



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

IRALENE MARIA WANZELER GARCIA

**QUANTIFICAÇÃO E RENDIMENTO DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS PARA
MADEIRA SERRADA DA COPA DAS ÁRVORES PROVENIENTES DE
EXPLORAÇÃO FLORESTAL**

BELÉM

2011



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

IRALENE MARIA WANZELER GARCIA

**QUANTIFICAÇÃO E RENDIMENTO DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS PARA
MADEIRA SERRADA DA COPA DAS ÁRVORES PROVENIENTES DE
EXPLORAÇÃO FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de ecossistemas, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros

BELÉM

2011

Garcia, Iralene Maria Wanzeler

Quantificação e rendimento de resíduos aproveitáveis para madeira serrada da copa das árvores provenientes de exploração florestal , Iralene Maria Wanzeler Garcia. – Belém, 2011.

63 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.

1. *Manilkara huberi* – copa - resíduo 2. *Hymenaea courbaril* 3. Maçaramduba 4. Madeira serrada 5. Rendimento 6. Exploração madeireira I. Título.

CDD – 634.98



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

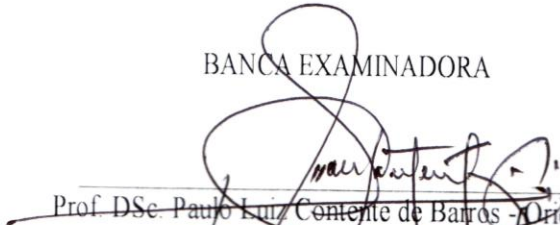
IRALENE MARIA WANZELER GARCIA

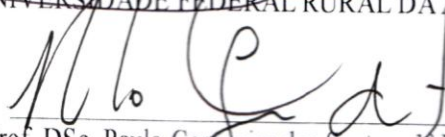
**QUANTIFICAÇÃO E RENDIMENTO DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS
PARA MADEIRA SERRADA DA COPA DAS ÁRVORES PROVENIENTES DE
EXPLORAÇÃO FLORESTAL**

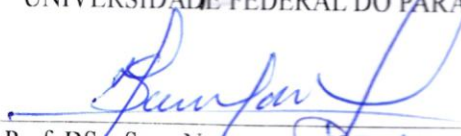
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de ecossistemas, para obtenção do título de Mestre.

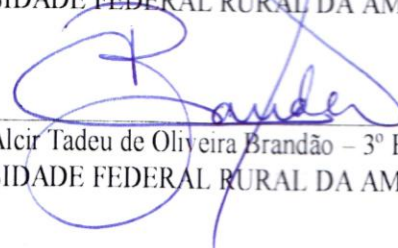
Aprovado em abril 2011.

BANCA EXAMINADORA


Prof. DSc. Paulo Luiz Contente de Barros - Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA


Prof. DSc. Paulo Cerqueira dos Santos - 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ


Prof. DSc. Sueo Numazawa - 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA


Prof. DSc. Alcir Tadeu de Oliveira Brandão - 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

*A Deus e aos meus pais, Nadilson Garcia e Maria Iraci Wanzeler.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente, agradeço a meu bom Deus por tudo, pelas forças pra que eu chegasse até o final, pela saúde, inspiração e por ter colocado pessoas tão boas na minha vida...
- ... a começar pelos meus pais, que sempre me incentivaram nas minhas escolhas, me conduzindo a trilhar um caminho certo, em especial a minha mãe que esteve em todos os momentos bons e ruins na minha vida me apoiando e me ajudando a superar os obstáculos;
- Aos meus queridos irmãos, Iradilson, Iranilza e Nadilcilene Wanzeler Garcia e minhas sobrinhas: Isabella e Anelise Ferreira pelo simples fato de existirem e por estarem do meu lado nos bons e maus momentos;
- Ao Professor Paulo Contente pela orientação e paciência em me ajudar na elaboração do trabalho;
- À CAPES pela concessão da bolsa;
- À coordenação do curso de pós-graduação: Professor Francisco de Assis e a secretária da pós-graduação: Milena Rogrigues;
- À empresa Cikel por financiar a coleta de dados de campo para a execução deste trabalho e aos funcionários que contribuíram com tanta boa vontade para que este trabalho fosse feito;
- Ao Professor Sueo Numazawa pela ajuda que me deu em várias etapas desse trabalho;
- Ao Professor João Olegário Carvalho pela ajuda e dicas que me deu;
- Ao Eng^o Ftal. Eliel Cardoso pela colaboração, pela boa vontade que teve comigo, pela dedicação no trabalho de campo e pelo esforço para que esse trabalho pudesse ser realizado;
- Aos alunos da graduação do curso de Engenharia Florestal: Débora Gouveia e Fernando Goulart pela colaboração, pela amizade e brincadeiras nas viagens de campo que contribuíram e muito para a harmonia da equipe durante a realização da coleta de dados. Também, pela dedicação e esforço durante o trabalho de campo;
- Ao Eng^o Ftal. Bruno Bentes por ter me ajudado na correção estatística, por seu incentivo e por estar ao meu lado me apoiando;
- Aos membros da banca examinadora na fase de defesa: Prof. Alcir Brandão, Prof. Dr. Sueo Numazawa e Prof. Dr. Paulo Cerqueira;
- À Prof^a. Nazaré Maciel por ter me ajudado na fase de qualificação;
- Aos colegas do curso de mestrado em Ciências Florestais, em especial aos amigos Oberdan Miller e Eliana Nobre;

- Ao Professor Antônio Cordeiro que contribui com tão boa vontade na revisão dessa dissertação;
- Ao amigo João Guimarães, pelos conselhos e apoio durante as análises estatísticas;
- Aos professores da UFRA em geral que de alguma forma me ajudaram, academicamente, durante minha caminhada;
- A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado e àqueles amigos que ficaram longe, mas sempre guardados no coração.

RESUMO: O potencial madeireiro das florestas nativas encontradas na Amazônia, aliada a alta demanda de madeira no mercado nacional e internacional leva a exploração dessas florestas e, conseqüentemente, a geração de resíduos de exploração florestal sem destinação e que poderiam trazer benefícios social, ambiental e econômico quando aproveitados. A pesquisa teve como objetivo quantificar os resíduos aproveitáveis de copas das árvores das espécies *Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier (Maçaranduba) e *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá), gerados pela exploração florestal, como, também, determinar o rendimento dos resíduos da espécie *Manilkara huberi* (maçaranduba), para transformação em madeira serrada. O estudo de quantificação volumétrica de resíduos de copas capazes de serem aproveitados para fins de madeira serrada foi realizado na Empresa Cikel Brasil Verde Madeiras, localizada no município de Portel, no Estado do Pará, na Unidade de Produção Anual de 2010 (UPA 2010) do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) da Fazenda Martins, bem como estudo de rendimento foi feito na serraria da mesma empresa na Fazenda denominada ABC. Os dados foram obtidos a partir de 90 árvores exploradas, e selecionadas de forma aleatória, distribuídas em 3 classe diamétricas (50 a 70 cm; 70 a 90 cm; e acima de 90 cm). Para a quantificação volumétrica dos resíduos de copa foram mensurados os diâmetros e comprimentos de galhos que se enquadravam nos critérios de aproveitamento estabelecidos para o presente estudo. Na serraria, para o estudo de aproveitamento foram mensurados o comprimento, a largura e a espessura de cada peça produzida a partir dos resíduos coletados no campo. Após a análise dos dados, os resultados dos valores para volume aproveitável encontrados para a espécie *Manilkara huberi* foi, em média, 2,05 m³/árvore explorada com desvio de 1,34 m³, apresentando uma média de número de peças de 3 unidades por árvore explorada, com comprimento médio de 2,70 m e diâmetro de 48,41 cm. A maior correlação encontrada entre a variável volume e as demais variáveis, na espécie *Manilkara huberi* foi com o comprimento médio das peças de r=0,6. Para a *Hymenaea courbaril*, o volume médio aproveitável foi de 2,45 m³/árvore explorada com desvio de 0,89 m³, apresentando uma média para número de peças de aproximadamente, 5 unidades por árvore explorada, com comprimento médio de 2,51 m e diâmetro de 49,27 cm. A maior correlação na espécie *Hymenaea courbaril* com o volume foi encontrado com o número de peças de r=0,7. Na indústria o rendimento de resíduo de copas aproveitáveis para madeira serrada foi de 17% para a espécie *Manilkara huberi* e o Coeficiente de Conversão Volumétrico - CCV foi de 5,6 m³ de resíduos de copa para cada 1 m³ de madeira serrada. O produto de maior rendimento foi o piso.

Palavras-chaves: *Manilkara huberi*, *Hymenaea courbaril*, resíduo de copa, madeira serrada, rendimento.

ABSTRACT: The potential of commercial timber from Amazonian natural forests and the demand for timber in the national and international market lead to logging these forests and, consequently, to create coarse woody debris. That debris can beget social, environmental and economical benefits if they are well used. The research objective was to quantify the coarse woody debris from crowns of logged trees of *Manilkara huberi* Ducke A. Chevalier (maçaranduba) and *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) and to calculate the yield of *M.huberi* debris to produce lumber. The study was carried out in an area belonging to *Cikel Brasil Verde Madeiras* in the municipality of Portel in Para State. Data were collected in the Annual Production Unit 2010 (UPA 2010) of the Martins Forest Management Unit and the measurements were done in the ABC management Unit. Data were obtained from 90 harvested trees, randomly, distributed in three diameter classes (50-70 cm; 70-90 cm; and above 90 cm). Diameter and length of branches were measured for quantification of woody debris. Length, width and thickness, of each piece of debris were measured in the industry. Mean of pieces from *Manilkara huberi* was 3 pieces per harvested tree, with a 2.70 m medium length and a 48.41 cm medium diameter, resulting in 2.05 m³ per harvested tree. The highest correlation in *Manilkara huberi* with variable volume was average length of parts (0.6). A mean of 5 pieces per harvested tree was obtained from *Hymenaea courbaril*, with a 2.51 m medium length and a 49.27 cm medium diameter, resulting in a medium volume of 2.45 m³ per tree harvested. The highest correlation in the species *Hymenaea courbaril* was with the volume number of items (0.7). The yield of coarse woody debris as lumber in the industry for *Manilkara huberi* was 17% and the Conversion Coefficient to Volume (CCV) was the relation of 5.6 m³ of coarse woody debris from tree crown to 1 m³ of lumber. The product of greatest achievement was the floor.

Key-words: *Manilkara huberi*, *Hymenaea courbaril*, coarse woody debris, lumber, sawmill yield

LISTA DE FIGURAS

	Pág
CAPÍTULO I: QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE COPA APROVEITÁVEIS DAS ESPÉCIES <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chenalier E <i>Hymenaea courbaril</i> L. PROVENIENTES DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA	
Figura 1	27
Figura 2	28
Figura 3	31
CAPÍTULO II: RENDIMENTO APÓS PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS DE COPA DA ESPÉCIE <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chenalier	
Figura 4	46
Figura 5	47
Figura 6	48
Figura 7	50
Figura 8	52

LISTA DE TABELAS

	Pág
CAPÍTULO I: QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE COPA APROVEITÁVEIS DAS ESPÉCIES <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chenalier E <i>Hymenaea courbaril</i> L. PROVENIENTES DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA	
Tabela 1	31
Classes Diamétricas das árvores selecionadas para mensuração de galhada	
Tabela 2	34
Cálculo Estatístico para volume, número de peças, diâmetro e comprimento das peças de resíduos de copa da espécie <i>Manilkara huberi</i> aptas a serem beneficiadas em serraria	
Tabela 3	35
Coeficiente de correlação (r) entre a variável resposta volume das peças x DAP das árvores exploradas, diâmetro das peças, comprimento das peças e número das peças da espécie <i>Manilkara huberi</i> aptas para madeira serrada	
Tabela 4	36
Cálculo Estatístico para volume, número de peças, diâmetro e comprimento das peças de resíduos de copa da espécie <i>Hymenaea courbaril</i> aptas a serem beneficiadas em serraria	
Tabela 5	38
Coeficiente de correlação (r) entre a variável resposta volume das peças x DAP das árvores exploradas, diâmetro das peças, comprimento das peças e número das peças da espécie <i>Hymenaea courbaril</i> aptas para madeira serrada	
CAPÍTULO II: RENDIMENTO APÓS PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS DE COPA DA ESPÉCIE <i>Manilkara huberi</i> Ducke A. Chenalier	
Tabela 6	54
Volume, Rendimento do serrado, Resíduo Industrial e CCV da espécie <i>Manilkara huberi</i>	
Tabela 7	56
Rendimento de resíduo de copa em madeira serrada da espécie <i>Manilkara huberi</i>	
Tabela 8	57
Dimensões médias de madeira serrada processada	
Tabela 9	58
Volume por produto e subproduto obtido	

LISTA DE FÓRMULAS

Pág

CAPÍTULO I: QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE COPA APROVEITÁVEIS DAS ESPÉCIES *Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier E *Hymenaea courbaril* L. PROVENIENTES DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA

