

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

RUAN BRUNO BEZERRA SALES

RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE TRÊS ESPÉCIES TROPICAIS; ITAÚBA (*Mezilaurus itauba*), ANGELIM PEDRA (*Hymenolobium petraeum* Ducke) E CUPIÚBA (*Goupia glabra*).

Itacoatiara – AM
2017

RUAN BRUNO BEZERRA SALES

RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE TRÊS ESPÉCIES TROPICAIS; ITAÚBA (*Mezilaurus itauba*), ANGELIM PEDRA (*Hymenolobium petraeum* Ducke) E CUPIÚBA (*Goupia glabra*).

Monografia apresentada ao Curso em Engenharia Florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara – (CESIT) UEA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Dr. Judibal Carvalho Cabral.

Co-orientador: MSc. Klinger Renasson Pereira Leitão

Itacoatiara – AM
2017

*“Aquele que sai chorando enquanto lança a semente, voltará
com cantos de alegria trazendo os seus feixes.”*

Salmos 126:6

DEDICATÓRIA

Por todo amor, carinho, cuidado e compaixão por mim, dedico essa conquista ao meu Deus Pai todo Poderoso, aos meus queridos pais Afonso de Sá Sales e Sidya Bezerra Sales. E em especial minha saudosa e inestimada avó, Sebastiana Da Cunha Bezerra (*In Memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus Todo Poderoso por sua misericórdia e amor incondicional por mim, devo tudo a Ele, declaro que toda honra, glória e louvor sejam dadas a Ele.

Agradeço de todo coração a meus queridos pais Afonso de Sá Sales e Sidya Bezerra Sales por todo amor, carinho e paciência, pelas suas orações e por todo apoio e incentivo nessa caminhada, por acreditarem em mim e no meu potencial, me ensinando a ser um homem justo, trabalhador e a correr atrás dos meus sonhos. Aos meus Irmãos Rianne C. Bezerra Sales, Késsia R. Bezerra Sales e Matheus R. Bezerra Sales, que sempre me incentivaram e são pessoas extremamente importantes para mim.

A minha amiga e namorada, Rebeca M. Amed Martins, por todo amor, carinho, dedicação, apoio e incentivo nessa jornada, por estar presente em todos os momentos.

A minha avó Tereza de Sá Sales por me sustentar com suas orações, aos meus familiares que sempre estão me apoiando com palavras carinhosas.

Quero agradecer aos meus companheiros de curso Ytla Ambrósio, Flanildo Neto, Paulo Sena, Neemias Barreto, Alexandro, Susane, Eduardo, Marlesson, Attos Ribeiro, Luana Barauna, Gutemberg, Laís Mineiro, Vivi, Raissa e todos amigos que fiz no decorrer do curso, que tornaram tudo mais divertido, e que em muita das vezes eram a razão de eu estar ali todos os dias.

Agradeço a todos os professores do curso de Engenharia Florestal que me ajudaram e que se tornaram grandes amigos, em especial aos professores Luís Antônio, Eduardo Mafra, Judibal Cabral, Ademir Castro, Louri Klemann, Mario Humberto.

Agradeço o apoio do Klinger Renasson e Hidelbrando Rodrigues que tiveram sua colaboração para a realização deste trabalho.

À Universidade do Estado do Amazonas – UEA, por ofertar este curso.

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de levantar dados e informações técnicas referentes ao rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos das espécies tropicais Itaúba (*Mezilaurus itauba*), Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke) e Cupiúba (*Goupia glabra*). Foram selecionadas 20 toras, onde se tem 8 de Itaúba, 5 de Angelim Pedra e 7 de Cupiúba. Constatou-se que entre as 3 espécies estudadas o Angelim pedra, foi a espécie que apresentou o maior rendimento 58,5%, e a espécie que apresentou o menor rendimento foi a Cupiúba 41,6%, por apresentar a presença de toras ocadas e tortuosas, conseqüentemente, foi a que apresentou a maior geração de resíduo durante a operação de desdobro. O estudo demonstra não haver diferença significativa com o rendimento para o Angelim Pedra e a Itaúba, diferenciando-se apenas a Cupiúba.

