume da tora ( $m^3$ );

$D$  = diâmetro médio da tora (cm) obtido pela fórmula  $D = C(\text{cm})/\pi$ ;

$L$  = comprimento da tora (m).

#### 4.6 DESDOBRO DAS TORAS

O processo de desdobro da madeira em uma serraria refere-se ao sistema utilizado por esta unidade industrial para desdobrar uma tora em peças de seção quadrangular. Entretanto este sistema pode ser adaptado, modificado ou sofrer uma nova configuração para atender às mais diversas necessidades como variações da matéria-prima (forma das toras) e uma diversidade de produtos. Estes fatos provocam mudanças nos diagramas de corte de uma tora, devido aos vários aspectos ligados, tanto à engenharia de produção quanto ao sistema de desdobro adotado.

O presente trabalho foi realizado em uma serraria na qual havia uma serra fita, com volante de 1100 mm, com os equipamentos auxiliares sendo um carro porta toras de 4 metros de comprimento, um guincho virador de toras, uma serra circular de mesa e uma destopadeira. Nesta indústria as toras eram admitidas no processo de desdobro, passando pela serra fita, onde foram realizados os cortes, retirando-se as costaneiras e a primeira tábua formando um semi-bloco (Figura 9). Posteriormente, o semi-bloco era desdobrado em cortes sucessivos, formando tábuas. As tábuas obtidas seguiram para a serra circular de mesa, onde foram refiladas em tábuas com larguras de 10,5 cm (Figura 10). Não foi realizado o destopo das tábuas, tendo em vista que as toras foram previamente destopadas em 2,75 m de comprimento.

FIGURA 9. PROCESSO DE DESDOBRO DAS TORAS NA SERRA FITA



Foto do autor

FIGURA 10. OPERAÇÃO DE REFILO NA SERRA CIRCULAR



Foto do autor

#### 4.7 RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DA MADEIRA SERRADA

O rendimento em madeira serrada ou porcentagem de aproveitamento é a relação entre o volume de madeira serrada produzido e o volume das toras antes do desdobro, expresso em porcentagem. Este coeficiente é afetado pela interação de diversos fatores como o diâmetro, o comprimento, a conicidade e a qualidade das toras, bem como o número de produtos alternativos (STEEL, 1984 citado por TONINI E ANTONIO, 2004).

O rendimento volumétrico da madeira serrada, ou seja a relação percentual entre o volume de madeira serrada e o volume de toras, foi obtido através da fórmula a seguir:

$$R = \frac{S}{T} \times 100$$

onde:

R = Rendimento em porcentagem

S = Volume de madeira serrada em m<sup>3</sup>

T = Volume de toras em m<sup>3</sup>

Em função de que as tábuas são aproveitadas no processo de usinagem em suas medidas nominais, e tendo em vista da dificuldade de separação das mesmas após o desdobro, não foram tomadas as medidas de largura, espessura e comprimento, sendo consideradas, para determinação do volume em madeira serrada, as medidas nominais, ou seja, 10,50cm para largura, 2,60cm para espessura e 2,75m para comprimento. Desta forma, o volume em madeira serrada de cada tora foi determinado através da contagem das tábuas originadas por cada uma delas.

#### 4.8 OBTENÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS

Considerando-se que no processo de industrialização da madeira a geração de resíduos está em função da matéria-prima utilizada, do tipo de equipamento, do nível de processamento na indústria e do produto final, procurou-se controlar estas variáveis, utilizando os mesmos tipos de matéria-prima, nível de processamento e produto final para as três espécies estudadas e as mesmas classes de diâmetros para ambas as espécies.

Para obter-se o volume de resíduos produzido, seja de costaneiras, refilos, destopos ou serragem, foram medidos a largura e o comprimento de cada peça processada na serra fita, multiplicando-os pela ranhura de corte do fio da serra, obtendo-se um volume total de serragem no fim de cada tora desdobrada, e também para as peças processadas na serra circular. Para a obtenção do volume de costaneiras, refilos e destopos, efetuou-se o cálculo do volume de madeira serrada, subtraindo-se do volume da tora com casca, resultando no volume total de resíduos.

#### 4.9 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA SERRA FITA

A eficiência é um índice entre o volume de toras desdobradas em um período de tempo, pelo número de operários envolvidos na produção (ROCHA, 2002). Esta pode ser determinada por hora, período ou máquina e em todas as dependências da serraria, é definida através da fórmula:

$$E = \frac{T}{O}$$

onde:

E = eficiência m<sup>3</sup>/operário/turno

T = toras, em m<sup>3</sup>, desdobradas por um período de tempo

O = número de operários envolvidos na operação de desdobro

Para se determinar a eficiência, foi obtido o volume de cada tora de uma classe. De posse do volume da tora, foi feito o desdobro da mesma cronometrando-se o tempo de serragem juntamente com o carregamento da tora no carro porta tora. Desta forma, foi obtido o volume de madeira processada num intervalo de tempo. Esse volume foi dividido pelo número de funcionários envolvidos nas operações e multiplicado por 8, determinando-se assim, a eficiência para cada espécie nas suas devidas classes diamétricas para um turno de oito horas trabalhadas.

#### 4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Foi conduzida uma análise estatística simples com teste de comparação de médias, baseada na análise de variância. Sendo detectado diferença na análise de variância foi realizado o teste de comparação de médias baseado no método de Tukey a 95% de probabilidade. Os principais tratamentos foram o efeito da espécie de madeira e classe diamétrica das toras. As principais variáveis analisadas foram rendimento, geração de resíduos e eficiência da serraria para as diferentes espécies e classes diamétricas. Com base nos resultados obtidos, foram realizadas as discussões e devidas conclusões.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Através da análise estatística, pôde-se observar que para as três espécies estudadas, houve diferença estatística, a um nível de 95% de probabilidade, entre os volumes brutos das toras e os volumes serrados nas quatro diferentes classes diamétricas (Anexo 1). Tal avaliação teve como objetivo comprovar as diferenças existentes entre as classes diamétricas estudadas.

#### 5.1.1 CEDRINHO (*E. uncinatum*)

Na Tabela 6 são apresentados os resultados para as 4 classes diamétricas de toras da espécie cedrinho (*E. uncinatum*), com 5 toras em cada classe, com seus respectivos rendimentos.

TABELA 6. VOLUME DE TORA (m<sup>3</sup>), VOLUME SERRADO (m<sup>3</sup>) E RENDIMENTO MÉDIOS (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA DO CEDRINHO (*E. uncinatum*)

Classe	VOLUME MÉDIO POR CLASSE (m <sup>3</sup> )	VOLUME MÉDIO SERRADO (m <sup>3</sup> )	RENDIMENTO MÉDIO (%)
1	0,2945	0,1682	Média = 57,30 a
2	0,4538	0,2763	Média = 60,52 a
3	0,7062	0,4398	Média = 62,40 a
4	0,9121	0,5420	Média = 59,12 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 6, que nesta espécie a média de rendimento entre as 4 classes diamétricas aproximou-se de 60%. Pode-se verificar também, que não houve diferença estatística a um nível de 95% de probabilidade entre as classes (Anexo 2). Porém, as tendências de variação observadas entre essas classes, apesar da igualdade estatística, podem gerar grandes diferenças numa situação de grande produção.

Observa-se que nas quatro classes o volume das toras e o volume em madeira serrada aumentaram de acordo com o aumento da classe diamétrica, o que já era esperado. No rendimento das classes 1, 2 e 3 ocorreu um aumento gradativo de acordo com o aumento do volume das toras. Na classe 1 o volume médio das toras foi menor que todas as demais classes. Esse valor médio deu-se em função das toras serem de diâmetro menor, o que acarreta maior perda proporcional na forma de refilo e costaneiras. Na classe 4, o volume médio das toras foi superior às demais classes (4,5605 m<sup>3</sup>), mas o rendimento médio foi inferior (59,12%) às classes 2 e 3, situando-se entre as classes 1 e 2. Esta inferioridade no rendimento ocorreu em função das toras mais grossas apresentarem incidência de falhas internas, como rachaduras, ataques por insetos, podridões, etc., o que acarretou uma redução no rendimento em madeira serrada (Figura 11).

Segundo Rocha (2000), é normal em serrarias que as toras de menores diâmetros apresentem menores rendimentos. Porém, ao trabalhar com madeira reflorestada (*Eucalyptus grandis*) em duas classes diamétricas (19 a 25 cm e 25 a 30 cm), o autor obteve um rendimento médio superior para a classe de menores diâmetros. O mesmo foi observado neste estudo, onde o rendimento elevou-se da classe 1 para a 2 e da classe 2 para a 3, porém decrescendo da classe 3 para a 4. Outro fator que deve ser levado em consideração é a pequena variedade de produtos obtidos das toras, o que pode fazer com que algumas classes diamétricas não sejam adequadas para obtenção de tábuas com bitolas que se deseja obter das mesmas (MURARA JUNIOR, 2005).

Porém, como pode-se observar na Figura 11, neste caso o fator determinante para a queda no rendimento foram defeitos provocados por agentes xilófagos nas toras de maior diâmetro desta espécie. Muitas vezes a aparência das toras pode não demonstrar um defeito interno na mesma, o qual só será evidenciado no momento do desdobro, consequentemente reduzindo o rendimento em madeira serrada desta tora.