Equação 1 Determinação do volume geométrico do resíduo de copa 32

CAPÍTULO II: RENDIMENTO APÓS PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS DE COPA DA ESPÉCIE *Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier

Equação 2 Determinação do volume geométrico do resíduo de copa 49

Equação 3 Determinação do volume do serrado/peças 51

Equação 4 Determinação do volume dos resíduos do desdobro 51

Equação 5 Determinação do rendimento industrial 52

Equação 6 Determinação do Coeficiente de Conversão Volumétrico -CCV 53

Equação 7 Intensidade amostral (n) 53

Equação 8 Erro de amostragem - E_A (%) 54

SUMÁRIO

	Pág
RESUMO	
ABSTRACT	
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	15
REFERÊNCIAS	20
2 QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE COPA APROVEITÁVEIS DAS ESPÉCIES <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chenalier E <i>Hymenaea courbaril</i> L. PROVENIENTES DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
2.1 INTRODUÇÃO	25
2.2 OBJETIVOS	26
2.2.1 Objetivo geral	26
2.2.2 Objetivos específicos	26
2.3 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.3.1 Área de estudo	26
2.3.2 Espécies estudadas	29
2.3.3 Seleção de resíduos	30
2.3.4 Método para análise de dados	32
2.4 RESULTADO E DISCUSSÃO	32
2.4.1 Quantificação volumétrica dos resíduos aproveitáveis de copa para madeira serrada da espécie Maçaranduba (<i>Manilkara huberi</i> Ducke A. Chenalier)	33
2.4.2 Quantificação volumétrica dos resíduos aproveitáveis de copa para madeira serrada da espécie Jatobá <i>Hymenaea courbaril</i> L.	35
2.5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
3 RENDIMENTO APÓS PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS DE COPA DA ESPÉCIE <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chenalier	42

	RESUMO	42
	ABSTRACT	43
3.1	INTRODUÇÃO	44
3.2	OBJETIVOS	45
3.2.1	Objetivo geral	45
3.2.2	Objetivos específicos	45
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	46
3.3.1	Área de estudo	46
3.3.1.1	<i>Estrutura da serraria</i>	46
3.3.2	Coleta de dados	48
3.3.3	Rendimento volumétrico e Coeficiente de Conversão Volumétrico – CCV	52
3.3.4	Análise estatística	53
3.4	RESULTADO E DISCUSSÃO	54
3.4.1	Rendimento e Coeficiente Conversão Volumétrico - CCV	54
3.4.2	Produtos e subprodutos obtidos	57
3.5	CONCLUSÃO	58
3.6	RECOMENDAÇÃO	60
	REFERÊNCIAS	61
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil possui em torno de 550 milhões de hectares de floresta, o que representa aproximadamente 10% de toda a área florestal do mundo. Cerca de 60% das florestas nativas do país está na Amazônia, conseqüentemente, esta região é responsável por 85% da produção madeireira nativa do Brasil (ASSOCIAÇÃO..., 2007). Os recursos de biomassa florestal, na Amazônia, estão em numerosa quantidade apresentando-se acima da média em nível mundial (RIBEIRO et al, 1999). Dentro desse contexto infere-se que o setor madeireiro é um segmento que vem apresentando uma grande importância, pois tem crescido em larga escala na região amazônica brasileira, o que confirma Veríssimo et al (2002) em seu estudo sobre pólos madeireiros no Pará. Isso pode ser comprovado por uma pesquisa de importação e exportação que aponta a madeira e seus produtos derivados como fonte de maior procura para diversos usos no país e, também, no exterior (ESPÉCIE..., 2004).

Conjuntamente a isso, a exploração local de madeira vem acompanhando, de forma análoga, esse crescimento (PISOS..., 2006), fato este que traz a abertura para um novo mercado que pode agregar valor ao setor madeireiro: aproveitamento de resíduos de exploração florestal gerados a partir de empreendimentos de manejo florestal sustentável para transformação em madeira serrada.

Nesse sentido, as empresas florestais vem tomando um novo rumo, isto é, procuram novas alternativas para o aproveitamento dos resíduos deixados pela exploração florestal. Porém, muitas empresas do ramo madeireiro desconhecem as potencialidades que a utilização do resíduo de exploração florestal pode proporcionar. Em muitas delas, tais resíduos são aproveitados para fins energéticos, no qual são vendidos para as indústrias siderúrgicas, conforme mostra estudo feito por Brito (1986) e, em outras, são deixados na floresta. Já nas serrarias são queimados ou depostos de forma irregular, resultando em poluição do ar, do solo e água pelo desequilíbrio gerado (_____, 2009; YUBA, 2001).

A utilização de resíduos florestais é uma prática bastante conhecida e viável, comercialmente, em vários países (HALL et al, 2005). Segundo Barros et al (2007), existem muitas fontes de geração de resíduos de exploração florestal deixados nas áreas de extração após o término das atividades, sendo as principais: galhadas das copas das árvores exploradas, árvores derrubadas durante a queda das mesmas, resíduos gerados pela

abertura de estradas principais, secundárias, trilhas e pátios de árvores, queda natural de árvores que se localizam próximo das trilhas de arraste, resíduos de toras ocas ou aparas de fustes deixados no pátio de estocagem e resíduos gerados pela ocorrência de sapopemas em algumas espécies exploradas.

O aproveitamento do resíduo florestal proporciona o desenvolvimento em áreas rurais, podendo melhorar a situação econômica das comunidades e populações locais, através da geração de renda e fluxo monetário, beneficiando o meio ambiente com a diminuição da pressão sobre as florestas em pé (_____, 2009; BRAND, 2002), pois, é fato que, na maioria das vezes, sua exploração é feita de forma predatória (LENTINI et al, 2005; SABOGAL et al, 2006). Desse modo, torna-se claro que o aproveitamento do resíduo deixado na floresta após a realização da exploração florestal é indispensável para o desenvolvimento sustentável, uma vez que ocorre de forma nítida benefícios econômico, social e ambiental. Esta estratégia não só permite que a empresa seja reconhecida no mercado por sua postura ecologicamente correta como também cria oportunidades lucrativas a partir da utilização dos resíduos, conseqüentemente, melhorando a rentabilidade do seu produto principal (_____, 2009).

Segundo Souza (1997), os resíduos madeiráveis ou florestais, além de serem utilizados para fins energéticos podem, também, ser empregados na produção de pequenos objetos, utensílios, cabos de ferramentas em geral, artigos decorativos extração de voláteis, entre outros.

Além desses aproveitamentos, nesse estudo, como dito anteriormente, idealizou-se a utilização de resíduos florestais (copas) oriundos da exploração florestal para processamento em indústria de transformação em madeira serrada. Ainda existem poucas informações sobre o sortimento de resíduos de exploração florestal, especialmente no que diz respeito à porcentagem de resíduos que poderiam ser destinados para processamento industrial com vista à produção de deck, piso, assoalho e outros tipos de produtos semi-acabados. A possibilidade de crescer novas utilidades para resíduos florestais foi realizado este estudo que visa responder a viabilidade da transformação de resíduos provenientes da copa em madeira serrada.

A exportação de madeira serrada, durante o período de 2000 a 2009, apresentou resultados positivos. No ano de 2008, o setor sofreu uma queda em relação ao ano anterior. Mesmo assim, a madeira continuou sendo o item mais importante na pauta de exportação (RECORDE..., 2007; US\$..., 2009), gerando renda bruta de US\$ 2,3 bilhões e uma faixa de

380 mil empregos, segundo dados apontados em 2004 por Lentini et al (2005). Conforme dados do Plano de Safra Florestal Madeireira do Estado do Pará, realizado pelo IDEFLOR (2010), a crise mundial provocou um forte impacto no setor florestal madeireiro, reduzindo a oferta de empregos e falência de indústrias que tinham sua renda dependente das exportações, porém espera-se que ocorra uma recuperação na economia mundial e a retomada da atividade florestal que já se prevê melhoria com cerca de 6,5 milhões de metros cúbicos de madeira advinda de projetos florestais no Pará.

Conforme preconiza a Instrução Normativa nº 05/2006 do IBAMA/MMA, para que o resíduo de exploração florestal, proveniente de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, seja utilizado é requisitado, por parte do órgão ambiental, um estudo técnico para se conhecer o potencial de resíduos que se encontram na floresta. Dentro desse predisposto é que o trabalho foi embasado, por isso faz-se necessário tal estudo na área, a fim de que se conheça a quantidade de resíduo aproveitáveis de copas das espécies *Manilkara huberi* e *Hymenaea courbaril*, existentes na área manejada. Em seguida foi realizado um segundo estudo referente a produtividade dos resíduos de copa com a finalidade de determinar o rendimento em madeira serrada.

Segundo Steele (1984), tal rendimento pode ser influenciado por fatores como diâmetro, comprimento, conicidade, qualidade das toras e o número de produtos alternativos e as interações desses fatores. Na madeira serrada o rendimento aumenta, na maioria das vezes, com o aumento dos diâmetros das toras, porque o volume perdido por aparas e costaneiras está em menor porcentagem em relação ao volume de outros resíduos retirados da tora na serragem (WADE et al, 1992).

As espécies que foram estudadas: *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chenalier (Maçaranduba) e *Hymenaea courbaril* (Jatobá) apresentam características recomendáveis para utilização industrial da madeira. A *Manilkara huberi* apresenta madeira muito pesada, atingindo 1,04 g/cm³ de densidade, possui textura média, é uniforme e tem grã direita, isso quer dizer que por ser muito dura é resistente e durável. É indicada para construções externas, dormentes, postes, estacas, moirões, cruzetas, pontes e, também, para construção civil: caibros, vigas, tábuas para assoalhos e tacos. É resistente ao ataque de fungos apodrecedores e cupins subterrâneos. Possui moderada resistência aos cupins-de-madeira-seca e baixa resistência aos xilófagos marinhos. (LORENZI, 2002; EMBRAPA, 2004; PISOS..., 2006). A *Hymenaea courbaril* é recomendável, também, pois

possui madeira densa à 15 % de umidade chegando em 0,90 a 1,10 g.cm³, alburno espesso, tem textura média e uniforme, grã de regular a irregular, normalmente reversa.

Outra característica que prova sua qualidade está na sua resistência alta ao ataque de organismos xilófagos, além de possuir bom acabamento para pintura, verniz, lustro e emassamento, podendo ser desenrolada, aplainada, colada, parafusada e pregada, sem problemas (ESPÉCIE..., 2004; PISOS..., 2006). Sua madeira é muito usada na construção civil como ripas, caibros, vigas e em carpintaria, em geral, para acabamentos internos, como marcos de portas, tacos e tábuas para assoalhos, para confecção de artigos de esportes, cabos de ferramentas, peças torneadas, esquadrias e móveis. Serve, também, para produção de folhas faqueadas decorativas, móveis, peças torneadas, carroçarias, vagões, engenhos e tonéis (JATOBÁ..., 2002; ESPÉCIE..., 2004; PISOS..., 2006). Economicamente falando, a madeira de *Manilkara huberi* e *Hymenaea courbaril* na região amazônica são classificadas como madeiras de médio valor no mercado alcançando um valor mínimo de R\$ 151,00 e máximo de R\$ 374,00 por metro cúbico (IMAZON, 2010). Essas informações apontam a utilização recomendável comprovada por apresentarem atributos anatômicos e comerciais necessários para a destinação que será dada: madeira serrada. Sabendo-se disso, o aproveitamento de resíduos de exploração florestal para madeira serrada pode ser, também, uma alternativa bastante interessante a nível econômico, principalmente, para espécies de alto valor comercial como Mogno (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrella odorata*), Ipê amarelo e roxo (*Tabebuia sp.*) e Itaúba (*Mezilaurus itauba*), consideradas de alto valor econômico no mercado (IMAZON, 2010; ANGELO, 2001). Existem alguns entraves para a espécie mogno, pois algumas legislações proibiram sua comercialização, extração, compra e venda, porém a IN nº 07/2003 do IBAMA permite o manejo de tal espécie.

No capítulo 1 é apresentado estudo quantitativo de resíduos oriundos de exploração florestal, mais precisamente, de copas das árvores de *Manilkara huberi* e *Hymenaea courbaril*. Como dito anteriormente, estas espécies de alto valor comercial foram contempladas porque a sua madeira tem características estruturais, físicas e mecânicas que as tornam altamente recomendáveis na indústria madeireira. O material quantificado foi selecionado com o intuito de levá-lo a serraria para produção de madeira serrada, com o objetivo de conhecer a volumetria, em metros cúbicos, de resíduo de copa que pode ser utilizado para esse fim.

No capítulo 2 apresenta o estudo realizado na indústria madeireira (serraria), em que o material coletado em campo ao passar pelo beneficiamento foi, devidamente, medido a fim de conhecer o seu rendimento, isto é, o percentual da madeira serrada que é aproveitada a partir do resíduo retirado da copa. Desta forma, foi determinado o índice de conversão volumétrico que é conhecido, também, como Coeficiente de Conversão Volumétrico – CCV. Este índice nada mais é do que o inverso do rendimento. O CCV é importante para os órgãos ambientais, porque este pode ser utilizado na elaboração de política pública ambiental, como, por exemplos, na liberação de créditos (DOF), e na fiscalização e controle de madeira que se encontram nos pátios das serrarias. A grande importância desse estudo está nesse ponto também, pois a legislação (Instruções Normativas), ainda, não trazem em seu bojo a informação sobre a conversão de resíduo de copa em madeira serrada. A partir desse estudo esse índice técnico será estimado, podendo ser um subsídio inicial para normatização.