Palavras-chave: Serraria. Rendimento. Resíduo

ABSTRACT

The objective of this work was to collect data and technical information regarding the yield of sawn wood and quantification of residues of the tropical species Itaúba (*Mezilaurus itauba*), Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke) and Cupiúba (*Goupia glabra*). Twenty logs were selected, with 8 from Itaúba, 5 from Angelim Pedra and 7 from Cupiúba. It was verified that among the 3 species studied the Angelim stone was the species that presented the highest yield 58.5%, and the species that presented the lowest yield was Cupiúba 41.6%, because it had the presence of logs and was the one that presented the largest residue generation during the unfolding operation. The study shows that there is no significant difference with income for Angelim Pedra and Itaúba, differing only in Cupiúba.

Keywords: Sawmill. Yield. Residue

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1.	PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA ITAÚBA.....	23
QUADRO 2.	PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO ANGELIM-PEDRA.....	23
QUADRO 3.	PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA CUIPIÚBA.....	24
TABELA 1.	RENDIMENTO TOTAL DA SERRARIA POR ESPÉCIE E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS PELAS ESPÉCIES UTILIZADAS NO ESTUDO.....	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	A) PRINCIPAIS PRODUTORES DE MADEIRA TROPICAL EM TORA NO MUNDO. B) PRINCIPAIS PRODUTORES DE MADEIRA	17
FIGURA 2.	FOTO DA CASCA E DA MADEIRA DA ESPÉCIE ITAÚBA (<i>Mezilaurus itauba</i>)	20
FIGURA 3.	FOTO DA CASCA E DA MADEIRA DA ESPÉCIE ANGELIM-PEDRA (<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke)	21
FIGURA 4.	FOTO DA CASCA E DA MADEIRA DA ESPÉCIE CUIÚBA (<i>Goupia glabra</i>)	22
FIGURA 5.	RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA MADEIRA SERRADA	28
FIGURA 6.	MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO DA ÁREA DE PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DA EMPRESA SÃO MARCOS COMERCIO DE MADEIRAS LTDA	29
FIGURA 7.	DESDOBRO DA TORA; TRANSFORMAÇÃO DA MADEIRA SERRADA	32
FIGURA 8.	SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SERRARIA SÃO MARCOS COMERCIO DE MADEIRAS	32
FIGURA 9.	MENSURAÇÃO DA TORA (DB;DT)	34
FIGURA 10.	MENSURAÇÃO COMPRIMENTO DA TORA; MARCAÇÃO DA TORA	35
FIGURA 11.	MENSURAÇÃO DAS PEÇAS DE MADEIRA SERRADA	36

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1 REVISÃO DE LITERATURA	16
1.1 – AMAZÔNIA	16
1.2 – A INDÚSTRIA MADEIREIRA NO AMAZONAS	17
1.3 – ESPÉCIES TROPICAIS	18
1.4 – ESPÉCIES ESTUDADAS	19
1.4.1 Itaúba (<i>Mezilaurus itauba</i>)	19
1.4.2 Angelim pedra (<i>Hymenolobium petraeum</i>)	20
1.4.3 Cupiúba (<i>Goupia glabra</i>)	21
1.5 – RENDIMENTO EM UMA SERRARIA	25
1.6 – FATORES QUE AFETAM O RENDIMENTO DE MADEIRA SERRADA	26
1.7 - MÉTODOS PARA DETERMINAR OU ESTIMAR O COEFICIENTE DE RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DE SERRARIAS	26
1.8 – RESÍDUOS NA SERRARIA	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1- LOCAL DE ESTUDO	29
2.2 – PERFIL DA SERRAIA	30
2.3 – ESPÉCIES ESTUDADAS	31
2.4 - OBTENÇÃO DO VOLUME DE RENDIMENTO E RESÍDUO DAS TORAS	32
2.4.1 - Cubagem das toras	32
2.4.2 – Determinação do volume de madeira serrada	34
2.4.3 – Obtenção do volume de resíduos	35
2.5 – ANÁLISE ESTATÍSTICAS	35

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1 RENDIMENTO POR ESPÉCIE	36
3.2 QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS	38
4 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
APÊNDICES	45
ANEXO	48