FIGURA 11. TORA DE CEDRINHO (*E. uncinatum*) DESDOBRADA EM SERRA FITA, PODRIDÃO INTERNA



Foto do autor

### 5.1.2 CAMBARÁ (*Q. albiflora*)

Na Tabela 7 são apresentadas as 4 classes diamétricas de toras da espécie cambará (*Q. albiflora*), com 5 toras em cada classe, com seus respectivos rendimentos.

TABELA 7. VOLUME DE TORA (m<sup>3</sup>), VOLUME SERRADO (m<sup>3</sup>) E RENDIMENTO MÉDIOS (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA DO CAMBARÁ (*Q. albiflora*)

Classe	VOLUME MÉDIO POR CLASSE (m <sup>3</sup> )	VOLUME MÉDIO SERRADO (m <sup>3</sup> )	RENDIMENTO MÉDIO (%)
1	0,3116	0,1847	Média = 59,18 a
2	0,4517	0,2868	Média = 62,69 a
3	0,6335	0,3994	Média = 63,37 a
4	0,9905	0,6471	Média = 65,29 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 7, que para a espécie cambará a média de rendimento entre as quatro classes diamétricas foi de 62,63%, e não se observou diferença estatística a um nível de 95% de probabilidade entre as classes (Anexo 3). O rendimento nesta espécie já apresentou a tendência esperada, ou seja, de aumentar de acordo com o aumento da classe diamétrica, onde

o menor rendimento foi observado na classe 1 (59,18%) e o maior na classe 4 (65,29%). Mesmo não havendo diferença estatística entre as classes diamétricas, a tendência de variação de aproximadamente 6%, entre as classes 1 e 4 é muito importante dentro de uma escala de produção, não só na redução dos custos de produção, mas também na redução dos resíduos gerados pela serraria, os quais, como é prática habitual na região em estudo, são pouco aproveitados.

A tendência de elevação gradativa do rendimento em função do aumento das classes diamétricas deu-se em função da espécie apresentar menor incidência de defeitos que o cedrinho, porém, sendo observadas pequenas trincas e rachaduras nas toras, as quais não foram comprometedoras.

Como neste trabalho foram utilizados e operados, da mesma maneira, os mesmos equipamentos, e que as espécies seguiram a mesma classificação diamétrica. A qualidade das toras foi o fator determinante para as tendências observadas. Desta maneira, pode-se afirmar que a espécie cambará apresentou melhor forma e qualidade em relação ao cedrinho para a obtenção de madeira serrada.

### 5.1.3 ITAÚBA (*M. itauba*)

Na Tabela 8 são apresentados os resultados para as 4 classes diamétricas de toras da espécie itaúba (*M. itauba*), com 5 toras em cada classe e seus respectivos rendimentos.

TABELA 8. VOLUME DE TORA (m<sup>3</sup>), VOLUME SERRADO (m<sup>3</sup>) E RENDIMENTO MÉDIOS (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ITAÚBA (*M. itauba*)

Classe	VOLUME MÉDIO POR CLASSE (m <sup>3</sup> )	VOLUME MÉDIO SERRADO (m <sup>3</sup> )	RENDIMENTO MÉDIO (%)
1	0,2346	0,1171	Média = 49,73 a
2	0,4391	0,2492	Média = 56,56 a
3	0,6007	0,3468	Média = 57,21 a
4	0,9536	0,4984	Média = 52,13 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 8, que nesta espécie a média de rendimento entre as quatro classes diamétricas aproximou-se de 54%, sendo que o menor rendimento foi verificado na classe 1 e o maior na classe 3. Pode-se verificar também, que não houve diferença estatística a um nível de 95% de probabilidade, tendo em vista a variabilidade existente entre as toras dentro das classes (Anexo...). Nesta espécie, ocorreu a tendência do rendimento apresentar uma diferença maior entre as classes 1 e 2 e menor entre as classes 2 e 3, podendo-se dizer que este foi praticamente o mesmo nestas duas classes. Da mesma maneira que para o cedrinho e cambará, não houve diferença estatística para o rendimento entre as classes diamétricas, mas a tendência de variação entre as classes foi de 7,4 pontos percentuais. Este valor, numa escala produtiva, pode implicar numa redução de custos considerável, porém, não sendo alvo deste estudo.

Pode-se observar nas classes 1, 2, 3 e 4 que o volume das toras aumentou de acordo com a classe diamétrica, assim como ocorreu com o volume de madeira serrada. Nas classes 1, 2, e 3, aumentou o rendimento médio conforme a elevação da classe diamétrica, mas na classe 4, como no caso do cedrinho, observou-se uma redução no rendimento, ficando este abaixo das classes 2 e 3. Conseqüentemente, a redução do rendimento na classe 4, implicou num menor aproveitamento da tora, implicando em maior perda de madeira na forma de resíduos. Essa perda foi muito influenciada, assim como no caso do cedrinho, em função de algumas toras apresentarem defeitos como rachaduras, podridões e ocos (Figura 12).

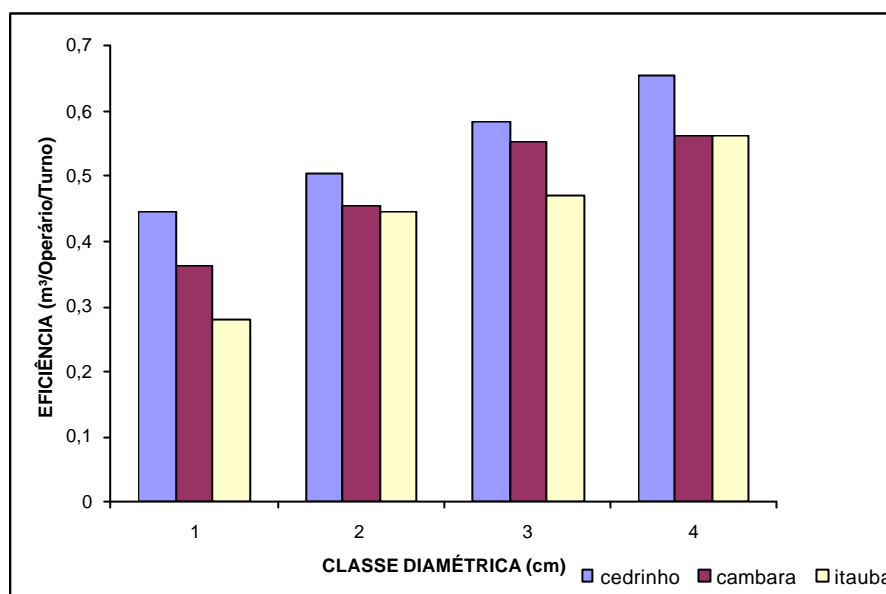
FIGURA 12. DEFEITO EM MADEIRA DE ITAÚBA (*M. itauba*) DURANTE O DESDOBRO EM SERRA FITA



Foto do autor

A Figura 13 apresenta um comparativo dos resultados de rendimento em madeira serrada para as 4 classes diamétricas das espécies estudadas.

FIGURA 13. RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA AS 4 CLASSES DIAMÉTRICAS DAS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA



Pode-se observar na Figura 13, que a espécie cambará apresentou rendimento superior às outras duas espécies em todas as classes diamétricas. O cedrinho, por sua vez, só não foi superior à itaúba na classe 3, (51 a 60 cm de diâmetro).

No que diz respeito à tendência do rendimento aumentar de acordo com o aumento do diâmetro das toras, tal situação ocorreu somente para a espécie cambará. A espécie cedrinho apresentou tendência de redução no rendimento na classe 3, enquanto que a itaúba na classe 4.

O rendimento médio das espécies estudadas variou de 49,73% à 65,29%, sendo que a média entre as espécies foi de 57,96%. Iwakiri (1990), avaliou o rendimento e condições de desdobro de 20 espécies de madeiras da Amazônia, com uma variação no diâmetro médio das toras na faixa de 38,2 cm a 68,4 cm. Segundo o autor, o rendimento médio variou de 41,9% a 61,8%, com uma média entre as espécies de 52,9%, ficando abaixo da média obtida nesta pesquisa.

Segundo Gomide (1974), citado por Tonini e Antonio (2004), rendimentos entre 45% e 55% são considerados normais para folhosas. Segundo Barbosa (1990), o desdobro primário em Roraima apresentou índices de aproveitamento variando de 38,1% a 68,9% com uma média estadual de 54,2%.

## 5.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

### 5.2.1 CEDRINHO (*E. uncinatum*)

Na Tabela 9, são apresentados os volumes em resíduos, expressos em porcentagem, para as 4 classes diamétricas de toras da espécie Cedrinho (*E. uncinatum*), com seus respectivos percentuais para serra fita, serra circular e outros resíduos (costaneiras e refilos).