REFERÊNCIAS

_____. FÓRUM NACIONAL DAS ATIVIDADES DE BASE FLORESTAL. **Resíduos de madeira geradores de receita**. 2009. (Artigo Técnico, 4).

ANGELO, H; BRASIL, A. A.; SANTOS, J. Madeiras tropicais: análise econômica das principais espécies florestais exportadas. **Acta Amazônica**, v. 31, n.2, p.224-237, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Estudo Setorial 2007 da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente**: ano base 2006. Curitiba: Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente, 2007, p.8.

BARROS, P. L. C.; NUMAZAWA, S.; BARROS, D. S. **Quantificação de resíduos de exploração e de árvores de queda natural em florestas manejadas na Amazônia: O caso Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda**, 2007. (Relatório Técnico, distribuição restrita.).

BENZO, G.; LUENGO, C. A. Biomassa com potencial energético adicional aos combustíveis fósseis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3, São Paulo. **Anais...** 1998. p.133-137.

BRAND, M. A. et al. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. **Revista Floresta**, v. 32, n. 2, 2002 p. 247-259.

BRITO, J. O. Madeira para energia: a verdadeira realidade do uso de recursos florestais. **Silvicultura**. ed. Especial, n.41, 1986, p.188-93.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Espécies arbóreas da Amazônia, nº 4: Manilkara huberi**, Manilkara huberi. Belém, 2004.

ESPÉCIE adequada para construção e móveis. **REMADE**. Revista da Madeira. n. 86. dez, 2004.

HALL, D. et al. Visão geral de energia e biomassa. In: ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. **Uso de biomassa para a produção de energia na indústria brasileira**. Campinas: Unicamp, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Instrução Normativa nº 7, de 22 de agosto de 2003. Sobre o manejo florestal sustentável do mogno. **DOU**, n. 164 de 26/08/2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Instrução normativa Nº 5**, de 11 de Dezembro de 2006.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. Boletim de preços da Amazônia. In: **IMAZON**, n. 09, Jun, 2010.

JATOBÁ apresenta demanda no mercado externo. **REMADE**. Revista da Madeira. n.65, jul, 2002.

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos Florestais da Amazônia**. Belém: IMAZON, 2005, 140p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2002. v.2. p. 331.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL DO PARÁ. **Plano Safra Florestal Madeireira do Estado do Pará 2010**. Belém: IDEFLOR, 2010. 102 p.

PISOS e decks de madeira são clássicos na arquitetura. **REMADE**. Revista da Madeira, n. 100, nov, 2006.

RECORDE de US\$ 8, 2 bilhões em exportações. **REMADE**. Revista da Madeira, n.102, jan, 2007 .

RIBEIRO, J.E.L. et al. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Manaus: INPA. Ed. 19, 1999, pag. 1-3.

SABOGAL C., LENTINI, M., POKORNY, B., SILVA, J. N. M., ZWEEDE, J., VERÍSSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo Florestal Empresarial na Amazônia Brasileira: Restrições e Oportunidades**. Belém: CIFOR/Embrapa/Imazon/IFT. 2006, p.71. (Relatório Síntese).

SOUZA, M. R. Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais: experiência do laboratório de produtos florestais – IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas. WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANA.1997, Curitiba. **Anais....** Curitiba, 1997. p. 49-70.

STEELE, P. H. Factors determining lumber recovery in sawmilling. Madison: US. Forest Service. 1984, 8 p. (General Technical Report. FPL, 39).

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; LENTINE, M. **Pólos Madeireiros do Estado do Pará**. Belém: IMAZON. 2002. 72p.

US\$ 9,58 BILHÕES: Novo recorde nas exportações do setor. **REMADE**. Revista da Madeira, n.118, fev, 2009.

WADE, M. W.; BULLARD, S. H.; STEELE, P. H.; ARAMAN, P. A. Estimating hardwood sawmill conversion efficiency based on sawing machine and log characteristics. **Forest Products Journal**, Madison, v. 42. n. 11/12, p. 21-26, 1992.

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva da madeira serrada de Eucalipto para produção sustentável de habitações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

2 QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE COPA APROVEITÁVEIS DAS ESPÉCIES *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chenalier E *Hymenaea courbaril* L. PROVENIENTES DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA

RESUMO: O aproveitamento de resíduos é uma alternativa que abre novos horizontes e benefícios para a sociedade, para o ambiente e para as empresas do ramo madeireiro, pois existe uma grande quantidade de resíduos de exploração florestal originados pelos empreendimentos florestais (PMFS), que são apenas deixados no local. Assim, o presente estudo tem o objetivo de quantificar, em metros cúbicos, o volume de resíduos aproveitáveis para madeira serrada gerados pela exploração florestal proveniente das copas das árvores de Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier) e Jatobá (*Hymenaea courbaril*) em uma área de manejo florestal da Empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda, Fazenda Martins (Unidade de Produção Anual - UPA 2010), localizada no município de Portel, no Estado do Pará. Para isso, foram escolhidas, aleatoriamente, 90 árvores da espécie *Manilkara huberi* e 88 árvores da espécie *Hymenaea courbaril* exploradas e distribuídas em três classes de DAP (50 a 70 cm; 70 a 90 cm; e acima de 90 cm), de modo a cobrir toda a variação diamétrica da espécie. Foram selecionadas e mensuradas apenas as peças da galhada das copas com o mínimo de deformidades e que atendiam aos critérios de utilização estabelecidos para o estudo. Assim, as peças das galhadas selecionadas apresentaram um diâmetro mínimo de 40 cm e comprimentos mínimo sem deformidades de 1,50 m. Com base nesses critérios foram encontrados, em média, um volume de 2,05 m³/árvore explorada com desvio de 1,34 m³, apresentando uma média de número de peças de 3 unidades por árvore explorada, comprimento médio de 2,70 m e diâmetro de 48,41 cm. A maior correlação na espécie *Manilkara huberi* com a variável volume foi encontrada com a variável comprimento médio das peças de $r = 0,6$. Para a espécie *Hymenaea courbaril*, o volume médio foi de 2,45 m³/árvore explorada com desvio de 0,89 m³, apresentando uma média para número de peças de, aproximadamente, 5 unidades por árvore explorada, comprimento médio de 2,51 m e diâmetro de 49,27 cm. A maior correlação, na espécie *Hymenaea courbaril*, encontrada com o volume foi número de peças de $r = 0,7$. Para a Área de Efetivo Manejo - AEM da UPA foi estimado um volume de 1,81 m³.ha⁻¹ de resíduos de copas aproveitáveis de *Manilkara huberi* e 0,56 m³.ha⁻¹ de *Hymenaea courbaril*.

Palavras-chave: Resíduos de exploração florestal, *Manilkara huberi*, *Hymenaea courbaril*.

QUANTIFYING COARSE WOODY DEBRIS FROM CROWNS OF HARVESTED TREES OF *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chevalier AND *Hymenaea courbaril* L. TO PRODUCE LUMBER

ABSTRACT: The use of coarse woody debris is an alternative for producing new benefits for the society, environment and the timber sector. The objective of this study was to quantify the coarse woody debris from crowns of trees of *Manilkara huberi* Ducke A. Chevalier (maçaranduba) and *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) in an area belonging to Cikel Brasil Verde Madeiras in the municipality of Portel in Para State. Data were collected in the Annual Production Unit 2010 (UPA 2010) of the Martins Forest Management Unit. 90 trees of *Manilkara huberi* and 88 trees of *Hymenaea courbaril* were chosen randomly and distributed in three diameter classes (50-70 cm; 70-90 cm; and above 90 cm). Only those pieces with no damage and with a minimum diameter of 40 cm and length bigger than 1.50 m were selected for studying. Mean of pieces from *Manilkara huberi* was 3 pieces per tree harvested, with a 2.70 m medium length and a 48.41 cm medium diameter, resulting in 2.05 m³ per tree harvested. The highest correlation in *Manilkara huberi* with variable volume was average length of parts (0.6). A mean of 5 pieces per tree harvested was obtained from *Hymenaea courbaril*, with a 2.51 m medium length and a 49.27 cm medium diameter, resulting in a medium volume of 2.45 m³ per tree harvested. The highest correlation in the species *Hymenaea courbaril* was with the volume number of items (0.7). A volume of 1.81 m³ ha⁻¹ of coarse woody debris from crowns of trees was estimated for *Manilkara huberi* and 0.56 m³ ha⁻¹ for *Hymenaea courbaril* for the entire effective management area of that UPA.

Key-words: coarse woody debris, *Manilkara huberi*, *Hymenaea courbaril*.

2.1 INTRODUÇÃO

Os recursos florestais encontram-se em abundância na região amazônica, porém observa-se, ainda, que há um enorme desperdício dessa biomassa florestal extraída e que não é utilizada ou, as vezes, quando utilizada é de forma inadequada (_____, 2009; YUBA, 2001). Isso ocorre porque muitas empresas do ramo madeireiro desconhecem as potencialidades econômicas que o aproveitamento dos resíduos de exploração florestal podem oferecer. Em algumas empresas, esses resíduos são aproveitados para fins energéticos, no qual são vendidos para as indústrias siderúrgicas, ou apenas, são deixados na floresta (_____, 2009). Segundo Brand (2002), por não haver uma destinação adequada para os resíduos, graves problemas ambientais como o assoreamento, poluição dos rios e poluição do ar devido a queima para a eliminação dos mesmos podem ser gerados.

Na Amazônia, é comum utilizar apenas a parte do tronco desprovido de ramificações (fuste) das árvores, deixando na floresta as galhadas das copas das árvores exploradas que, as vezes, são aproveitadas na produção de carvão vegetal, mas que, segundo Souza (1997), poderiam ser aproveitadas para outras utilidades, tais como: utensílios, cabos de ferramentas em geral, artigos decorativos, entre outros. E, produção de Pequenos Objetos de Madeira – POM (VIEIRA, 2006).

Outra alternativa possível de aproveitamento de resíduos de exploração florestal é o desdobro de determinadas peças em madeira serrada. Embora, o mercado de madeira serrada tenha sofrido uma redução na pauta de exportação, este continua sendo o mais importante produto exportado pelo Estado do Pará (US\$..., 2009).

O aproveitamento desse resíduo oferece benefícios para a sociedade, para o ambiente e para empresas do ramo, pois poupa a utilização da madeira de florestas nativas em outras áreas, agrega valor às empresas produtoras de madeira serrada e abre horizontes para a comunidade local, através da criação de empregos e, conseqüentemente, geração de renda (_____, 2009; IDEFLOR, 2010).

Os resíduos de copas de árvores são, em potencial, uma oportunidade para uso nas indústrias de transformação para desdobramento em madeira serrada, gerando produtos e subprodutos para o mercado. Para isso faz-se necessário, inicialmente, quantificar essa biomassa para conhecer o potencial de galhadas deixados na floresta.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Geral

Quantificar o potencial volumétrico de resíduos aproveitáveis de copas gerados pela exploração florestal das espécies Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) para produção de madeira serrada, na empresa Cikel Brasil Verde Ltda, Fazenda MARTINS, no município de Portel, Pará.

2.2.2 Específicos

Caracterizar o volume (m³) de resíduos aproveitáveis de copas da espécie *Manilkara huberi* (Maçaranduba) e *Hymenaea courbaril* (Jatobá), para produção de madeira serrada por unidade de área, através da determinação do número de peças aproveitáveis, diâmetro médio e comprimento médio das peças aproveitáveis, bem como determinar a correlação dessas variáveis dendrométricas estudadas com o volume;

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado na Unidade de Produção Anual de 2010 – UPA 2010, de uma área de exploração florestal sob regime de manejo florestal sustentável pertencente à empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda, Fazenda Martins (Jutaituba) localizada no município de Portel, a nordeste do Estado do Pará. Esta limita-se ao norte com os municípios de Melgaço e Breves; ao sul com Anapú e Pacajá; a leste com os municípios de

Bagre e Baião e, a oeste com Porto de Moz e Senador José Porfírio (Figura 1). A Área de Efetivo Manejo - AMF está posicionada mais próxima da cidade de Tucuruí, sendo que outras cidades próximas são Breves, Melgaço e Pacajá.