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira possui 470 milhões de hectares de florestas tropicais, e aproximadamente 75% são florestas públicas e o restante são terras devolutas. Essa grande área florestal favorece atividades de exploração e desdobro de toras de árvore que é importante para a economia da região, além de outras atividades como a mineração e agropecuária. No ano de 2009, foram identificadas 2.227 indústrias madeireiras em funcionamento na região, sendo 60% delas serrarias. Foram extraídos neste mesmo ano estimados 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora, que resultaram em 5,8 milhões de metros cúbicos de madeira processada (SFB e AMAZON, 2010). No entanto, as atividades que beneficiam as toras dependem de seu rendimento para produção de madeira.

O rendimento de madeira serrada é a relação do volume de madeira em tora e o volume final dessa madeira desdobrada, esse rendimento está relacionado com o padrão de tecnologia empregado, o tipo e tamanho da indústria madeireira. De acordo com Oliveira et al. (2003), 80% do volume de madeira produzido na Amazônia Brasileira, provem de pequenas empresas com baixo padrão tecnológico, levando a um maior desperdício.

O posicionamento das toras, o número de cortes, o dimensionamento dos blocos ou pranchas e a eliminação dos defeitos das toras são outros fatores que afetam diretamente o rendimento. Esses fatores estão relacionados com o tipo e a qualidade dos produtos obtidos e, conseqüentemente, os custos de produção e receitas geradas (IWAKIRI, 1984; OLIVEIRA et al., 2003). Na realidade, é um conjunto de fatores que dificilmente pode ser otimizado sem a existência de ferramentas adequadas (WIPIESKI et al., 2002). Após as operações de desdobro das toras, há geração de resíduos que são em forma de costaneiras, pó de serra e pontas de peças (GARCIA et al., 2012). A quantidade é maior quando as peças são aparadas para padronizar a largura, o comprimento e a espessura, produzindo aparas, cavacos e/ou maravalhas.

O rendimento também sofre variações de acordo com as espécies e com as características dos produtos beneficiados (IWAKIRI, 1984; OLIVEIRA et al., 2003). Nas serrarias fundamentadas em projetos convencionais, a escolha da maneira pela qual as

toras serão processadas depende de experiência dos operadores. Na prática, e na maioria dos casos a decisão é aleatória (BIASI, 2005). Devido a deficiência tecnológica e do pouco conhecimento das espécies, talvez o maior problema enfrentado pela indústria de madeira serrada seja o baixo aproveitamento da matéria-prima, o que acarreta em aumento do custo do produto final e uma grande geração de resíduos (BIASI e ROCHA, 2007). Além de questões sobre sustentabilidade da exploração dos recursos florestais. Isso tem levado as indústrias a pensarem nas vantagens do aproveitamento dos resíduos como fonte alternativa de combustível ou de utilizá-los como matéria-prima para outros produtos. (FONTES, 1994)

Estudos sobre rendimento de madeira serrada fornecem informações relevantes para análise do setor madeireiro. Por isso, a necessidade de estudos nesse mercado contribui significativamente para elaboração de estratégias e políticas para melhor aproveitamento dos recursos naturais, pois o conhecimento do rendimento volumétrico é o primeiro passo para compreender o comportamento de uma serraria, com relação as espécies desdobradas e o volume de madeira serrada produzida.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é a obtenção de dados referentes ao rendimento em madeira serrada, e a quantificação de resíduos para três espécies tropicais utilizadas na produção de madeira serrada.

OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Obtenção de dados técnicos sobre o rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos de três espécies tropicais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e avaliar o rendimento de madeira serrada
- Quantificar os resíduos sólidos gerados

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 – AMAZÔNIA

A Amazônia brasileira representa uma área de aproximadamente 3,6 milhões de km², o que equivale a 42% da área total do Brasil, onde se estima que existam cerca de 6.000 espécies arbóreas, cuja utilização comercial é limitada em aproximadamente 100, enquanto que o número de madeiras exportadas para os mercados mundiais representa apenas cerca de 12% deste total (GARCIA et al., 2012).