TABELA 9. RENDIMENTO (%), SERRAGEM NA SERRA FITA (%), SERRAGEM NA SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS EM (%) DE 4 CLASSES DA ESPÉCIE CEDRINHO (*E. uncinatum*)

Classe	Rendimento médio em madeira serrada (%)	Volume médio de resíduos (%)			
		Serragem na (serra fita)	Serragem na (serra circular)	Outros resíduos	Total de resíduos
1	57,30	6,61	2,73	33,36	42,70
2	60,52	6,98	2,88	29,61	39,48
3	62,40	7,20	2,97	27,42	37,60
4	59,12	6,82	2,82	31,25	40,88

Pode-se observar na Tabela 9, que os volumes de resíduos na serra fita, serra circular e outros resíduos não apresentaram grande diferença entre as classes, variando conforme o rendimento em madeira serrada. Observa-se que em os outros resíduos entre as classes 1, 2 e 3 o volume foi decrescendo conforme o aumento do rendimento. Porém, o mesmo não aconteceu na classe 4, onde o rendimento foi inferior às classes 2 e 3. Conseqüentemente, o volume de outros resíduos aumentou nesta classe, superando as classes 2 e 3. No resultado total de resíduos em porcentagem, a soma dos resíduos da serra fita, serra circular e outros foi inversa ao valor de rendimento das classes.

Segundo Mendes et al (2004), ao se desdobrar uma tora, a geração de resíduos é inevitável, sendo que o volume e tipos de pedaços e/ou fragmentos gerados, são dependentes de vários fatores. Como exemplo destes fatores, destaca-se o diâmetro das toras e o uso final das peças serradas. Considerando uma tora cilíndrica, e desejando-se retirar apenas um bloco central, o rendimento corresponderia a 63,66% apenas. Segundo os autores, de modo geral, os resíduos gerados em uma cadeia produtiva de serrados constituem-se em 7% de casca, 10% de serragem e 28% de pedaços, isto sem considerar as perdas na extração da madeira.

### 5.2.2 CAMBARÁ (*Q. albiflora*)

Na Tabela 10, são apresentadas as 4 classes diamétricas de toras da espécie Cambará (*Q. albiflora*), com suas respectivas porcentagens de resíduos na serra fita, serra circular e outros resíduos (refilos, cascas, aparas e costaneiras).

TABELA 10. RENDIMENTO (%), SERRAGEM NA SERRA FITA (%), SERRAGEM NA SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS EM (%) DE 4 CLASSES DA ESPÉCIE CAMBARÁ (*Q. albiflora*)

Classe	Rendimento médio em madeira serrada (%)	Volume médio de resíduos (%)			
		Serragem na (serra fita)	Serragem na (serra circular)	Outros resíduos	Total de resíduos
1	59,18	6,83	2,82	31,18	40,82
2	62,69	7,23	2,99	27,09	37,31
3	63,37	7,31	3,02	26,30	36,63
4	65,29	7,53	3,11	24,07	34,71

Observa-se na Tabela 10, que nesta espécie a média de rendimento entre as quatro classes diamétricas foi de 62,63%, já apresentando uma tendência dentro do esperado, ou seja, de aumentar de acordo com a elevação da classe diamétrica, com o menor rendimento na classe 1 (59,18%) e maior na classe 4 (65,29%). O mesmo aconteceu com os resíduos, conforme elevação do rendimento, reduziu a média de perdas, com a maior porcentagem observada na classe 1 (40,82%) e a menor na classe 4 (34,71%).

O rendimento em madeira serrada sofre influência do tipo de serra, reaproveitamento de aparas e costaneiras, e da metodologia utilizada no desdobrodo, sendo que a utilização de técnicas adequadas pode afetar consideravelmente o rendimento. Resende et al (1992) citados por Tonini e Antonio (2004), ressaltam que a seleção de toras segundo seu diâmetro, e a posterior aplicação de uma estrutura de corte definida em função de determinadas bitolas é condição necessária para a maximização do lucro em uma serraria.

### 5.2.3 ITAÚBA (*M. itauba*)

Na Tabela 11 são apresentadas as 4 classes diamétricas de toras da espécie Itaúba (*M. itauba*), com suas respectivas quantidade de resíduos, expressos em porcentagem, na serra fita, serra circular e outros resíduos (refilos, cascas, aparas e costaneiras).

TABELA 11. RENDIMENTO (%), SERRAGEM NA SERRA FITA (%), SERRAGEM NA SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS EM (%) DE 4 CLASSES DA ESPÉCIE ITAÚBA (*M. itauba*)

Classe	Rendimento médio em madeira serrada (%)	Volume médio de resíduos (%)			
		Serragem na (serra fita)	Serragem na (serra circular)	Outros resíduos	Total de resíduos
1	49,73	5,74	2,37	42,17	50,27
2	56,56	6,53	2,69	34,23	43,44
3	57,21	6,60	2,72	33,47	42,79
4	52,13	6,02	2,48	39,37	47,87

Pode-se observar na Tabela 11, que o rendimento apresentou aumento conforme aumentou o diâmetro entre as classes 1, 2 e 3. Porém, como no caso do cedrinho, o rendimento na classe 4 diminuiu, ficando abaixo das classes 2 e 3. O mesmo aconteceu com os valores dos resíduos em serragem na serra fita, serra circular e outros resíduos, ou seja, conforme aumentou o rendimento diminuiu a porcentagem em resíduos, não acontecendo na classe 4, seguindo a mesma tendência do cedrinho (*E. uncinatum*) (Tabela 9).

Esse aumento na porcentagem total de resíduos na classe 4 aconteceu em função das duas espécies, cedrinho (*E. uncinatum*) e a itaúba (*M. itauba*), apresentarem nas toras de maior diâmetro uma incidência maior de defeitos, como ocos e podridões. Com isso, ocorreu uma maior quantidade de resíduos em refilos e costaneiras, aumentando a porcentagem na soma total de resíduos, o que já era esperado.

Pode-se observar na Tabela 12, que a espécie cambará apresentou rendimento superior às outras duas espécies, porém, não havendo diferença estatística entre o cedrinho e diferindo em relação à itaúba, a um nível de probabilidade de 95%. Essa diferença pode-se analisar no resultado total dos resíduos, onde o cambará comprovou ter uma perda menor que as demais espécies. O cedrinho estatisticamente, ficou igual ao cambará e igual a itaúba, mas teve uma redução percentual de (6%) em relação à itaúba, demonstrando que esta espécie, além de ter menor rendimento em madeira serrada teve uma maior perda na soma total dos resíduos.

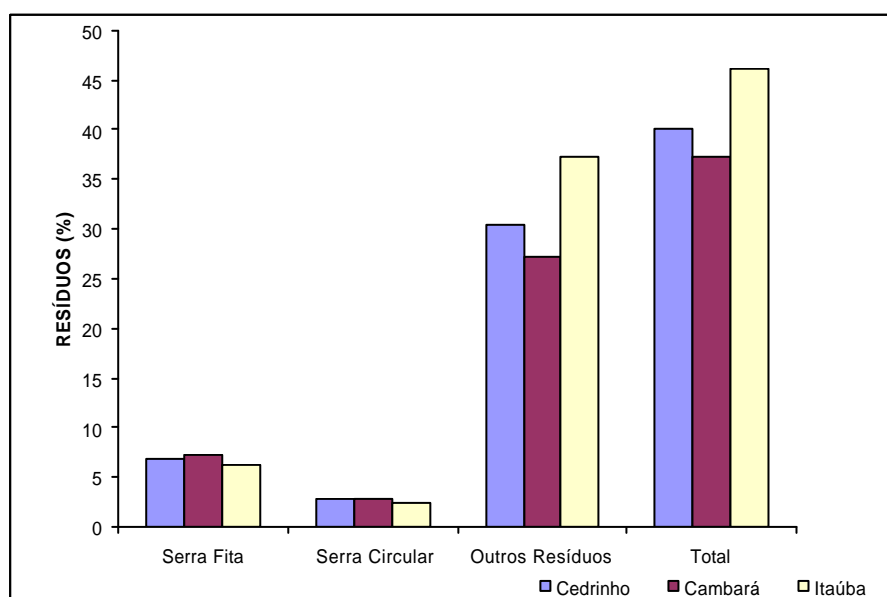
Observou-se que a espécie itaúba apresentou uma menor perda na serra fita e serra circular, comparando-se com as espécies cedrinho e cambará, mas apresentou uma maior quantidade de outros resíduos, ou seja, na forma de retilos, costaneiras e destopos. Isto ocorreu tendo em vista que as toras dessa espécie apresentarem incidências de ocos, conseqüentemente ocorrendo maior perda em outros resíduos. Desta forma, analisando-se as diferenças estatísticas, pode-se dizer que em termos de rendimento, as espécies cambará e cedrinho apresentaram melhores resultados e a itaúba os piores.

TABELA 12. COMPARATIVO ENTRE RENDIMENTO (%), RESÍDUOS DE SERRA FITA (%), SERRA CIRCULAR (%), OUTROS RESÍDUOS (%) E O TOTAL DE RESÍDUOS (%) MÉDIOS, ENTRE AS ESPÉCIES DE CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)

Espécie	Rendimento em madeira Serrada (%)	Volume de Resíduos (%)			Total de Resíduos
		Serragem (serra fita)	Serragem (serra circular)	Outros resíduos	
Cedrinho	<b>59,83</b> a	<b>6,90</b> a	<b>2,85</b> a	<b>30,41</b> ab	<b>40,17</b>
Cambará	<b>62,63</b> a	<b>7,22</b> a	<b>2,98</b> a	<b>27,16</b> a	<b>37,37</b>
Itaúba	<b>53,90</b> b	<b>6,22</b> b	<b>2,56</b> b	<b>37,31</b> b	<b>46,10</b>

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

FIGURA 14. GRÁFICO DE RESÍDUOS EM SERRA FITA, SERRA CIRCULAR E OUTROS RESÍDUOS ENTRE AS ESPÉCIES DE CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)





Pode-se verificar na Figura 14, que a maior perda em outros resíduos ocorreu na espécie itaúba e a menor no cambará, porém esta espécie apresentou maior formação de resíduos na forma de serragem, tanto na serra fita como na serra circular. A itaúba, na soma total dos resíduos alcançou 46,09%, quase dez pontos percentuais acima da espécie cambará que teve a menor perda (37,37%), demonstrando para fins de aproveitamento em rendimento, ser uma espécie melhor que as demais.