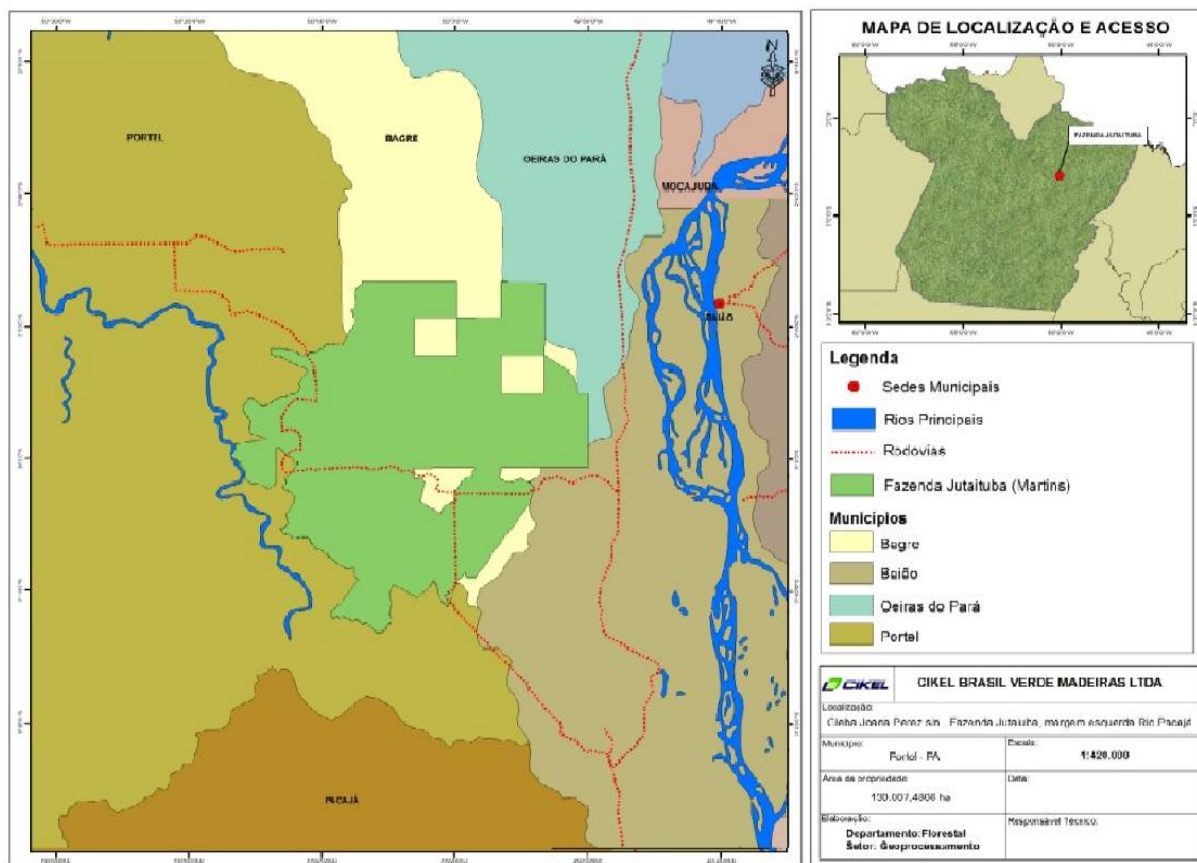


Figura 1- Localização da área de estudo na empresa Cikel - Fazenda Martins (Fonte: Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda).

A Fazenda Martins possui uma área total de 130.007,48 ha, no entanto, a área com cobertura florestal para manejo (AMF) soma 119.484,09 ha e a Unidade de Produção Anual – UPA-2010 possui 4.258,83 ha, sendo que a AEM é de 3.500 ha (Figura 2). A UPA de 2010, é localizada através do seguinte ponto geográfico: Latitude 02° 55' 04" a 02° 57' 03" S e Longitude de 50° 13' 55" a 50° 10' 35" W.

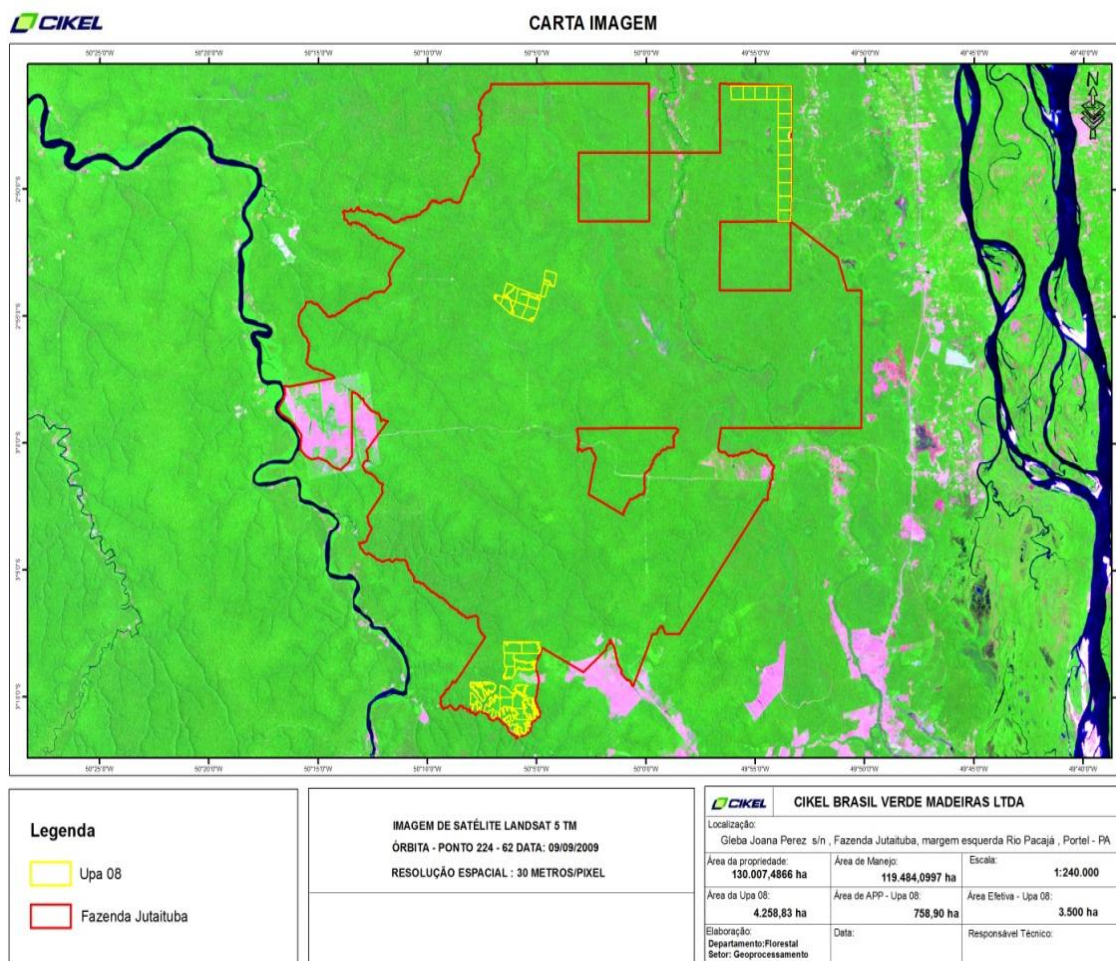


Figura 2- Área da Fazenda Martins (Jutaituba) / UPA 08 /Ano 2010 (Fonte: Cikel Brasil Verde Madeiras)

Segundo a classificação de Koppen a região apresenta clima tropical úmido (Amw), caracterizado por apresentar chuvas do tipo monção, isto é, apesar de oferecer uma estação seca de pequena duração possui umidade suficiente para alimentar a floresta tropical. Mantém elevados índices pluviométricos (cerca de 2.400mm de chuva), alta temperatura média do ar (26°C), sendo a máxima anual de 32° C, e umidade relativa superior a 85%. As chuvas apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano, sendo caracterizado com uma divisão nítida em um período com chuvas abundantes de janeiro a julho, e outro, com baixas precipitações, de agosto a dezembro (RADAM, 1974). De acordo com informações obtidas do mapa de solos do estado do Pará, produzido por SUDAM/EMBRAPA (1993), na escala de 1: 2.000.000, o solo predominante da região é o Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa e o Latossolo Amarelo Distrófico Concrecionário, textura argilosa. De acordo com SUDAM/EMBRAPA (1993), a região ao Norte é de origem do período Quaternário, com sedimentos de areia e argila formadas

pelos rios, ou às vezes pelo mar. Ao Sul é Terciário, com sedimentos principalmente de argila, com areia e camadas de pedras de areia. De acordo com a descrição do projeto RADAM (1974) a área de manejo está localizada na região classificada como planalto rebaixado da Amazônia (Baixo Amazonas) numa região de baixos platôs com vegetação de emergentes.

A vegetação natural da região foi classificada de acordo com o RADAM (1974), em Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta com Cipó, Floresta Ombrófila Aberta Aluvial Periodicamente Alagada - Várzea Alta, Floresta Ombrófila Densa Periodicamente Alagada, Lago e Pastagens. A Floresta Ombrófila é ocupada por platôs e planícies aluviais. Nas áreas de planícies aluviais com vegetação variando em função do regime das águas e as áreas de alagamento periódico a vegetação florestal é representada na maior parte por vegetação latifoliada. Ainda nestas áreas de relevo levemente ondulado, observam-se pequenas depressões onde ocorrem as vegetações dos igapós. São observadas também formações campestre, além de cerrados com florestas de galeria em drenagem densa e esparsa.

Em relação à hidrografia da região, o maior destaque é o rio Pacajá que banha a cidade de Portel. No interior da Área de Manejo Florestal (AMF) existem os seguintes rios principais, como Pacajá, Moconha, Castanha, Arraia, Jacundá, além de muitos outros pequenos igarapés e grotões.

As medições necessárias para a realização deste trabalho foram coletadas durante o 2º semestre do ano de 2010, na Unidades de Produção Anual - UPA's do ano de 2010.

2.3.2 Espécies estudadas

Para este estudo foram escolhidas as espécies Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), por ter atributos de grande importância econômica para o mercado interno e externo (EMBRAPA, 2004; LORENZI, 1998; 2002; JATOBÁ..., 2002; ESPÉCIE..., 2004; PISOS..., 2006), por se apresentarem em alto número nas florestas pertencentes a empresa Cikel Brasil Verde Madeiras, e sobretudo por obter uma alta demanda para exportação de produtos semi-acabados (JATOBÁ..., 2002; ESPÉCIE..., 2004).

Segundo Lorenzi (2002) e estudos realizados pela EMBRAPA (2004), a *Manilkara huberi* atinge uma altura de 30 a 50 metros e um DAP de até 80 cm. A madeira é muito pesada, atingindo 1,04 g/cm³ de densidade, a textura é média, sendo que por ser muito dura é resistente e durável, mas racha com facilidade. A madeira é indicada para construções externas, dormentes, postes, estacas, moirões, cruzetas, pontes e, também, para construção civil: caibros, vigas, tábuas para assoalhos e tacos.

A *Hymenaea courbaril* cresce, aproximadamente, até 40 metros de altura e atinge até 120 cm de DAP, o fuste chega até de 12 a 15 metros. Sua madeira é densa à 15 % de umidade chegando em 0,90 a 1,10 g/cm³. É muito usada na construção civil como ripas, caibros, vigas e em carpintaria, em geral, para acabamentos internos, como marcos de portas, tacos e tábuas para assoalhos, para confecção de artigos de esportes, cabos de ferramentas, peças torneadas, esquadrias e móveis. Bem como, em construções externas como obras hidráulicas, postes dormentes e cruzetas. Serve, também, para produção de folhas faqueadas decorativas, móveis, peças torneadas, carroçarias, vagões, engenhos e tonéis (JATOBÁ..., 2002; ESPÉCIE..., 2004; PISOS..., 2006).

Além disso, é importante ressaltar que no mercado tais madeiras, consideradas nobres, chegam até um valor máximo de R\$ 374,00 por metro cúbico, segundo dados do IMAZON (2010). Através dessas informações, avalia-se que a escolha das espécies para o aproveitamento a que se destinam, isto é, madeira serrada estão contemplados tanto no ponto de vista comercial como por atributos físico-anatômicas.

2.3.3 Seleção de resíduos

A partir do inventário florestal da UPA - 2010, foram selecionadas 90 árvores para a espécie *Manilkara huberi* (30 árvores para cada classe de diâmetro – Tabela 1) e 88 árvores para *Hymenaea courbaril* (a última classe desta espécie apresentou 28 árvores, o restante 30 árvores), a fim de melhor distribuir as árvores nas classes presentes no inventário florestal.

Para o levantamento de campo, foram montadas 4 equipes com 4 pessoas cada, sendo dois para efetuar medição, um para anotar e um ajudante. Foram mensuradas apenas galhadas das árvores exploradas que atenderam aos critérios previamente definidos, isto é,

as peças das galhadas selecionadas apresentaram um diâmetro mínimo de 40 cm e comprimentos mínimo de 1,50 m. (Figura 3). Essas dimensões foram determinadas em função das características do tipo da serraria em que foi feito o desdobro.

Tabela 1- Classes Diamétricas das árvores selecionadas para mensuração de galhada

Classe	DAP (cm)
A	50 -70
B	71 - 90
C	≥ 90

Além das dimensões mínimas, isto é, Diâmetro ≥ 40 cm e Comprimento $\geq 1,50$ m, o critério de seleção de galhadas foi estabelecido, também, em função da qualidade da peça, isto é, foram mensuradas apenas peças com boas condições de sanidade (sem deformações, curvaturas acentuadas, apodrecimento, ocos e rachaduras). Nos casos de árvores que apresentavam copas que não ocorresse, pelo menos, uma peça que atendesse todos os critérios de seleção estabelecidos para o estudo, era descartada e substituída por outra.