A característica mais marcante da Amazônia, é a floresta, que não esconde a grande variedade de ecossistemas, dentre os quais se destacam: matas de terra firme, várzeas, igapós, campos abertos e cerrados. Com uma variação tão grande de habitats, a Amazônia acaba por abrigar uma infinidade de espécies vegetais e animais.

Segundo Biasi e Rocha, (2007) as espécies florestais que estão localizadas na região amazônica estão distribuídas em grandes variedades de espécies, e devido esse aspecto muitas espécies não são utilizadas por algumas características indesejáveis tais como dimensões, peso, dureza, sílica, óleos, resinas, durabilidade. Muitas outras espécies não são utilizadas simplesmente porque suas características físicas e mecânicas ainda não são conhecidas.

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 consagrados nos mercados acima referidos (BIASI e ROCHA, 2007).

A Amazônia Legal que compreende os estados do Amazonas, Pará, Rondônia, Acre, Roraima, Amapá e parte dos estados do Maranhão, Mato grosso e Tocantins, enfrenta a questão dos crescentes aumentos nos custos dos insumos energéticos, o que tem levado as indústrias a pensarem nas vantagens do aproveitamento dos resíduos como alternativa de combustível ou de chapas de composição, como já é praticado nas regiões Sul e Sudeste com espécies de reflorestamento.

1.2 – A INDÚSTRIA MADEIREIRA NO AMAZONAS

No cenário mundial o Brasil está entre os três maiores produtores de madeira em tora e serrada do mundo. A produção de madeira em toras atingiu 235,8 milhões de metros cúbicos no ano de 2013, enquanto a de madeira serrada totalizou cerca de 49,6 milhões no mesmo período. Só no Brasil a produção de madeira tropical em tora chegou a 30,8 milhões de metros cúbicos enquanto que em madeira serrada foi de 16,2 milhões de metros cúbicos (Figura 1) (ITTO, 2014).

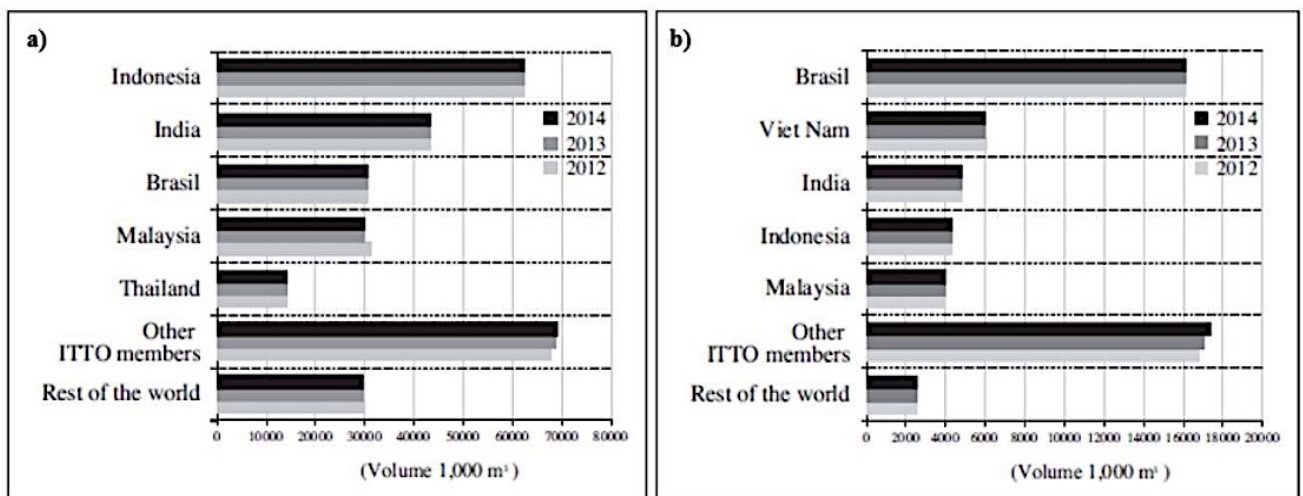


Figura 1: a) Principais produtores de madeira tropical em tora no mundo. b) Principais produtores de madeira serrada no mundo.