### 5.3 EFICIÊNCIA NA SERRARIA

#### 5.3.1 CEDRINHO (*E. uncinatum*)

Na Tabela 13 são apresentados os resultados de eficiência, juntamente com os rendimentos, para as 4 classes diamétricas de toras da espécie Cedrinho (*E. uncinatum*), com 5 toras em cada classe.

TABELA 13. RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M<sup>3</sup>/OPERÁRIO/TURNO) MÉDIOS POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ESPÉCIE CEDRINHO (*E. uncinatum*)

Classe	Rendimento %	Eficiência m <sup>3</sup> /operário/turno
1	57,30 a	0,4450 c
2	60,52 a	0,5045 cb
3	62,40 a	0,5845 ba
4	59,12 a	0,6550 a
Média Geral	59,83	0,54,72

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 13, que nesta espécie a média de rendimento entre as quatro classes aproximou-se de 60%. Pode-se verificar também, que não houve diferenças estatísticas a um nível de 95% de probabilidade, tendo em vista a variabilidade existente entre as toras dentro das classes. Porém, observa-se que a eficiência apresentou diferença estatisticamente significativa entre as classes, sendo: classes 1 e 2 estatisticamente iguais, classe 3, diferente da classe 1, mas igual às classes 2 e 4 e, por sua vez, a classe 4 sendo estatisticamente igual à classe 3 (Anexo 2). Em valores absolutos, pode-se observar que houve

um aumento gradativo conforme o aumento do volume das toras nas classes diamétricas, totalizando uma eficiência média de 0,5472 m<sup>3</sup>/operário/turno, onde a classe 4 mostrou-se a de maior performance.

Pode-se dizer que, para esta espécie, dentro da amplitude diamétrica estudada e para as condições de desdobro utilizadas, quanto maior o diâmetro, maior é a produtividade da serraria. Porém, ao se selecionar a classe 4, que em termos de eficiência foi a mais produtiva, haverá uma perda em rendimento, tendo em vista que a classe 3 apresentou o melhor rendimento. Como nesta pesquisa, não foi realizado um estudo econômico, visando a determinação da influência do rendimento e da eficiência nos custos de produção, pode-se afirmar que, no caso do cedrinho, as classe 3 e 4 apresentaram os melhores resultados.

### 5.3.2 CAMBARÁ (*Q. albiflora*)

Na Tabela 14 são apresentados os resultados para as 4 classes diamétricas de toras da espécie Cambará (*Q. albiflora*), com 5 toras em cada classe, com seus respectivos rendimentos e eficiências.

TABELA 14. RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M<sup>3</sup>/OPERÁRIO/TURNO) MÉDIOS POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ESPÉCIE CAMBARÁ (*Q. albiflora*)

Classe	Rendimento %	Eficiência m <sup>3</sup> /operário/turno
1	59,18 a	0,3611 c
2	62,69 a	0,4540 b
3	63,37 a	0,5520 a
4	65,29 a	0,5633 a
Média Geral	62,63	0,4826

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 14 que, em relação à eficiência, ocorreu o mesmo comportamento observado para o cedrinho, ou seja, esta aumentou de acordo com o aumento dos diâmetros das toras. Através da análise estatística pode-se observar que as classes 1, 2 e 3 diferiram a uma probabilidade de 95% (Anexo 3). Já a classe 4, apesar de apresentar uma

eficiência levemente superior à classe 3, não diferiu desta a um nível de probabilidade de 95%. Pode-se verificar ainda, que as classes 3 e 4 apresentaram resultados superiores à média.

Mesmo com rendimentos sem diferença estatística significativa, a classe 4 apresentou um rendimento maior, com quase dois pontos percentuais acima da classe 3, com uma eficiência maior. Portanto, pode-se dizer que para a espécie cambará, tanto em termos de eficiência como em termos de rendimento, obtém-se melhores resultados desdobrando-se toras de maiores diâmetros.

### 5.3.3 ITAÚBA (*M. itauba*)

Na Tabela 15 são apresentados os resultados para as 4 classes diamétricas de toras da espécie Itaúba (*M. itauba*), com 5 toras em cada classe, com suas respectivas eficiências.

TABELA 15. RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M<sup>3</sup>/OPERÁRIO/TURNO) MÉDIOS POR CLASSE DIAMÉTRICA DA ESPÉCIE ITAÚBA (*M. itauba*)

Classe	Rendimento %	Eficiência m <sup>3</sup> /operário/turno
1	49,73 a	0,2824 c
2	56,56 a	0,4455 b
3	57,21 a	0,4717 b
4	52,13 a	0,5634 a
Média Geral	53,90	0,4407

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Como para as espécies cedrinho e cambará, a itaúba apresentou a tendência da eficiência aumentar com o aumento dos diâmetros das toras. Através da análise estatística, confirmou-se que as duas classes intermediárias (2 e 3) não diferiram entre si, porém foram diferentes das classes 1 e 4, que por sua vez, também foram diferentes, a um nível de 95% de probabilidade (Tabela 15, Anexo 4).

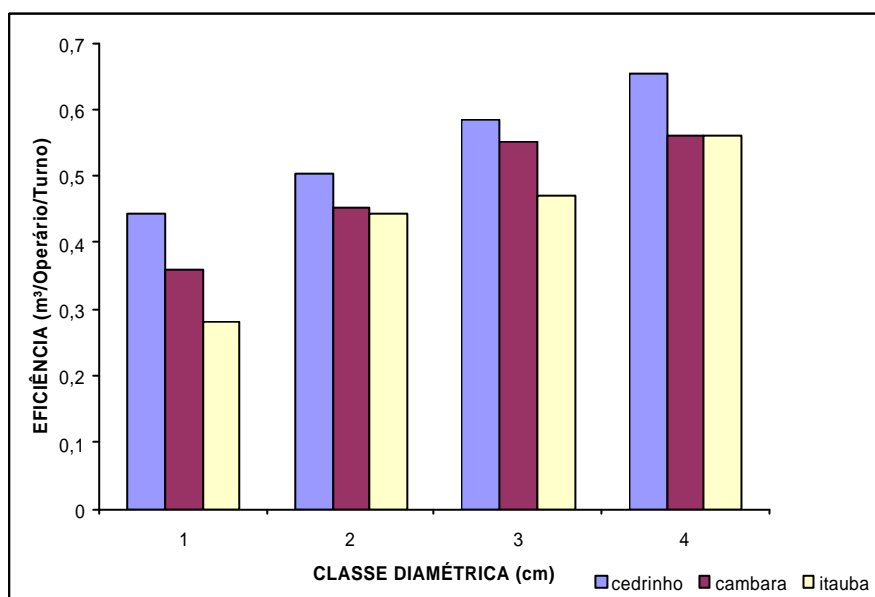
Pode-se observar também, que a classe 1 apresentou uma eficiência bem inferior às demais classes, sendo responsável pela redução da média (Tabela 15).

Na escolha da melhor classe a se desdobrar desta espécie, não se tem claramente uma resposta, como no caso do cambará. Pois, analisando-se o rendimento, mesmo sem diferença

estatística, a classe 3 apresentou melhor performance. Porém, quando se compara a eficiência, a classe 4 apresenta um melhor resultado, inclusive, diferindo estatisticamente da classe 3. Desta forma, para se decidir sobre a melhor classe seria necessário uma análise de custos, a fim de se identificar qual fator de maior influência, rendimento ou eficiência.

Observa-se na Figura 15, que a espécie cedrinho teve um melhor resultado para todas as classes em comparação com as demais espécies. A espécie cambará apresentou um bom resultado, mas ficou abaixo da espécie cedrinho. Com os menores valores de eficiência, ficou a espécie itaúba. Isto ocorreu em função de que esta espécie, com densidade mais elevada que as demais, exige velocidades de avanço menores e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade.

FIGURA 15. GRÁFICO DA EFICIÊNCIA POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)



#### 5.4 COMPARATIVO ENTRE ESPÉCIES

Na Tabela 16 são apresentados os resultados de rendimento e eficiência, como um comparativo entre as 3 espécies.