Figura 3- Coleta de dados: A) Resíduos de copa (galhadas) da árvore explorada; B) Mensuração do diâmetro das peças e C) Mensuração do comprimento das peças.

2.3.4 Análise de dados

A partir da medição das peças das galhadas no campo, os dados coletados foram processados no programa Excel e no programa estatístico BioStat versão 4.0 (AYRES et al, 2005). Assim foi possível obter os valores das variáveis estudadas. Para subsidiar a análise da variável volume, foram realizadas análises para o número de peças e a distribuição de peças para as duas espécies em estudo, através de estatística descritiva. Também, foi determinada a correlação entre o volume da peça com as outras variáveis dendrométricas estudadas, como o DAP das árvores exploradas, o comprimento das peças, o diâmetro das peças e o número de peças por copa.

O volume de resíduos teve sua estimativa feita com uma intensidade amostral que assegurasse um erro de amostragem máximo admissível de 10% ao nível de 95% de probabilidade de acerto, seguindo as estatísticas das estimativas do Processo de Amostragem Aleatório Simples, conforme apresentado por Sanquetta et al. (2006).

A fórmula usada para determinar o volume geométrico das peças dos resíduos aproveitáveis foi:

$$VGR = 0.079537 \times C^2 \times L \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo que:

Constante $0,07937 = 1/4\pi$

VGR - volume geométrico do resíduo, m³;

C – média das circunferências medidas em três posições da peça do resíduo, m;

L - comprimento do resíduo, m;

2.4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Segundo dados e observações de campo constatou-se que árvores das espécies tropicais como a *Manilkara huberi* e a *Hymenaea courbaril* são frondosas com copas de alta biomassa florestal e que após a retirada do tronco deixa um grande quantitativo de

resíduos, gerando peças (galhos da copa) aproveitáveis com diâmetros que chegam até 115 cm.

2.4.1 Quantificação volumétrica dos resíduos aproveitáveis de copa para madeira serrada da espécie Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier)

A espécie *Manilkara huberi* apresentou um volume médio de resíduos aproveitáveis de copas de 2,05 m³/árvore amostrada, com um desvio padrão de 0,89 m³, conforme Tabela 2. Sabendo-se que a AEM estudada possui uma área de 3500 ha e que existem 3.088 indivíduos de *Manilkara huberi* com DAP \geq 50 cm, logo abundância da espécie na área é de 0,88 árv/ha, assim, o volume estimado por hectare de resíduos aproveitáveis de copas obtido foi igual a 1,81 m³/ha, então a Área de Efetivo Manejo – AEM apresenta um potencial volumétrico de 6.335,00 m³.

Tabela 2- Cálculo Estatístico para volume, número de peças, diâmetro e comprimento das peças de resíduos de copa da espécie *Manilkara huberi* aptas a serem beneficiadas em serraria.

Parâmetros estatísticos	Número de peças	Comprimento das peças	Diâmetro das peças	Volume	Unidade
MÉDIA	3.60	2.70	48.41	2.05	m ³
VARIÂNCIA	1.16	1.62	103.95	0.79	(m ³) ²
DESVIO PADRÃO	1.08	1.27	10.20	0.89	m ³
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	30	47	21	43	%
ERRO PADRÃO DA MÉDIA	0.11	0.14	1.09	0.09	m ³
MÍNIMO	1	1.05	36.92	0.15	-
MÁXIMO	6	9.75	88.00	4.44	-
ERRO DE AMOSTRAGEM					
Absoluto	0.19	0.23	1.81	0.16	m ³
Relativo	5.30	8.36	3.74	7.67	%
INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A MÉDIA					
Limite Superior	3.80	2.92	50.22	2.22	m ³
Limite Inferior	3.41	2.47	46.60	1.89	m ³

Com um Erro de Amostragem de 7,67% a um nível de 95% de probabilidade, os limites superior e inferior do Intervalo de Confiança - IC para a média do volume das peças de resíduos esperados foram de 2,22 m³ e 1,89 m³ para as copas de árvores exploradas, respectivamente. Sabendo-se que a média de árvores para a espécie *Manilkara huberi* foi de 0,88 árv/ha, então o intervalo do volume para esta espécie oscilará entre 1,95 m³/ha e 1,66 m³/ha em relação a sua média. Para o total da população (AEM = 3.500ha), o potencial volumétrico esperado é de no máximo de 6.825,00 m³ e no mínimo de 5.810,00 m³ em relação a sua média (6.335,00 m³).

Os resultados estatísticos referentes ao volume mostraram uma grande variação, constatado pelo Coeficiente de Variação igual a 43%. Essa variação ocorreu pelo fato de que as peças dos resíduos aproveitáveis segundo os critérios adotados não apresentaram uma homogeneidade na ocorrência do número de peças por copa, bem como, nas dimensões dos comprimentos das peças e diâmetros. Na Tabela 2 é mostrado o Coeficiente

de Variação dessas variáveis, 30%, 47% e 21%, respectivamente. Desse modo, as peças retiradas das galhadas para a finalidade de madeira serrada têm seus volumes bastante variados em virtude das variações no diâmetro, número e comprimento das peças do resíduo de copa. Isto é, pode-se retirar peças longas ou curtas e com diâmetros grandes ou pequenos.

Para um volume médio de 2,05 m³ por copa de árvore explorada tem-se, em média, um número de peças aproveitáveis para produção de madeira serrada de 3 unidades por árvore explorada podendo atingir 6 peças por árvore explorada com comprimento médio de 2,70 metros (máximo de 9,77 m) e diâmetro médio de 48,41 centímetros chegando até 88,8 cm para a espécie *Manilkara huberi*. Uma única árvore pode chegar a um volume de 4,4 m³ de resíduo de copa aproveitáveis.

Tabela 3- Coeficiente de Correlação (r) entre a variável resposta volume das peças x DAP das árvores exploradas, diâmetro das peças, comprimento das peças e número das peças da espécie *Manilkara huberi* L.

Variáveis	Volume das peças
	Coeficiente de Correlação – r
DAP das árvores exploradas	0.504
Comprimento Médio	0.545
Diâmetro Médio	0.601
Número de Peças	0.515

Na correlação entre as variáveis envolvidas (DAP das árvores exploradas, diâmetro médio das peças, comprimento médio e número de peças), o volume possui a maior correlação com a variável diâmetro médio das peças. ($r = 0,601$). Para as outras variáveis a correlação apresenta valor de $r = 0,5$. Esperava-se que este índice apresentasse um valor mais elevado, pois a variável volume é diretamente influenciada por essas variáveis, mas dada as elevadas variações ocorrentes nas variáveis, conforme visto pelos respectivos CV%, proporcionou, também, a diminuição da correlação entre o volume e essas variáveis. Portanto, para uma correlação ser considerada boa esta deve ser o mais próximo possível de 1, fato este que não ocorreu entre as variáveis envolvidas.

2.4.2 Quantificação volumétrica dos resíduos aproveitáveis de copa para madeira serrada da espécie Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)

Para a espécie *Hymenaea courbaril* os cálculos estatísticos mostraram os seguintes resultados, conforme Tabela 4 abaixo:

Tabela 4. Estatística para volume, número de peças, diâmetro e comprimento das peças de resíduos de copa da espécie *Hymenaea courbaril* aptas a serem beneficiadas em serraria.

Parâmetros estatísticos	Número de peças	Comprimento das peças	Diâmetro das peças	Volume	Unidade
MÉDIA	4.81	2.51	49.27	2.45	m ³
VARIÂNCIA	4.66	1.00	111.00	1.78	(m ³) ²
DESVIO PADRÃO	2.16	1.00	10.54	1.34	m ³
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	45	40	21	54	%
ERRO PADRÃO DA MÉDIA	0.23	0.11	1.12	0.14	m ³
MÍNIMO	1	1.50	30.00	0.20	un
MÁXIMO	15	6.20	102.00	8.99	un
ERRO DE AMOSTRAGEM					
Absoluto	0.46	0.21	2.23	0.24	m ³
Relativo	9.51	8.44	4.53	9.66	%
INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A MÉDIA					
Limite Superior	5.27	2.72	51.50	2,69	m ³
Limite Inferior	4.35	2.30	47.03	2,21	m ³

A espécie *Hymenaea courbaril* apresenta um volume médio de 2,45 m³/árvore amostrada, com desvio de 1,34 m³, conforme Tabela 4. Considerando que na UPA existe 799 indivíduos com DAP \geq 50 cm, então a abundância da espécie na área estudada foi de 0,23 árvore por hectare, logo o volume estimado foi de 0,56 m³/ha, sendo que para o total da AEM o volume total esperado foi de 1.960,00 m³.

Com um Erro de Amostragem de 9,66% a um nível de 95% de probabilidade, os limites superior e inferior do Intervalo de Confiança - IC para a média do volume das peças de resíduos esperados foram de 2,69 m³ e 2,21 m³ para as copas de árvores exploradas, respectivamente. Sabendo-se que a média de árvore para a espécie *Hymenaea courbaril* foi de 0,23 árv/ha, então o intervalo do volume para esta espécie oscilará entre 0,61 m³/ha e 0,51 m³/ha em relação a média. Para o total da população (AEM= 3.500ha), o volume oscilará entre 2.135,00 m³ e 1.785,00 m³ em relação a média (1960,00 m³).

Assim como a espécie *Manilkara huberi*, os dados da espécie *Hymenaea courbaril* apresentados na Tabela 4 mostraram uma grande variação, constatado pelo Coeficiente de Variação igual a 54%. As peças retiradas das galhadas para a finalidade de madeira serrada são variadas nas suas dimensões.

Para um volume médio de 2,45 m³ por copa de árvore explorada tem-se, em média, um número de peças aproveitáveis para produção de madeira serrada de aproximadamente 5 unidades por árvore explorada podendo atingir 15 peças por árvore explorada com comprimento médio de 2,51 metros (máximo de 6,20 m) e diâmetro médio de 49,27 centímetros chegando até 102 cm para a espécie *Hymenaea courbaril*. Uma única árvore pode chegar a um volume de 8,66 m³ de resíduo de copa aproveitáveis na indústria de beneficiamento.

O número de peças influencia diretamente o volume obtido por árvore explorada em ambas as espécies. Porém, é difícil a determinação da quantidade volumétrica da copa, pois o número de peças varia bastante. Ou seja, nem sempre as árvores menores vão apresentar menor quantidade de peças, estas podem apresentar mais peças do que uma árvore considerada maior ou vice-versa. Tais considerações para número de peças é válida, também, para o comprimento e diâmetro das peças dos resíduos de copa.

Para o conjunto de todos os dados coletados, isto é, 90 árvores para *Manilkara huberi* e 88 para a *Hymenaea courbaril*, o erro de amostragem apresentado nas Tabelas 2 e 4 mostram que foi adequado por apresentar um resultado abaixo de 10% (7,67% e 9%, respectivamente).

A correlação entre as variáveis envolvidas (DAP das árvores exploradas, diâmetro médio das peças, comprimento médio e número de peças), o volume possui a maior correlação com a variável número de peças. ($r = 0,762$), seguida da variável DAP das árvores exploradas com $r = 0,631$, conforme Tabela 5.

Tabela 5- Coeficiente de correlação (r) entre a variável resposta volume das peças x DAP das árvores exploradas, diâmetro das peças, comprimento das peças e número das peças da espécie *Hymenaea courbaril*.

Variáveis	Volume das peças
	Coefficiente de Correlação - r
DAP das árvores exploradas	0.631
Comprimento Médio	0.248
Diâmetro Médio	0.512
Número de Peças	0.762

Porém, para as outras variáveis a correlação apresenta valor de 0,5 chegando até 0,2. Tais valores são baixos, pois para correlação ser boa esta deve ser o mais próximo possível de 1, fato este que não ocorreu entre essas variáveis. Este resultado pode ser atribuído pela grande variação ocorrida nas variáveis envolvidas, ou ainda, pelo número de unidades de amostra reduzido para explicar a correlação. Por se tratar de resíduos de copas de árvores essas variações se intensificam, visto que as peças retiradas da copa variam bastante em número, comprimento e diâmetro das peças.

2.5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- *Manilkara huberi*: A espécie possui volume aproveitável para produção de madeira serrada. Todavia, tal volume poderia apresentar valores mais expressivos se as peças de resíduos de copa da espécie fossem menos tortuosas e com menor ocorrência de rachaduras que são decorrentes da derruba da árvore e da anatomia da madeira que é propícia para rachadura. Tal fato diminuiu, consideravelmente, o potencial volumétrico aproveitável dos resíduos de copas de árvores desta espécie;
- *Hymenaea courbaril*: Apesar de a espécie apresentar pouca abundância na área (0,23 arv/ha), as peças de resíduos aproveitáveis apresentaram maiores diâmetros, pouca ocorrência de tortuosidades e menor ocorrência de rachaduras,

proporcionando um maior volume de resíduos aproveitáveis para a produção de madeira serrada.