Fonte: ITTO (2014)

As florestas de terra-firme predominam na paisagem do Amazonas, mas, do ponto de vista madeireiro, têm tido uma participação insignificante ao produto interno bruto estadual do setor primário. Além das dificuldades comuns em toda a região amazônica, no Amazonas as questões inerentes à infraestrutura são potencializadas (LIMA et al., 2005).

Em termos de madeira, as florestas do Amazonas, representam um potencial enorme para o suprimento de matéria-prima para quaisquer indústrias florestais. Trata-se, entretanto, de um potencial passivo, atualmente sem liquidez, caracterizado pelo crescente “super exploração” e subutilização. O adequado aproveitamento desse potencial pode representar o atendimento da demanda dos países consumidores e riqueza para os países produtores. Caso contrário, as intervenções poderão produzir

efeitos negativos catastróficos (LIMA et al., 2005)

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 (BARBOSA et al., 2001).

1.3 – ESPÉCIES TROPICAIS

Os recursos florestais madeireiros existentes na região têm uma rica variedade de espécies, aproximadamente, 3.500 localizadas em áreas de terra firme e várzea (OLIVEIRA e AMARAL, 2004).

No entanto, as espécies mais utilizadas para desdobro em serrarias da região amazônica são: angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke); louro (*Nectandra rubra* e *Ocotea spp*); jacareúba (*Callophyllum brasiliense*); assacu (*Hura creptans*); cupiúba (*Goupia glabra*); cedrinho (*Scleronema micranthum*); sucupira (*Andira parvijlora*); piquiá (*Caryocar villosum*); virola (*Viro/a surinamensis*); andiroba (*Carapa guianensis*); mulateiro (*Peltogyne sp*); guariúba (*Clarisia racemosa*); cedro (*Cedrela odorata*); itaúba (*Mezilaurus itauba*); samaúma (*Ceiba pentandra*); muiatinga (*Maquira coreacea*); copaíba (*Copaifera multijuga*); cerejeira (*Torresia acreano*); mogno (*Swietenia macrophylla*); Amapá (*Brosimum parinarioides* Ducke); Uxi torrado (*Endopleura uchi* Hubert); Mandioqueira (*Qualea paraensis* Ducke); Angelim-rajado (*Pithecolobium recemosum* Ducke); Melancieira (*Qualea lancifolia* Ducke); Breu (*Tetragastris trifoliolata*); e maçaranduba (*Manilkara huberi*) (JANKAUSKIS et al., 1981).

1.4 – ESPÉCIES ESTUDADAS

As três espécies utilizadas para o estudo foram itaúba (*Mezilaurus itauba*), angelim pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke) e cupiúba (*Goupia glabra*), que também fazem parte do seletivo grupo de espécies da Amazônia que tem sido explorado para o consumo no mercado interno e externo.

1.4.1 Itaúba (*Mezilaurus itauba*)

A itaúba (*Mezilaurus itauba*) pertence a família Lauraceae, conhecida também por outros nomes como itaúba-abacate, itaúba-amarela, itaúba-grande, itaúba-preta, itaúba-verdadeira, itaúba-vermelha, louro-itaúba. A árvore pode chegar até 40 metros de altura, possui uma copa geralmente globosa, tronco ereto e mais ou menos cilíndrico, de 60 a 80 centímetros de diâmetro, com casca rugosa e fissurada de cor avermelhada. Sua ocorrência no Brasil é basicamente na região Amazônica, nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia. A madeira é pesada, dura e difícil de serrar e aplainar, possui uma textura média e uniforme, grã ondulada e reversa, de alta resistência mecânica e extremamente durável. A madeira é utilizada para construções externas, como estrutura de pontes, cruzetas, dormentes e postes. Também é indicada na construção civil, como vigas, caibros, tábuas, caibros e tacos para assoalhos, marcos de portas e janelas, carrocerias e construção naval e móveis (LORENZI, 2008).