TABELA 16 MÉDIA COMPARATIVA EM RENDIMENTO (%) E EFICIÊNCIA (M<sup>3</sup>/OPERÁRIO/TURNO)

Espécie	Classe	Rendimento %	Eficiência m <sup>3</sup> /operário/turno
Cedrinho	-	59,83 a	0,5472 a
Cambará	-	62,63 a	0,4826 b
Itaúba	-	53,90 b	0,4407 c
Média Geral		57,96	0,4902

Médias seguidas da mesma letra, não diferenciam estatisticamente, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 16, que o rendimento apresentou diferença estatisticamente significativa a um nível de probabilidade de 95% (Anexo 6). Pode-se observar que o cambará mesmo apresentando um rendimento médio quase três pontos percentuais acima da média do cedrinho, não diferiu estatisticamente desta espécie. Em contrapartida, a itaúba foi à única espécie com rendimento médio abaixo da média geral das espécies, diferindo estatisticamente das demais. Desta forma, analisando-se sob o aspecto rendimento, pode-se dizer que a espécie cambará foi a que melhor desempenho teve, seguindo uma tendência de aumentar o rendimento em função do aumento da classe diamétrica. Já o cedrinho e a itaúba apresentaram rendimentos mais baixos na classe superior, onde o rendimento médio desta só foi superior à classe de menores diâmetros para as duas espécies. Isto se deve à característica de ambas as espécies apresentarem defeitos como rachaduras e ataques por fungos e insetos nas toras de maiores diâmetros.

Através de levantamento realizado na região sobre os preços médios de mercado da madeira serrada, verificou-se que as espécies cedrinho, cambará e itaúba são vendidas por R\$ 450,00/m<sup>3</sup>, R\$ 320,00/m<sup>3</sup> e R\$ 700,00/m<sup>3</sup>, respectivamente. Possivelmente, o menor rendimento da itaúba seja compensado pelo maior valor de mercado. Porém, para tal confirmação, seria necessária uma análise de custos de produção, o que é muito específico para cada serraria, a fim de se confirmar tal hipótese.

Em relação à eficiência, observa-se que as três espécies diferiram estatisticamente, a um nível de probabilidade de 95% (Anexo 7). A eficiência média (0,4902 m<sup>3</sup>/operário/turno),

comparada com outros tipos de serrarias mais automatizadas e com madeira de reflorestamento, é muito baixa, pois segundo Rocha (2002), no Brasil, pode-se obter eficiências entre 20 e 50 m<sup>3</sup>/operário/dia em serrarias com elevado nível de automação. Segundo o mesmo autor, é média no Brasil, uma eficiência entre 5 e 10 m<sup>3</sup>/operário/dia, mas para a região amazônica, tendo em vista, principalmente as características da matéria prima e das serrarias, a média é de 0,3 m<sup>3</sup>/operário/dia. Portanto, os valores obtidos para as três espécies estão dentro das características normais da região (Tabela 17).

Pode-se observar que entre as classes, a eficiência teve uma diferença estatística significativa (Anexo 7), onde a mesma variou de 0,2824 m<sup>3</sup>/operário/turno, para as toras de maiores diâmetros da itaúba, até 0,6550 m<sup>3</sup>/operário/turno, para as toras de maiores diâmetros do cedrinho.

FIGURA 16 RENDIMENTO MÉDIO DAS ESPÉCIES CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)

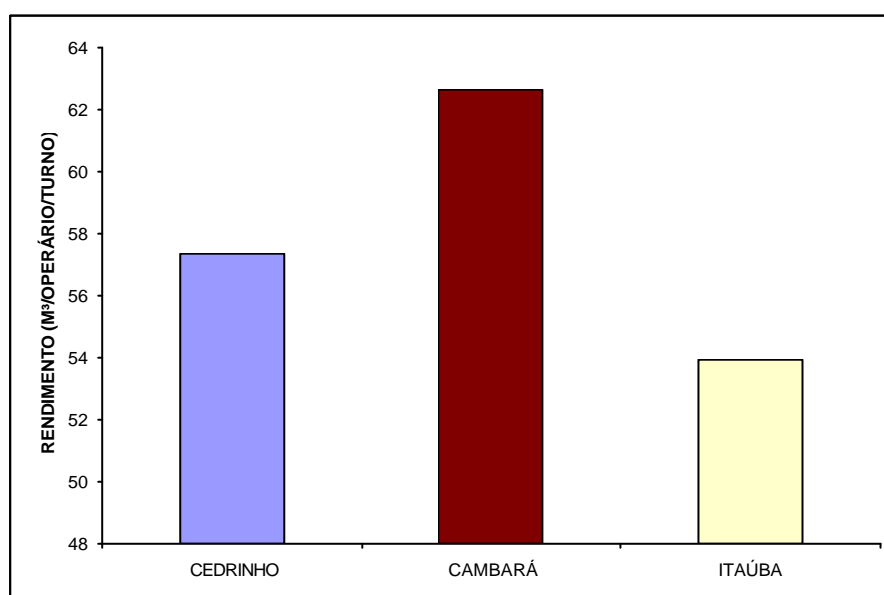
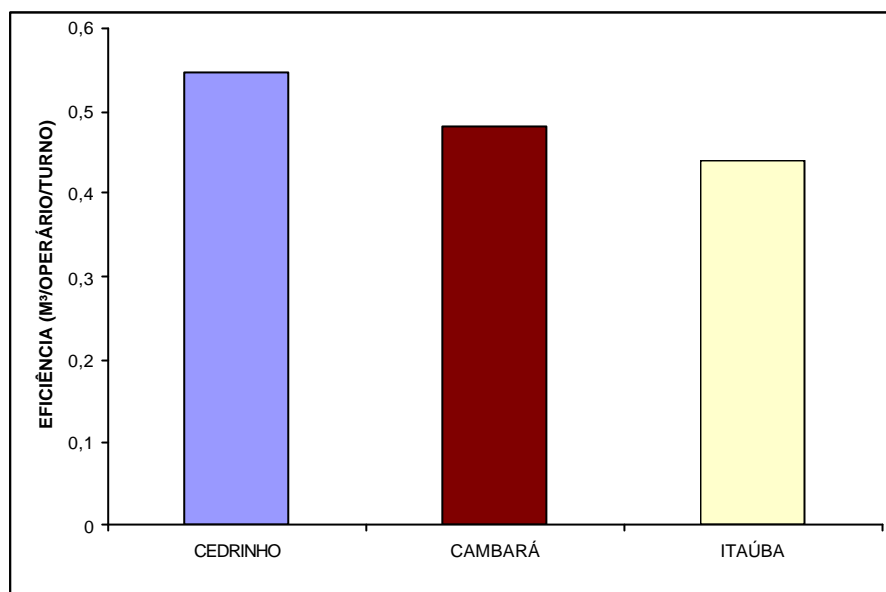


FIGURA 17 EFICIÊNCIA MÉDIA DAS ESPÉCIES CEDRINHO (*E. uncinatum*), CAMBARÁ (*Q. albiflora*) E ITAÚBA (*M. itauba*)



Na Figura 17, observa-se que o cedrinho foi à espécie de melhor eficiência e o cambará, a de melhor rendimento (Figura 16). Porém, não se pode desconsiderar os valores de compra das toras e de venda da madeira serrada, o que pode colocar a itaúba como a melhor espécie a ser desdobrada, em termos econômicos, mesmo apresentando resultados inferiores às outras duas espécies em relação à eficiência e ao rendimento em madeira serrada. Isto demonstra que essa espécie é de maior dificuldade no seu desdobro em serraria, o que numa situação de grande produção pode gerar grandes diferenças, porém podendo compensar com o maior valor de mercado da madeira serrada.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho permitem concluir que:

- a) As espécies cedrinho, cambará e itaúba não apresentaram diferenças estatísticas nos rendimentos obtidos entre as quatro classes diamétricas estudadas.
- b) No caso do cedrinho e da itaúba, a classe de maiores diâmetros apresentou tendência de queda de rendimento em função da ocorrência de defeitos nas toras.
- c) Para a espécie cambará, houve uma tendência de aumento no rendimento de acordo com a elevação da classe diamétrica.
- d) A espécie cambará mesmo não apresentando diferença estatística com o cedrinho foi a que obteve o melhor rendimento em valores absolutos para madeira serrada.
- e) A espécie itaúba foi a que apresentou menores resultados em valores absolutos para rendimento de madeira serrada.
- f) Em termos de geração de resíduos a itaúba apresentou menor volume de serragem das demais espécies e maior volume de outros resíduos.
- g) A espécie itaúba, apresentou menores índices de rendimento das demais espécies e, conseqüentemente, foi a que apresentou a maior geração de resíduos totais durante as operações de desdobro.
- h) Em termos de eficiência, as três espécies estudadas apresentaram melhores resultados na classe de maiores diâmetros.
- i) Para o cambará, a classe 4 foi a de melhor performance, tanto em termos de rendimento em madeira serrada como em termos de eficiência.
- j) No caso do cedrinho e da itaúba, não foi possível se determinar, entre as classes 3 e 4, qual a de melhor performance tendo em vista que o rendimento foi maior na classe 3 e a eficiência foi maior na classe 4.

Em função das conclusões obtidas, recomenda-se:

- a) A realização de estudos de rendimento e eficiência para outras espécies tropicais de uso comercial.
- b) Como no caso do cedrinho e da itaúba, onde a maior classe diamétrica apresentou rendimento inferior a classes de menores diâmetros, devido a defeitos nas toras, porém com maior eficiência, é necessária uma análise de custos, a fim de se determinar qual das duas variáveis tem maior importância na composição dos custos para madeira serrada.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI - ESTUDO SETORIAL 2003 Produtos de Madeira Sólida.