REFERÊNCIAS

_____. FÓRUM NACIONAL DAS ATIVIDADES DE BASE FLORESTAL. **Resíduos de madeira geradores de receita**. ABIMCI. 2009. (Artigo Técnico, 4).

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado**: Espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998.

AYRES, M.; AYRES-JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 4.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. 318 pp.

BRAND, M. A. et al. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. **Revista Floresta**, v. 32, n. 2, p. 247-259, 2002.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Espécies arbóreas da Amazônia**, n. 4: *Manilkara huberi*, *Manilkara huberi*. Belém, 2004.

ESPÉCIE adequada para construção e móveis. **REMADE**. Revista da Madeira. n. 86. dez, 2004.

INDUSTRIALIZAÇÃO viabiliza custo de madeira. **REMADE**. Revista da madeira, n. 91, nov, 2005.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL DO PARÁ - IDEFLOR. **Plano Safra Florestal 2010**. Belém: IDEFLOR, 2010.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON. Boletim de preços da Amazônia. In: **IMAZON**. n. 09, jun, 2010.

JATOBÁ apresenta demanda no mercado externo. **REMADE**. Revista da Madeira. n.65, jul, 2002.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo, Ed. Plantarum, 1998. v.1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa, SP:Plantarum, 2002, v.2. p. 331.

JARA, E.R.P. **A geração de resíduos pelas serrarias**. São Paulo: IPT, 1987. (Boletim ABNT, n. 59).

RADAM. Projeto Radam Brasil. **Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins**. 1974.

PISOS e decks de madeira são clássicos na arquitetura. **REMADE**. Revista da Madeira, n. 100, nov, 2006.

SANQUETTA, C.; WATZLAWICK, L.; CÔRTE, A. ; FERNANDES, L. D. **Inventários Florestais: Planejamento e Execução**. Curitiba, Paraná, Brasil: Multi-Graphic, 2006.

SOUZA, M.R. Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais: experiência do laboratório de produtos florestais – IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas. WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANA. 1997, Curitiba. **Anais....** Curitiba, 1997. p. 49-70.

SUDAM/EMBRAPA. SNLCS. **Estudos climáticos do estado doPará, classificação (Köppen) e deficiência hídrica (Thorntwaite, Mather)**. Belém: SUDAM/EMBRAPA, 1993. p.26.

VIEIRA, R. S. **Pequenos objetos de madeira de Eucalipto: Possibilidade de aproveitamento de resíduo**. 2006. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

US\$ 9,58 BILHÕES: Novo recorde nas exportações do setor. **REMADE**. Revista da Madeira, n.118, fev, 2009.

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva da madeira serrada de Eucalipto para produção sustentável de habitações**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

3 RENDIMENTO APÓS PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE RESÍDUOS APROVEITÁVEIS DE COPA DA ESPÉCIE *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chenalier PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA

RESUMO: O beneficiamento de resíduos de exploração florestal oportuna o seu uso para produtos e subprodutos acabados, visto que existe uma demanda em larga escala para esses produtos. Desse modo, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o rendimento ou índice técnico de conversão volumétrico de resíduo de copa aproveitáveis para madeira serrada da espécie Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier). Foram desdobradas peças, advindos de resíduos (galhadas) das copas das árvores exploradas com DAP ≥ 50 cm. As peças retiradas do resíduo das copas atenderam aos critérios estabelecidos para o estudo, isto é, ter diâmetro igual ou maior que 40 cm e comprimento mínimo de 2,20 metros sem tortuosidades, além dos critérios de qualidade estabelecidos como sem rachaduras, ocos ou podridões. O rendimento em madeira serrada obtido para a espécie *Manilkara huberi* foi de 17%. O Coeficiente de Conversão Volumétrico – CCV para a espécie *Manilkara huberi* é de 5,6 m³ de resíduos aproveitáveis de copa para cada 1 m³ de madeira serrada. O produto de maior obtenção foi o piso.

Palavras-chave: Produção madeireira, resíduos de exploração florestal, Coeficiente de Conversão volumétrica, *Manilkara huberi*.

YIELD AFTER PROCESSING COARSE WOODY DEBRIS FROM CROWNS OF TREES OF *Manilkara huberi* (DUCKE) A. CHEVALIER TO PRODUCE LUMBER

ABSTRACT: There is a need for timber products and subproducts that can be made from woody debris. So, the objective of this study was to find a technical index for converting coarse woody debris from crowns of trees of *Manilkara huberi* Ducke A. Chevalier (maçaranduba) into lumber. Pieces of woody debris from crowns of harvested trees had 40 cm diameter and 2.20 m minimum length. The yield after processing coarse woody debris to produce lumber in the industry for *Manilkara huberi* was 17% and the Conversion Coefficient to Volume (CCV) was the relation of 5.6 m³ of coarse woody debris from tree crown to 1 m³ of lumber. The product of greatest achievement was the floor.

Key-words: Timber production, coarse woody debris, Conversion Coefficient to Volume, *Manilkara huberi*.

3.1 INTRODUÇÃO

A vasta área de florestas tropicais existentes no Brasil justifica o alto potencial madeireiro, principalmente, na região oriental amazônica que tem crescido nos últimos 20 anos, sendo o Estado do Pará o destaque desse crescimento por ser a região que mais produz madeira (VERÍSSIMO et al, 1992; VIEIRA, 2006). Isso pode ser comprovado através do número de fábricas de laminados e serrarias que passou de duas, com uma produção total de madeira de 8.600 m³ em 1970, para duzentos e trinta e oito, com uma produção de mais de 1,2 milhão de metros cúbicos em 1990 (VERÍSSIMO et al, 1992).

Atualmente, de acordo com levantamento realizado pelo Serviço Florestal Brasileiro - SFB e IMAZON, em 2009 foram identificadas 2.226 empresas madeireiras em funcionamento na Amazônia Legal, extraindo em torno de 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora nativa, o equivalente a 3,5 milhões de árvores. O estudo aponta que, aproximadamente, 47% dessa matéria-prima foram extraídas no Estado do Pará.

A grande demanda por produtos serrados é cada vez mais perceptível assim este mercado trata da utilização de resíduos lenhosos provenientes de exploração florestal para produção de madeira serrada. O aproveitamento de resíduos de copas aproveitáveis para fins de madeira serrada pode ser um novo mercado alternativo para agregar valor às empresas do ramo madeireiro podendo, ainda, ajudar sobremaneira a diminuição da demanda de matéria-prima das florestas nativas, agregando valor para as empresas madeireiras e beneficiando a comunidade local, através da abertura de emprego e renda (_____, 2009; ARAÚJO, 2003; BARBOSA et al, 2001).

O rendimento da matéria-prima (galhos de copa) em madeira serrada varia bastante entre as espécies e dentro da mesma espécie. Os fatores inerentes à qualidade, à classe diamétrica das toras e o tipo de produto final, influenciam, diretamente, nos valores de rendimento. Desta forma, qualquer previsão de produção deve levar em consideração estas variações. O aproveitamento e o beneficiamento da madeira serrada através de processamento mecânico sofre variação, também, de acordo com o nível tecnológico da indústria, da qualidade da matéria prima, da espécie e de outros fatores (ASSOCIAÇÃO..., 2003; SUDAM, 1981). Segundo Rocha (2002) e Stelle (1984), o rendimento pode ser afetado conforme a espécie que está sendo desdobrada, pela qualidade dos povoamentos de onde as árvores são provenientes, diâmetro, conicidade e comprimento das toras,

eliminação de defeitos na tora, subprodutos retirados a partir do desdobro, os equipamentos e técnicas utilizados no desdobro e a qualidade profissional dos operários.

O Coeficiente de Conversão Volumétrico – CCV, assim como o rendimento é influenciado pelos mesmos fatores, uma vez que o CCV é o inverso do rendimento. A importância de conhecer esse coeficiente está na elaboração das normas e das leis para controle e fiscalização do órgão ambiental, bem como para a facilidade na transformação de volume de resíduos para madeira serrada, pois a legislação vigente ainda não dispõe da informação sobre conversão de resíduo de copa em madeira serrada. Esse índice técnico será estimado, podendo ser um subsídio inicial para normatização.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Geral

Determinar o rendimento industrial e seu respectivo Coeficiente de Conversão volumétrico - CCV de resíduos aproveitáveis de copas gerados pela exploração florestal da espécie Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke A. Chenalier) após processamento industrial, na empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda, Fazenda ABC, no município de Portel, Pará.

3.2.2 Específicos

- Determinar o rendimento e CCV a partir da transformação de resíduos de copas das espécies *Manilkara huberi* em madeira serrada (produtos e subprodutos acabados);
- Determinar o Coeficiente de Conversão Volumétrico - CCV de resíduos de copas das espécies *Manilkara huberi* para fins de madeira serrada;
- Caracterizar a obtenção de produtos e subprodutos após desdobro de resíduos de exploração florestal.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado em uma unidade industrial pertencente à empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda, Fazenda ABC, localizada ao norte do município de Portel (Figura 4). A área da Fazenda ABC está situada mais próxima da cidade de Tucuruí, sendo que existem outras cidades próximas que são Breves, Melgaço e Pacajá. O complexo industrial pode ser localizado através do seguinte ponto geográfico: Latitude 02° 41' 58" S e Longitude 50° 31' 53" W.

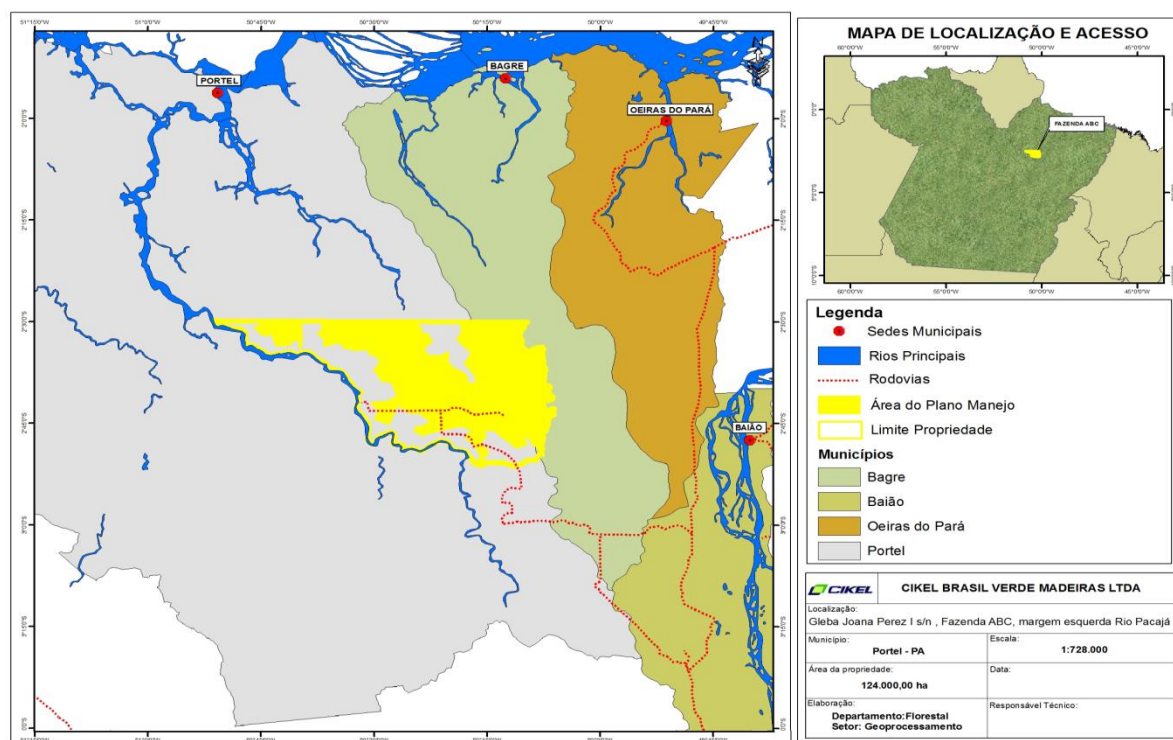


Figura 4- Mapa georreferenciado da área da propriedade (Fonte: Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda).

3.3.1.1. Estrutura da serraria

O processo de desdobro principal das toras foi realizado com uma serra-fita simples vertical de lâmina larga de 1,80 metros, possuindo um carrinho como sistema de alimentação até o corte. Posteriormente, a prancha produzida na serra-fita passa por uma multilâmina e em seguida por uma serra circular pendular (destopamento), além disso, em alguns casos, é utilizado a resserra para maior aproveitamento. O fluxograma do sistema produtivo é simples, sendo apresentado na Figura 5.