ABINCI – Associação Brasileira da Indústria de madeira Processada.  
<http://www.abimci.com.br/> acessado em 28 de junho de 2005.

AIMEX – Associação das Industrias Exportadoras de Madeiras do Estado do Pará.  
<http://www.aimex.com.br/estat.html> acessado em 28 de junho de 2005.

ANGELO, H; HOSOKAWA, R. T.; BERGER, R.; CASTRO, L. H. R. Análise Econômica da Indústria de Madeiras Tropicais: O caso do Pólo de Sinop, MT. **Ciência Florestal**, v, 14, n. 2 p.91-101, 2005.

BARBOSA, A. P. et al. **Consideração sobre o Perfil Tecnológico do Setor Madeireiro na Amazônia Central**, 2001

BARBOSA, R. I. Análise do setor madeireiro do estado de Roraima. **Acta amazônica**, Manaus, v.20, n9,p.193-209, 1990.

BIASI, C. P. **Avaliação do rendimento em madeira serrada, eficiência e custos em serraria de Pinus spp.** Canoinhas 1998 Monografia (Curso de Engenharia Florestal) – UnC – Universidade do Contestado.

BRAND, M. A; MUÑIZ, G. I. B.; SILVA, D. A.; KLOCK, U. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. **Floresta**. V. 32, n.2, p. 247-259, 2002.

CAMARGOS, J. A. A. et al. **Catálogo de Árvores do Brasil**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Laboratório de Produtos Florestais, Brasília: ed. IBAMA: 2001.

CASTRO, P. R. S.; NASCIMENTO, C. C.; ARAÚJO, R. D. **XIII Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq/FAPEAM/INPA**. Manaus-AM: 2004.

CARMO, J. F. **Influência da geometria dos dentes das Lâminas de serra-fita na qualidade e produtividade da madeira serrada**. Seropédica RJ 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Centro de Tecnologia Madeireira. **Rendimento em serraria de trinta espécies de madeiras amazônicas**. Belém, SUDAM: 1981.

CERTIFICAÇÃO FLORESTAL. FSC – SECR - 0030.

Diagnóstico do Sub-setor Madeireiro do Estado do Amazonas. Edição SEBRAE, Manaus. 1993.

FONTES, P. J. P. **Auto-suficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos**. Curitiba 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

FRUHWALD, A. **Seminário de utilização de madeiras tropicais de povoamento naturais e artificiais na indústria madeireira moderna**. Curitiba - PR: FUPEF, 1978.

GERWING, J... et al.. **Rendimento no Processamento de Madeiras no Estado do Pará**. Série **Amazônia N° 18**. Belém: AMAZON: 2000.

HUMMEL, A. C. et al. **Diagnóstico do Sub-setor Madeireiro do Estado do Amazonas**. Edição SEBRAE, Manaus. 1993.

HUMMEL, A. C. et al. **Diagnóstico do Sub-setor Madeireiro do Estado do Amazonas**. Edição SEBRAE, Manaus. 1994.

[http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/meio\\_ambiente/qualidade\\_ambiente/madeira](http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/meio_ambiente/qualidade_ambiente/madeira)  
Acesso em 05 de abril de 2005.

IBDF, DPq-LPF. **Madeiras da Amazônia, Características e Utilização**; estação Experimental de Curuá-Uma. Amazonian Timbers, Characteristics and Utilization; Curuá-Uma Experimental Forest Station. Brasília: 1998.

IBGE/Cidades – disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) Acesso em 04 de abril de 2005.

**Instalação e Funcionamento de serrarias na Região Amazônica**. Manaus – AM, 1985.

IWAKIRI, S. CPPF - Centro de Pesquisa de Produtos Florestais, Série Técnica n° 08 Sobre a LIMA, J. C. de. **custos (Cálculos, Sistemas e Análise)**. 2ª Edição, Editora Atlas.

JANKOWSKY, I. P. **Madeiras brasileiras**, Caxias do Sul - RS: Spectrum, 1990.

LENTINI, M; VERRÍSSIMO, A; SOBRAL, L. **Fatos Florestais da Amazônia 2003**. Belém: Imazon, 2003.

LENTINI, M. et al. **Fastos Florestais da Amazônia 2003**, Belém: Imazon, 110p, 2003.

LENTINI, M. et al. **A Expansão madeireira na Amazônia**: revista da madeira, Ano 14, n° 91 p.24-28, 2005.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed., Vol. 1. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed., Vol. 2. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998.

MARQUES, M. H. B... et al. **Madeiras da Amazônia**: Características e utilização Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997 Volume III – Amazônia Oriental.

MENDES, L. M. et al. **Energia a partir de resíduos florestais**: Revista da Madeira. Edição nº 85 - ano 14 - Novembro de 2004

MERCOESTE. **Perfil Competitivo do Estado de Mato Grosso – Projeto Alavancagem do Mercoeste**. SENAI: Brasília, DF. 2002.

MOURA, L. A. A. de. **Economia Ambiental: Gestão de Custos e Investimentos**. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira. 2000.

MOURA, R. G.; PEREIRA, M. M.; MENDOZA, Z. M. S. H. **IX Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estrutura de Madeira**. Cuiabá: Julho de 2004.

MURARA JUNIOR, M. I. **Desdobro de toras de pinus utilizando diagramas de corte para diferentes classes diamétricas**. Dissertação – Mestrado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 66p.

NOGUEIRA, M. C. J. A. et al. Indicação e aplicação do Angelim Pedra e Itaúba na construção civil – disponível em: [www.remade.com.br](http://www.remade.com.br) Acesso em 05 de abril de 2005.

OLIVEIRA, A. D. de et al. **Viabilidade Econômica de Serrarias que Processam Madeiras Florestais Nativas – O Caso do Município de Jarú, Estado de Rondônia**. CERNE, v. 9, N.1, p.001-015, 2003.

PEIXOTO, C. D.; IWAKIRI, S. **Dados e índices da indústria madeireira do estado do Amazonas**. Manaus: INPA/CPPF, 1984. 32 p. (Série Técnica, 4).

Portal Sinop – disponível em: <http://www.sinop.com.br> Acesso em 04 de abril de 2005.

REIS, M. S. Mesa Redonda Internacional, Oportunidade e Limitações para o Desenvolvimento da Indústria Baseada em Madeiras Tropicais na América Latina. 20-23 fevereiro, 1989. Brasília DF.

REYMÃO, A. E. N.; GASPARETTO, O. Recursos para o desenvolvimento sustentável. **Revista da Madeira**. Ano 15, n.87, p. 04-06, 2005.

ROCHA, M. P. Técnicas e Planejamento em Serrarias – edição revisada e ampliada. **Fupec – Série didática nº 02/01**. Curitiba, 2002. 121p

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias**. Tese – Doutorado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2000. 185p.

SCHNEIDER, R. R. et al. **Amazônia sustentável**: Limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural. Brasília: Banco Mundial; Belém: Imazon, 2000.

SILVA, J. N. M.. **Manejo Florestal**, Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA). 3 ed., rev. e aum., Brasília DF, 2001.

SOUZA, M. H. de. Incentivo ao uso de novas madeiras para a fabricação de móveis. 2 ed. Brasília: IBAMA: 1998.

TEREZO, E. F. M; OLIVEIRA, M. V. M. Comercialização de Produtos Madeireiros da Amazônia, 1999-2000. Brasília: ed. IBAMA: 2002.

TUSET, R; DURAN. F. Manual de Madeiras Comerciales, equipos Y Procesos de Utilizacion. Montevideo Uruguay, 1979.

VENTOMME, P; PEIXOTO, R. C. D. **Importância do Setor Florestal Nas exportações brasileiras com ênfase na participação da Amazônia.** Manaus: CPPF, 1985. (Série Técnica 6)

VIANNA NETO, J. A. A. Considerações básicas sobre o desdobro de *Pinus* sp. **Silvicultura**, São Paulo, v.9, n. 34, p.15-23, 1984.

TEREZO, E. F. M.; OLIVEIRA, M. V. M. Comercialização de produtos madeireiros da Amazônia. Brasília, DF. Edições IBAMA. 90 p. 2002.

TONINI, H.; ANTONIO, L. M. M. F. Comunicado Técnico 07. ISSN 0102-099 Novembro, 2004 Boa Vista, RR.

WIPIESKI, C. J.; LOPES, F. S.; JUNIOR, R. O., SISCORTE: uma ferramenta de otimização de serrarias. **STCP Informativo**. n.6, p. 22-25, 2002.

**ANEXOS**

## ANEXO 1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO VOLUME BRUTO DE TORAS DAS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA.