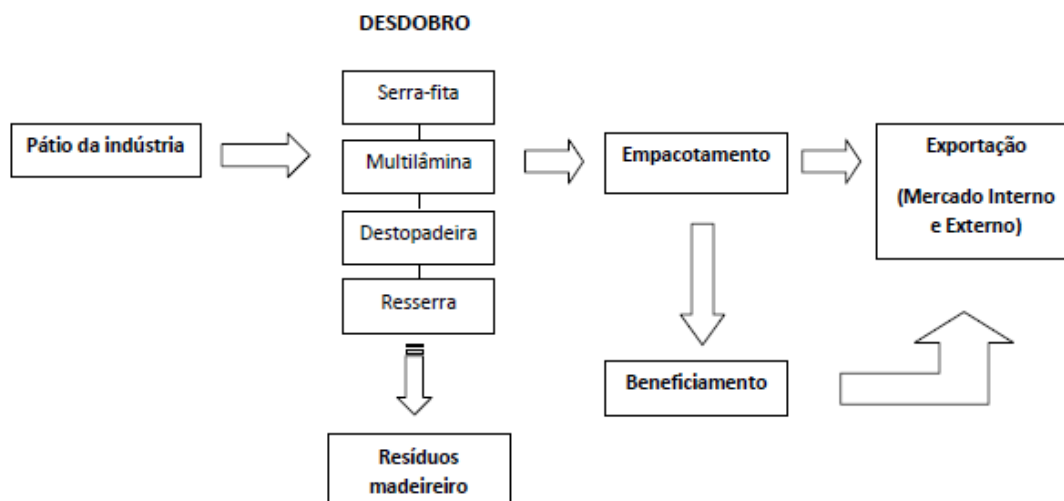


Figura 5- Fluxograma do processo de desdobro na indústria da empresa Cikel Brasil Verde Madeiras.

Na serraria (Galpão I) adotou-se duas classificações para os produtos e subprodutos serrados: uma refere-se à produtos de qualidade classe 1 e outra de qualidade classe 2. A produção de classe 1 é destinada ao mercado externo, principalmente, já as de classe 2 é para o mercado externo e interno. A indústria utiliza somente madeira de florestas nativas. O estudo foi conduzido na indústria com o galpão que comporta a serraria de apenas uma linha de produção, conforme Figura 6.

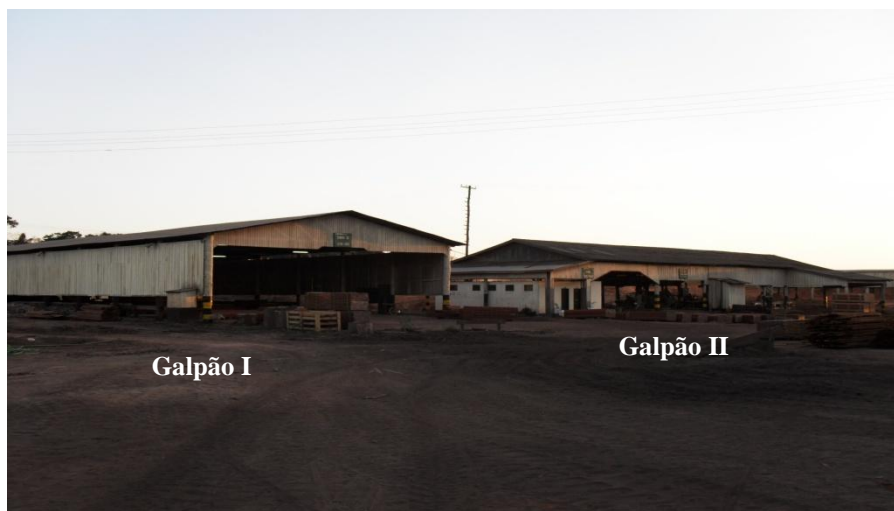


Figura 6- Serraria da empresa Cikel ABC (Galpão I).

As técnicas e as características das máquinas na serraria da empresa possibilitam, principalmente, o desdobro de toras com grande amplitude diamétrica, sendo dispensado um tratamento individualizado para cada tora, que, apesar de mais lento, resulta em um maior rendimento no processo de conversão da tora em peças com geometria quadrada e retangular. Porém, no caso de resíduos oriundos de galhadas, as toras são mais curtas o que demandaria maquinários ajustados para desdobro de toras curtas, contudo a serraria que foi realizada o processamento mecânico não é adequada para desdobro desse tipo de toras.

3.3.2 Coleta de dados

Foi escolhida a espécie *Manilkara huberi* por apresentar atributos de grande importância econômica no mercado (EMBRAPA, 2004; LORENZI, 1998, 2002; ESPÉCIE..., 2004; PISOS..., 2006), por ocorrer em grande abundância nas florestas pertencentes a empresa Cikel Brasil Verde, e sobretudo por obter uma alta demanda para exportação de produtos semi-acabados desta espécie (JATOBÁ..., 2002; ESPÉCIE..., 2004).

O material disponibilizado para a realização do estudo na serraria procedeu de uma área de floresta contígua da empresa Cikel (Fazenda Martins). A madeira (resíduo), que foi transportada até o pátio da indústria apresentava comprimento mínimo de 2,20 metros, uma vez que a serraria processa apenas toras longas. O diâmetro mínimo admitido foi de 40

centímetros. Ao chegar ao pátio da indústria as toras foram mensuradas, para proceder o cálculo do volume geométrico das toras.

a) Volume geométrico das toras

Para a determinação do volume geométrico foram coletadas 30 toras da espécie *Manilkara huberi* de comprimentos e diâmetros diferenciados. Este volume foi obtido através do comprimento da tora e da média das circunferências/diâmetros. A medição foi realizada na floresta no momento da seleção dos resíduos aproveitáveis e na serraria para obtenção do volume inicial.

Para a determinação do volume geométrico das toras mensurou-se 30 toras de tamanhos variados da espécie *Manilkara huberi*. Assim sendo, obteve-se o volume geométrico dado pela seguinte fórmula:

$$VGR = 0.079537 \times C^2 \times L \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

Constante $0,079537 = 1/4\pi$

VGR - volume geométrico do resíduo, m³;

C - média da circunferência medida nas três posições do resíduo, m;

L - comprimento do resíduo, m;

b) Volume do serrado produzido apartir do desdobro

O volume do serrado foi obtido através da cubagem de cada peça, medindo-se o comprimento (Figura 7A), a largura da peça (Figura 7B) e a espessura (Figura 7C).

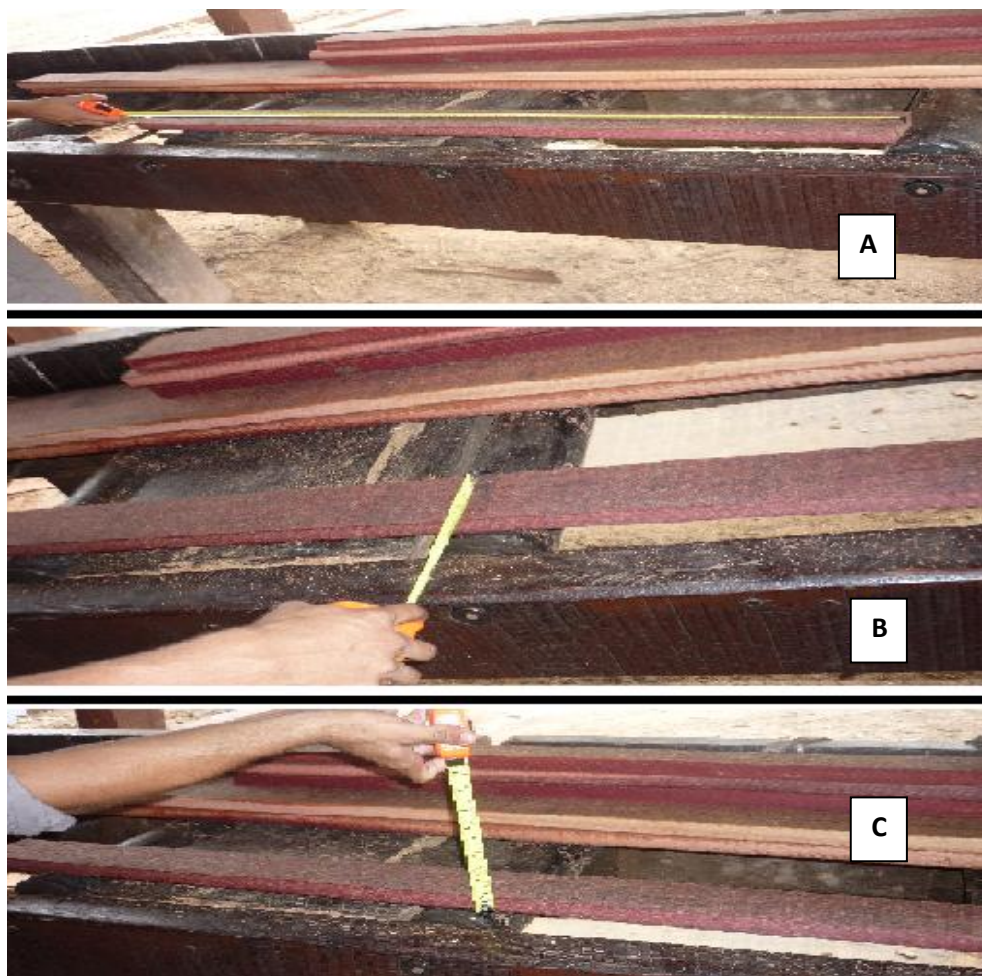


Figura 7- Cubagem dos serrados produzidos. A) Medição do comprimento; B) Medição da largura; C) Medição da espessura.

Para determinar o volume do serrado após o desdobro foi realizado através da fórmula: $V_i = L \times E \times C$

Considerando que,

- V_i - Volume individual de cada peça, m^3 ;
- L - Largura da peça, m;
- E - Espessura da peça, m;
- C - Comprimento da peça, m.

Assim, o volume de madeira serrada foi obtido pela somatória dos volumes individuais de cada peças (V_i), dado por:

$$VS = \sum_{i=1}^n Vi \quad (\text{Equação 3})$$

Onde,

VS = Volume Serrado, m³

c) Volume de resíduos produzidos após o desdobro

O volume de resíduo industrial foi determinado através da diferença entre o volume geométrico da tora e o volume de serrados obtidos no processamento mecânico, utilizando a seguinte equação:

$$VRI = VGR - VS \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo:

VRI - volume de resíduo industrial, m³.

VGR – volume geométrico do resíduo, m³.

VS - volume de serrados, m³.

As toras (resíduos) serradas foram aproveitadas conforme a sua possibilidade de transformação em serrados (produtos e subprodutos), como: piso sólido, *garden tiles*, caibros e *stakes* (Figura 8).



Figura 8 - Produtos e subprodutos. A) piso sólido; B) *garden tiles*; C) caibros e stakes

3.3.3 Rendimento volumétrico e Coeficiente de Conversão Volumétrico – CCV

O rendimento volumétrico mede a relação entre o volume de madeira serrada e o volume de toras desdobradas. Este assinala o nível de aproveitamento das toras e pode ser afetado de diferentes formas (ASSOCIAÇÃO..., 2003).

Para a determinação do Rendimento, que é a relação entre o volume de madeira serrada que se obtém e o volume de toras que são usadas para o processamento, será empregado a equação citada por Rocha (2002). O rendimento será expresso em percentagem e o Coeficiente de Conversão Volumétrico - CCV será dado em unidade métrica. Sendo assim a fórmula é dada por:

$$R = \frac{VS}{VGR} \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Sabendo-se que:

R - rendimento, em percentagem (%);

VS - volume da madeira serrada, m³.

VGR - volume geométrico do resíduo em tora, m³.

O Coeficiente de Conversão Volumétrico (CCV) foi calculado conforme fórmula abaixo:

$$CCV = \frac{1}{R} \quad \text{(Equação 6)}$$

Considerando que:

CCV - Coeficiente de Conversão Volumétrico;

R - Rendimento

3.3.4 Análise estatística

Com a finalidade de garantir uma precisão aceitável para os valores das taxas de aproveitamento, definiu-se então 30 unidades de amostras para a espécie *Manilkara huberi*, sendo que o limite de erro máximo admissível foi de 10% a um nível de 95% de probabilidade.

Assim, determinou-se as estatísticas descritivas referentes a média (\bar{X}), desvio padrão (s), Erro Padrão da Média ($S_{\bar{x}}$), Coeficiente de Variação (CV%) e os demais parâmetros que permitiram determinar, em função da variação observada entre as unidades de amostra, o número de unidades (n) que seriam necessárias para atender a precisão inicialmente requerida ($E = 10\%$), calculado através da fórmula abaixo:

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{(E\%)^2} \quad \text{(Equação 7)}$$

Considerando que:

n - Número de unidades de amostra necessárias para atender um erro máximo admissível de 10 % ao nível de 95% de probabilidade;

CV - Coeficiente de Variação (%);

t - Valor de “ t ”, obtido na tabela t com base no grau de liberdade e $\alpha = 0,05$;

$E\%$ - Erro de 10% máximo admissível;

O erro de amostragem - $E_A(\%)$ proporcionado pelas unidades de amostra utilizadas foi calculado através da seguinte equação:

$$E_A \% = \frac{t \cdot s_{\bar{x}}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (\text{Equação 8})$$

Considerando que:

t - Valor de “ t ”, obtido na tabela t , com base no gl e $\alpha = 0,05$;

$E_A\%$ - Erro obtido com as unidades de amostra utilizadas;

$s_{\bar{x}}$ - Erro padrão da média;

\bar{X} - Média.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.4.1 Rendimento e Coeficiente Conversão Volumétrico - CCV

Na Tabela 6 encontram-se os rendimentos de serrados no processamento primário da tora. A espécie Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke Chevalier) apresentou rendimento médio do serrado de 17%, tendo como consequência um quantitativo de 15,32 m³ de resíduos madeireiros gerados no processamento, isto é, 81% não foram aproveitados viraram resíduos. Isso representa um custo significativo na etapa de transporte, isto é, mais da metade do material transportado não foi transformado em madeira serrada.