### Análise de variância para o volume bruto de toras – soma de quadrados tipo III

Fonte	Soma de Quadrados	Gl	Quadrado médio	Valor -F	Valor-P
<b>EFEITO PRINCIPAL</b>					
A:Espécie	0,0172142	2	0,00860709	2,47	0,0937
B:Classe	3,75602	3	1,25201	360,01	0,0000
<b>RESIDUAL</b>	0,187795	54	0,00347769		
<b>TOTAL (CORRIGIDO)</b>	3,96103	59			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

### Tabela de médias para o volume bruto de toras com 95% de intervalo de confiança

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
<b>MÉDIA GERAL</b>	60	0,346347			
<b>Espécie</b>					
CAMBARÁ	20	0,379505	0,0132705	0,352899	0,406111
CEDRINHO	20	0,356608	0,0132705	0,330002	0,383214
ITAÚBA	20	0,302929	0,0132705	0,276323	0,329535
<b>Classe</b>					
A	15	0,156658	0,0153235	0,125936	0,18738
B	15	0,270773	0,0153235	0,240051	0,301494
C	15	0,395396	0,0153235	0,364674	0,426118
D	15	0,562563	0,0153235	0,531841	0,593284

### Teste de médias para o volume bruto de toras por espécie

Metodo: Tukey HSD 95,0%			
Espécie	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
ITAÚBA	20	0,302929	X
CEDRINHO	20	0,356608	X
CAMBARÁ	20	0,379505	X
Contraste		Diferença	+/- Limites
CAMBARÁ - CEDRINHO		0,022897	0,0452332
CAMBARÁ - ITAÚBA		*0,076576	0,0452332
CEDRINHO - ITAÚBA		*0,053679	0,0452332

\*Denota uma diferença estatística significativa

### Teste de médias para o volume bruto de toras por classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%			
Classe	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
A	15	0,28026	X
B	15	0,448247	X
C	15	0,64894	X
D	15	0,952113	X
Contraste		Diferença	+/- Limites
A - B		*-0,167987	0,0570854
A - C		*-0,36868	0,0570854
A - D		*-0,671853	0,0570854
B - C		*-0,200693	0,0570854
B - D		*-0,503867	0,0570854
C - D		*-0,303173	0,0570854

\* Denota uma diferença estatística significativa

## ANEXO 2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E EFICIÊNCIA PARA A ESPÉCIE CEDRINHO

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas – soma de quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:CLASSE	70,0239	3	23,3413	0,68	0,5789
RESIDUAL	551,903	16	34,494		
TOTAL (corrigido)	621,927	19			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

Tabela de médias para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	20	59,838			
CLASSE					
A	5	57,304	2,62656	51,7359	62,8721
B	5	60,524	2,62656	54,9559	66,0921
C	5	62,406	2,62656	56,8379	67,9741
D	5	59,118	2,62656	53,5499	64,6861

Teste de médias para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%

Especie	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
A	5	57,304	X
D	5	59,118	X
B	5	60,524	X
C	5	62,406	X

Contraste	Diferença	+/- Limites
A - B	-3,22	10,6322
A - C	-5,102	10,6322
A - D	-1,814	10,6322
B - C	-1,882	10,6322
B - D	1,406	10,6322
C - D	3,288	10,6322

Análise de variância para a eficiência entre classes diamétricas – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:CLASSE	0,126451	3	0,0421502	18,72	0,0000
RESIDUAL	0,0360202	16	0,00225127		
TOTAL (CORRIGIDO)	0,162471	19			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

## Tabela de médias para a eficiência entre classes diamétricas

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	20	0,547255			
CLASSE					
A	5	0,44498	0,0212192	0,399997	0,489963
B	5	0,5045	0,0212192	0,459517	0,549483
C	5	0,58452	0,0212192	0,539537	0,629503
D	5	0,65502	0,0212192	0,610037	0,700003

## Teste de médias para a eficiência entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%			
Especie	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
A	5	0,44498	X
B	5	0,5045	XX
C	5	0,58452	XX
D	5	0,65502	X

Contraste	Diferença	+/-	Limites
A - B	-0,05952	0,0858941	
A - C	*-0,13954	0,0858941	
A - D	*-0,21004	0,0858941	
B - C	-0,08002	0,0858941	
B - D	*-0,15052	0,0858941	
C - D	-0,0705	0,0858941	

\* Denota uma diferença estatística significativa

## ANEXO 3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E EFICIÊNCIA PARA A ESPÉCIE CAMBARÁ

## Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas – soma de quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:CLASSE	97,8254	3	32,6085	1,54	0,2419
RESIDUAL	338,076	16	21,1298		
TOTAL (CORRIGIDO)	435,902	19			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

## Tabela de médias para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	20	62,6325			
CLASSE					
A	5	59,176	2,05571	54,8181	63,5339
B	5	62,694	2,05571	58,3361	67,0519
C	5	63,368	2,05571	59,0101	67,7259
D	5	65,292	2,05571	60,9341	69,6499



### Teste de médias para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%			
Especie	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
A	5	59,176	X
B	5	62,694	X
C	5	63,368	X
D	5	65,292	X

Contraste	Diferença	+/- Limits
A - B	-3,518	8,32142
A - C	-4,192	8,32142
A - D	-6,116	8,32142
B - C	-0,674	8,32142
B - D	-2,598	8,32142
C - D	-1,924	8,32142

### Análise de variância para a eficiência entre classes diamétricas – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:CLASSE	0,134572	3	0,0448573	31,20	0,0000
RESIDUAL	0,023007	16	0,00143794		
TOTAL (CORRIGIDO)	0,157579	19			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

### Tabela de médias para a eficiência entre classes diamétricas

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	20	0,482615			
CLASSE					
A	5	0,3611	0,0169584	0,32515	0,39705
B	5	0,45402	0,0169584	0,41807	0,48997
C	5	0,552	0,0169584	0,51605	0,58795
D	5	0,56334	0,0169584	0,52739	0,59929

### Teste de médias para a eficiência entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%			
Especie	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
A	5	0,3611	X
B	5	0,45402	X
C	5	0,552	X
D	5	0,56334	X

Contraste	Diferença	+/- Limites
A - B	*-0,09292	0,0686468
A - C	*-0,1909	0,0686468
A - D	*-0,20224	0,0686468
B - C	*-0,09798	0,0686468
B - D	*-0,10932	0,0686468
C - D	-0,01134	0,0686468

\*Denota uma diferença estatística significativa

#### ANEXO 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E EFICIÊNCIA PARA A ESPÉCIE ITAÚBA

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas – soma de quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:CLASSE	192,541	3	64,1803	1,69	0,2097
RESIDUAL	608,493	16	38,0308		
TOTAL (CORRIGIDO)	801,034	19			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

Tabela de médias para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	20	53,906			
CLASSE					
A	5	49,728	2,75793	43,8814	55,5746
B	5	56,556	2,75793	50,7094	62,4026
C	5	57,206	2,75793	51,3594	63,0526
D	5	52,134	2,75793	46,2874	57,9806

Teste de médias para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%			
Especie	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
A	5	49,728	X
D	5	52,134	X
B	5	56,556	X
C	5	57,206	X
Contraste			
		Diferença	+/- Limites
A - B		-6,828	11,164
A - C		-7,478	11,164
A - D		-2,406	11,164
B - C		-0,65	11,164
B - D		4,422	11,164
C - D		5,072	11,164

Análise de variância para a eficiência entre classes diamétricas – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:CLASSE	0,205453	3	0,0684844	42,99	0,0000
RESIDUAL	0,0254865	16	0,00159291		
TOTAL (CORRIGIDO)	0,23094	19			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

## Tabela de médias para a eficiência entre classes diamétricas

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	20	0,44079			
CLASSE					
A	5	0,28246	0,0178488	0,244622	0,320298
B	5	0,44554	0,0178488	0,407702	0,483378
C	5	0,47172	0,0178488	0,433882	0,509558
D	5	0,56344	0,0178488	0,525602	0,601278

## Teste de médias para a eficiência entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%			
Especie	Obs.	LS Média	Grupos homogêneos
A	5	0,28246	X
B	5	0,44554	X
C	5	0,47172	X
D	5	0,56344	X

Contraste	Diferença	+/- Limites
A - B	*-0,16308	0,0722512
A - C	*-0,18926	0,0722512
A - D	*-0,28098	0,0722512
B - C	-0,02618	0,0722512
B - D	*-0,1179	0,0722512
C - D	*-0,09172	0,0722512

\*Denota uma diferença estatística significativa

## ANEXO 5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESÍDUOS GERADOS NAS SERRAS DE FITA, SERRA CIRCULAR E OUTROS RESÍDUOS, ENTRE AS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA E ENTRE CLASSES DIAMÉTRICAS

## Análise de variância para os resíduos na serra fita – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:Especie	0,000822781	2	0,00041139	8,77	0,0005
B:Classe	0,0181422	3	0,00604741	128,98	0,0000
RESIDUAL	0,00253189	54	0,0000468868		
TOTAL (CORRIGIDO)	0,0214969	59			

Todos os valores de F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

## Tabela de médias para os resíduos na serra fita

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	60	0,0399633			
Especie					
CAMBARÁ	20	0,0437895	0,00153112	0,0407198	0,0468592
CEDRINHO	20	0,041147	0,00153112	0,0380773	0,0442167
ITAÚBA	20	0,0349535	0,00153112	0,0318838	0,0380232
Classe					
A	15	0,0180767	0,00176799	0,0145321	0,0216213
B	15	0,0312427	0,00176799	0,0276981	0,0347873
C	15	0,0456233	0,00176799	0,0420787	0,0491679
D	15	0,0649107	0,00176799	0,0613661	0,0684553

### Teste de médias para os resíduos na serra fita entre espécies

Metodo: Tukey HSD 95,0%

ITAÚBA	20	0,0349535	X
CEDRINHO	20	0,041147	X
CAMBARÁ	20	0,0437895	X

Contraste	Diferença	+/- Limites
CAMBARÁ - CEDRINHO	0,0026425	0,0052189
CAMBARÁ - ITAÚBA	*0,008836	0,0052189
CEDRINHO - ITAÚBA	*0,0061935	0,0052189

\* Denota uma diferença estatística significativa

### Teste de médias para os resíduos na serra fita entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%

A	15	0,0180767	X
B	15	0,0312427	X
C	15	0,0456233	X
D	15	0,0649107	X

Contraste	Diferença	+/- Limites
A - B	*-0,013166	0,00662834
A - C	*-0,0275467	0,00662834
A - D	*-0,046834	0,00662834
B - C	*-0,0143807	0,00662834
B - D	*-0,033668	0,00662834
C - D	*-0,0192873	0,00662834

\* Denota uma diferença estatística significativa

### Análise de variância para os resíduos na serra circular – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
<b>EFEITO PRINCIPAL</b>					
A:Espécie	0,000140107	2	0,0000700534	8,77	0,0005
B:Classe	0,00308974	3	0,00102991	128,95	0,0000
RESIDUAL	0,000431288	54	0,0000798682		
TOTAL (CORRIGIDO)	0,00366113	59			

Todos os valores F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

### Tabela de médias para os resíduos na serra circular

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
<b>MÉDIA GERAL</b>					
Espécie					
CAMBARÁ	20	0,0180725	0,000631934	0,0168055	0,0193395
CEDRINHO	20	0,016983	0,000631934	0,015716	0,01825
ITAÚBA	20	0,0144265	0,000631934	0,0131595	0,0156935
Classe					
A	15	0,00746133	0,000729695	0,00599838	0,00892429
B	15	0,012896	0,000729695	0,011433	0,014359
C	15	0,0188293	0,000729695	0,0173664	0,0202923
D	15	0,0267893	0,000729695	0,0253264	0,0282523

### Teste de médias para os resíduos na serra circular entre espécies

Metodo: Tukey HSD 95,0%

ITAÚBA	20	0,0144265	X
CEDRINHO	20	0,016983	X
CAMBARÁ	20	0,0180725	X

Contraste	Diferença	+/-	Limites
CAMBARÁ - CEDRINHO	0,0010895		0,00215398
CAMBARÁ - ITAÚBA	*0,003646		0,00215398
CEDRINHO - ITAÚBA	*0,0025565		0,00215398

\* Denota uma diferença estatística significativa

### Teste de médias para os resíduos na serra circular entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%

A	15	0,00746133	X
B	15	0,012896	X
C	15	0,0188293	X
D	15	0,0267893	X

Contraste	Diferença	+/-	Limites
A - B	*-0,00543467		0,00273569
A - C	*-0,011368		0,00273569
A - D	*-0,019328		0,00273569
B - C	*-0,00593333		0,00273569
B - D	*-0,0138933		0,00273569
C - D	*-0,00796		0,00273569

\* Denota uma diferença estatística significativa

### Análise de variância para outros resíduos – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	G1	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
<b>EFEITO PRINCIPAL</b>					
A:Espécie	0,0260286	2	0,0130143	6,05	0,0043
B:Classe	0,342921	3	0,114307	53,09	0,0000
RESIDUAL	0,116256	54	0,0021529		
TOTAL (CORRIGIDO)	0,485206	59			

Todos os valores F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

### Tabela de médias para os outros resíduos

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
<b>MÉDIA GERAL</b>					
	60	0,179593			
<b>Espece</b>					
CAMBARÁ	20	0,155514	0,0103752	0,134712	0,176315
CEDRINHO	20	0,176941	0,0103752	0,15614	0,197742
ITAÚBA	20	0,206325	0,0103752	0,185523	0,227126
<b>Classe</b>					
A	15	0,098074	0,0119803	0,074055	0,122093
B	15	0,133341	0,0119803	0,109322	0,15736
C	15	0,189099	0,0119803	0,16508	0,213118
D	15	0,297857	0,0119803	0,273838	0,321876

### Teste de médias para os outros resíduos entre espécies

Metodo: Tukey HSD 95,0%

CAMBARÁ	20	0,155514	X
CEDRINHO	20	0,176941	XX
ITAÚBA	20	0,206325	X

Contraste	Diferença	+/- Limites
CAMBARÁ - CEDRINHO	-0,0214275	0,0353643
CAMBARÁ - ITAÚBA	*-0,050811	0,0353643
CEDRINHO - ITAÚBA	-0,0293835	0,0353643

\* Denota uma diferença estatística significativa

### Teste de médias para os outros resíduos entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%

A	15	0,098074	X
B	15	0,133341	X
C	15	0,189099	X
D	15	0,297857	X

Contraste	Diferença	+/- Limites
A - B	-0,0352673	0,044915
A - C	*-0,0910253	0,044915
A - D	*-0,199783	0,044915
B - C	*-0,055758	0,044915
B - D	*-0,164516	0,044915
C - D	*-0,108758	0,044915

\* Denota uma diferença estatística significativa

## ANEXO 6. ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA ENTRE AS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA

### Análise de variância para o rendimento em madeira serrada – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:Espécie	794,331	2	397,166	13,45	0,0000
B:Classe	264,293	3	88,0976	2,98	0,0392
RESIDUAL	1594,57	54	29,5291		
TOTAL (CORRIGIDO)	2653,19	59			

Todos os valores F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

## Tabela de médias para o rendimento em madeira serrada

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	60	58,7922			
Especie					
CAMBARÁ	20	62,6325	1,21509	60,1964	65,0686
CEDRINHO	20	59,838	1,21509	57,4019	62,2741
ITAÚBA	20	53,906	1,21509	51,4699	56,3421
Classe					
A	15	55,4027	1,40307	52,5897	58,2157
B	15	59,9247	1,40307	57,1117	62,7377
C	15	60,9933	1,40307	58,1803	63,8063
D	15	58,848	1,40307	56,035	61,661

## Teste de médias para o rendimento em madeira serrada entre espécies

Metodo: Tukey HSD 95,0%

ITAÚBA	20	53,906	X
CEDRINHO	20	59,838	X
CAMBARÁ	20	62,6325	X
Contraste		Diferença	+/- Limites
CAMBARÁ - CEDRINHO		2,7945	4,1417
CAMBARÁ - ITAÚBA		*8,7265	4,1417
CEDRINHO - ITAÚBA		*5,932	4,1417

\* Denota uma diferença estatística significativa

## Teste de médias para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%

A	15	55,4027	X
D	15	58,848	XX
B	15	59,9247	XX
C	15	60,9933	X
Contraste		Diferença	+/- Limites
A - B		-4,522	5,26023
A - C		*-5,59067	5,26023
A - D		-3,44533	5,26023
B - C		-1,06867	5,26023
B - D		1,07667	5,26023
C - D		2,14533	5,26023

\* Denota uma diferença estatística significativa

## ANEXO 7. ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA EFICIÊNCIA ENTRE AS ESPÉCIES CEDRINHO, CAMBARÁ E ITAÚBA

### Análise de variância para a eficiência – soma dos quadrados tipo III

Fonte	Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-P
EFEITO PRINCIPAL					
A:Espécie	0,115079	2	0,0575397	28,94	0,0000
B:Classe	0,443613	3	0,147871	74,38	0,0000
RESIDUAL	0,107348	54	0,00198793		
TOTAL (CORRIGIDO)	0,66604	59			

Todos os valores F são baseados no Erro Residual do Quadrado Médio

### Tabela de médias para eficiência

Nível	Obs.	Média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
MÉDIA GERAL	60	0,49022			
Espécie					
CAMBARÁ	20	0,482623	0,00996977	0,462635	0,502611
CEDRINHO	20	0,547251	0,00996977	0,527263	0,567239
ITAÚBA	20	0,440786	0,00996977	0,420798	0,460774
Classe					
A	15	0,362853	0,0115121	0,339773	0,385934
B	15	0,468016	0,0115121	0,444936	0,491096
C	15	0,536081	0,0115121	0,513001	0,559162
D	15	0,593929	0,0115121	0,570849	0,61701

### Teste de médias para eficiência entre espécies

Metodo: Tukey HSD 95,0%

ITAÚBA	20	0,440786	X
CAMBARÁ	20	0,482623	X
CEDRINHO	20	0,547251	X
Contraste			
		Diferença	+/- Limites
CAMBARÁ - CEDRINHO		*-0,064628	0,0339824
CAMBARÁ - ITAÚBA		*0,041837	0,0339824
CEDRINHO - ITAÚBA		*0,106465	0,0339824

\* Denota uma diferença estatística significativa

### Teste de médias para eficiência entre classes diamétricas

Metodo: Tukey HSD 95,0%

A	15	0,362853	X
B	15	0,468016	X
C	15	0,536081	X
D	15	0,593929	X
Contraste			
		Diferença	+/- Limites
A - B		*-0,105163	0,0431598
A - C		*-0,173228	0,0431598
A - D		*-0,231076	0,0431598
B - C		*-0,0680653	0,0431598
B - D		*-0,125913	0,0431598
C - D		*-0,057848	0,0431598

\* Denota uma diferença estatística significativa