Tabela 6- Volume, Rendimento do serrado, Resíduo industrial e CCV da espécie *Manilkara huberi*

Espécie	Volume (m ³)			Rendimento do serrado (%)	Resíduo industrial (%)	CCV
	Peças de resíduo de copa/toras	Serrado	Resíduo			
<i>Manilkara huberi</i>	18.92	3.35	15.32	17%	81%	5.6

Segundo observações no campo, o rendimento baixo dos resíduos de copas pode ser explicado por certas imperfeições que a peça de resíduo de copa apresenta, tais como pequenas tortuosidades, curvaturas, excentricidades e nós, decorrendo em grandes perdas no desdobro, mesmo que essas peças tenham atendidos aos critérios iniciais de seleção. Stelle (1984) confirma que a qualidade de toras influencia no rendimento.

Outro fator que influenciou o rendimento de maneira considerável foi a estrutura da serraria, pois está não estava adequada para toras curtas e sim, para toras longas. Isto causou perdas na seleção das peças que não foram desdobradas por conta da dimensão que se encontrava abaixo do que poderia ser recebido pelo carro que comportava as toras.

Certamente, o rendimento de resíduos de copa seria aumentado e muito se a serraria tivesse um setor para desdobro de toras curtas (resíduos provenientes das copas das árvores abatidas). Araújo (2003), em seu estudo com serrarias, afirma que a grande problemática das serrarias está na defasagem tecnológica, pois esta é um dos fatores que mais compromete a produtividade das empresas, por isso é necessário investimento e incentivo à pesquisa na área tecnológica, para que sejam introduzidas novas técnicas que maximizem a utilização da matéria-prima e dos resíduos.

Na realidade, o que se observa é que as empresas do ramo madeireiro não investem em equipamentos para as serrarias e muito menos em inovação tecnológica. Silva (2000) confirma que a agregação de valores aos produtos madeireiros é comprometida em virtude do descomprometimento do setor madeireiro local com a inovação tecnológica e aperfeiçoamento na produção. Defende, ainda, a importância em se investir não apenas no processamento primário, como também na transformação da madeira em produtos industrializados diferenciados, gerando assim benefícios econômicos e sociais com agregação de recursos à cadeia produtiva.

Segundo Carré et al (1992), Vidal et al (1997) e Veríssimo et al (2002), o fuste comercial varia de 40% a 65%, isto é, a metade da tora é transformada em resíduos e isso ocorre em função do tipo da madeira e, também, tecnologias aplicadas. Fontes (1989) cita ainda que o rendimento varia de 25% a 70%, levando-se em consideração um conjunto de espécies. Para Rocha (2002), o rendimento no desdobro varia de 45% e 55% para folhosas.

Fazendo-se uma breve comparação entre o rendimento do fuste comercial com o rendimento obtido de resíduos de copas, o fuste comercial é mais retilínea, sem rachaduras ou tortuosidades, o resíduo, porém, apresenta todos esses problemas que o diferencia bastante do fuste comercial.

A geração de resíduos industriais na produção de madeira serrada a partir de resíduos de copas aproveitáveis chega a 81%. Esse resultado elevado se deve pela qualidade das peças. O fato de se tratar de resíduo a perda se torna acentuada no rendimento e, principalmente, como dito anteriormente, pela estrutura da serraria que não oferece condições tecnológicas adequadas para o desdobramento das peças.

O Coeficiente de Conversão Volumétrico para a espécie *Manilkara huberi* foi de 5,6 m³ de resíduo de copas para 1 m³ de madeira serrada. O resultado apresentado é alto em relação aos demais índices que se encontram na IN nº 112/2006 do IBAMA/MMA, incluindo ao que faz referência ao CCV que converte lenha para carvão vegetal (CCV=3,0). Esse resultado se deve aos mesmos fatores que influenciam negativamente o rendimento.

Tabela 7- Rendimento de resíduo de copa em madeira serrada da espécie *Manilkara huberi*

Estatística Descritiva	<i>Manilkara huberi</i>			
	Volume das	Volume		
	Volume Serrado	Peças de resíduos	Resíduo industrial	Rendimento Industrial
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(%)
Média	0.11	0.63	0.51	17
Desvio Padrão	0.09	0.43	0.4	11
Erro Padrão da média	0.02	0.08	0.07	2
Coeficiente de Variação (%)	75.16	68.19	78.40	56
Mínimo	0.02	0.27	0.19	3
Máximo	0.43	2.29	2.02	49
Intervalo de Confiança (inferior)	0.09	0.5	0.39	16
Intervalo de Confiança (superior)	0.14	0.76	0.64	23
n calculado (E = 10%)	161.37	132.81	175.55	88.25
n necessário	162	133	176	89
E_A (%)	23	21	24	17

O rendimento apresentou peças de resíduos que variou de 3% a 49% (Tabela 7). Na estatística descritiva, através do n calculado pode-se observar que houve insuficiência de amostra. Seriam necessárias o processamento de 89 toras para a obtenção de dados de rendimento com um erro máximo aceitável de 10% ao nível de 95% de probabilidade. de realização do estudo do rendimento. Deste modo, o rendimento de 17% encontrado apresenta um erro de estimativa de 17% ao nível de 95% de probabilidade.

O coeficiente de variação (56%) foi elevado para o rendimento, bem como para as outras variáveis. Isso mostra que existe uma variação muito grande nas dimensões do resíduo, por isso seria necessário um número maior de amostras para diminuir essa variação.

3.4.2 Produtos e subprodutos obtidos

A Tabela 8 apresenta a média de dimensões dos produtos e subprodutos obtidos.

Tabela 8- Dimensões médias de madeira serrada processada

Espécie (Produto/subproduto)	Dimensões médias do serrado (m)		
	Comprimento	Largura	Espessura
<i>Manilkara huberi</i> (Piso)	1.44	1.01	0.66
<i>Manilkara huberi</i> (Garden tiles)	1.10	0.80	0.26
<i>Manilkara huberi</i> (Stake)	1.71	0.85	0.41
<i>Manilkara huberi</i> (Caibro)	3.00	0.50	0.24

Segundo a produção realizada pela empresa, obteve-se os produtos e subprodutos apresentados na Tabela 9.

Tabela 9- Volume por produto e subproduto obtido

Beneficiamento	Descrição	m³	%
Produto	Piso	2.40	72%
	<i>Garden tiles</i>	0.40	12%
Subproduto	Caibros	0.01	0%
	<i>Stakes</i>	0.54	16%
TOTAL		3.35	100%

O produto principal (piso) apresentou um volume maior, sendo 2,40 m³ de piso (72%). A produção dos subprodutos caibros e *stakes* apresentou volume reduzido, bem como o *garden tiles*. O subproduto como caibro foi pouco processado (Tabela 9), porque sua dimensão em comprimento é maior (Tabela 8), uma vez que no mercado é demandado tamanho padronizado e para reaproveitamento é mais viável produzir peças de menor dimensão, pois o rendimento é melhor.

Os produtos apresentados na Tabela 9 são potenciais para produção a partir de resíduos de copa, além desses produtos e subprodutos o resíduo de copas pode ser utilizado para produção de Pequenos Objetos de Madeira - POM's, pois teria um aproveitamento maior da madeira (VIEIRA, 2006).

3.5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que:

- O rendimento da *Manilkara huberi* é baixo e pode ser melhorado com a mudança da tecnologia aplicada e maquinário apropriado para desdobro de toras curtas, isto é, adicionando na serraria tradicional um setor que desdobrasse apenas resíduos de copas/toras curtas;
- O CCV apresentado foi alto (5,6 m³ de resíduo de copas para 1 m³ de madeira serrada), demonstrando o baixo aproveitamento das peças de resíduos das copas das árvores para fins de madeira serrada, decorrente da qualidade das peças processadas e pela inadequação das máquinas e equipamentos utilizados durante o beneficiamento na serraria.

- Todos os produtos e subprodutos tem potencial para serem produzidos, com exceção do caibro, pois este tem uma dimensão elevada para reaproveitamento.

3.6 RECOMENDAÇÃO

- Realizar estudo econômico de resíduos aproveitáveis para madeira serrada;
- Realizar o mesmo estudo com maquinário adequado e número suficiente de peças de resíduos, abrangendo para outras espécies;
- Realizar estudo de rendimento para outras espécies, principalmente, aquelas consideradas de maior relevância econômica para o mercado.

REFERÊNCIAS

_____. FÓRUM NACIONAL DAS ATIVIDADES DE BASE FLORESTAL. **Resíduos de madeira geradores de receita**. ABIMCI. 2009. (Artigo Técnico, 4).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Produtos de madeira sólida**. Estudo Setorial, 2003.

ARAÚJO, H. J. B. **Aproveitamento de resíduos das indústrias de serrarias do Acre para fins energéticos**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 38p. (EMBRAPA Acre. Documentos, 82).

BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. J.; ABREU, R. L. S. **Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central**. 2001.

CARRÉ, J. Et al. : SCHENKEL, E. C. Biomass Characteristics and combustion process In: **workshop: Designs and selection of biomass boilers**, Yogojakarta, 1992.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Espécies arbóreas da Amazônia, n. 4: Manilkara huberi**, Manilkara huberi. 2004.

ESPÉCIE adequada para construção e móveis. **REMADE**. Revista da Madeira. n. 86. dez, 2004.

FONTES, P. J. P. **Aproveitamento energético da madeira derivada dos desmatamentos em Rondônia**. Brasília: IBAMA/DIRPED/LPF, 1989. (Série Técnica, n. 9).

IBAMA/MMA. **Instrução normativa n. 112** de 21 de Agosto de 2006.

JARA, E. R. P. **A geração de resíduos pelas serrarias**. São Paulo: IPT, 1987. (Boletim ABNT, n. 59).

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, 1998. v. 1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa, SP:Plantarum, 2002. v.2. p. 331.

PISOS e decks de madeira são clássicos na arquitetura. **REMADE**. Revista da Madeira, n. 100, nov, 2006.

ROCHA, M. P. **Técnicas e planejamento em serrarias**. Ed. rev. ampl. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2002. 121 p.

STEELE, P. H. **Factors determining lumber recovery in sawmilling**. Madison: US. Forest Service. 1984, 8 p. (General Technical Report. FPL, n. 39).

SUDAM. Centro de Tecnologia da Madeira. **Rendimento em serraria de trinta espécies de madeiras amazônicas**. Belém, 1981. 186 p.

SOUZA, M.R. Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais: experiência do laboratório de produtos florestais – IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas. In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANA. 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1997. p. 49-70.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; LENTINE, M. **Pólos Madeireiros do Estado do Pará**. Belém: IMAZON. 2002. 72p.

VIDAL, E.; GERWING, J.; BARRETO, P.; AMARAL, P.; JOHNS, J. **Redução de desperdícios na produção de madeira na Amazônia**. Belém: IMAZOM, 1997.18p.(Série Amazônica, 5).

VIEIRA, R.S. **Pequenos Objetos de Madeira de Eucalyptus: Possibilidade de aproveitamento de resíduo**. Lavras: UFLA, 2006. 99 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aproveitamento de resíduos das galhadas de árvores exploradas para fins de madeira serrada é uma alternativa que agrega valor ao resíduo que antes era vendido na sua forma bruta, agora poderá ser beneficiado e vendido a um valor maior. Além disso, através desse estudo, pôde-se visualizar o potencial quantitativo de resíduos que são deixados na floresta que podem ser aproveitados na indústria, diminuindo a pressão nas florestas em pé e gerando emprego e renda para comunidades locais.

Aliado a esses benefícios citados acima, pode-se aproveitar os resíduos da floresta para produção de madeira serrada das espécies de alto valor econômico como: Cedro, Itáuba, Ipê amarelo e Roxo e o Mogno que possui legislação específica para sua extração e comercialização.

Porém, para a eficácia de aproveitamento desses resíduos é necessário investimento na adequação da indústria de transformação e equipamentos que ofereçam qualidade para os produtos escolhidos.

Outra consideração importante é que pelo fato da floresta nativa explorada apresentar potencial de resíduos aproveitáveis existe a possibilidade de produzir não só madeira serrada, mas também, outros produtos de pequena dimensão: como os POM (Pequenos Objetos de Madeira).

Os resultados de produção de madeira serrada a partir de resíduos de copas de árvores são valores pioneiros que podem ser expandidos para estudos em outras espécies, bem como para buscar a normatização para a legislação ambiental, especificamente, para complementar a IN nº 112/2006 do IBAMA/MMA. Para tanto recomenda-se a realização de mais trabalhos para ratificação dos resultados obtidos no presente estudo.