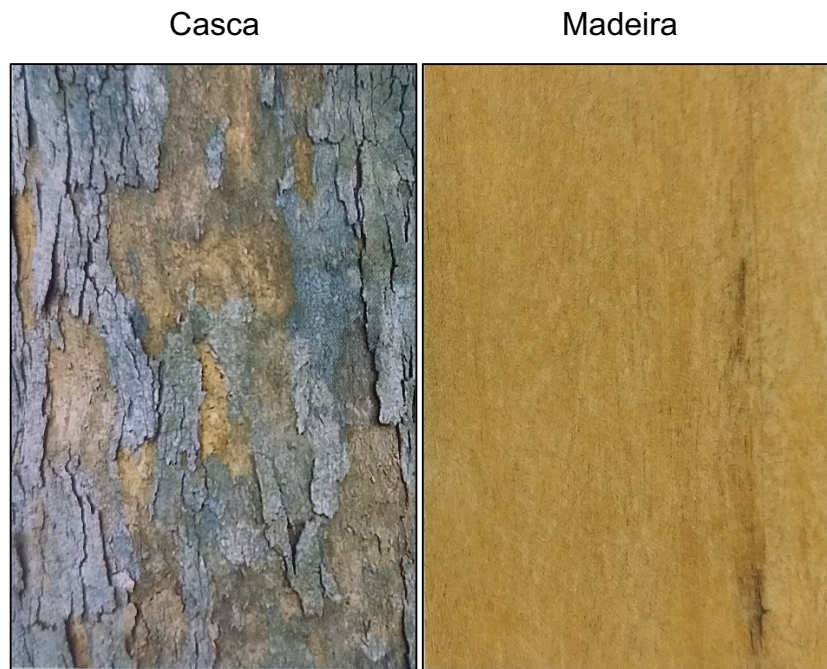


Figura 2: Foto da casca e da madeira da espécie Itaúba (*Mezilaurus itauba*)

Fonte: (LORENZI, 2008)

1.4.2 Angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*)

O angelim pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke) pertence à família Leguminosae, conhecido também por outros nomes comuns como, angelim, angelim amarelo, angelim da mata, angelim do Pará, angelim macho, mirarema. Árvores de até 50 metros de altura e diâmetro de até 2 metros, com cascas caindo em lâminas que se acumulam ao redor do tronco. Sua ocorrência é na Amazônia: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia. Essa espécie possui como principais características, cerne e albúrnio distintos pela cor, cerne castanho-avermelhado claro ou escuro, com manchas castanhas mais escuras devido à exudação de óleo-resina e albúrnio castanho-pálido. Madeira com brilho ausente. Cheiro e gosto imperceptíveis. Densidade média. Dura ao corte. Grã direita a reversa e textura grossa com aspecto fibroso. Essa espécie é bastante utilizada na construção civil e naval, marcenaria, dormentes, estacas, tacos de assoalhos, vigamentos, esteios, carpintaria (LORENZI, 2008).

Casca

Madeira



Figura 4: Foto da casca e da madeira da espécie Cupiúba (*Goupia glabra*)

Fonte: (LORENZI, 2008)

Nos quadros 1, 2 e 3, são apresentadas algumas informações sobre propriedades físicas e mecânicas das espécies itaúba, angelim pedra e cupiúba.

Quadro 1: Propriedades físicas e mecânicas da **itaúba**.

Densidade de massa		Kg/cm³	Kg/m³
Aparente (15% de umidade)		0,96	960
Básica		0,80	800
Contração (%)	Radial	Tangencial	Volumétrica
	2,3 %	6,7 %	12,1 %
Compressão paralela as fibras			MPa
Madeira verde			57,7
Madeira a 15% de umidade			68,4
Flexão			MPa
Madeira verde			115,4
Madeira a 12% de umidade			126,5

Fonte: NAHUZ (2013)

Quadro 2: Propriedades físicas e mecânicas do **angelim pedra**.

Densidade de massa		Kg/cm³	Kg/m³
Aparente (12% de umidade)		0,71	710
Verde		1,19	1190
Básica		0,59	590
Contração (%)	Radial	Tangencial	Volumétrica
	4,1 %	6,3 %	10,1 %
Compressão paralela as fibras			MPa
Madeira verde			38,0
Madeira a 12% de umidade			52,3

<i>Compressão perpendicular às fibras</i>	<i>MPa</i>
Madeira Verde	6,4
Madeira a 12 % de umidade	11,3
<i>Flexão</i>	<i>MPa</i>
Madeira verde	70,6
Madeira a 12% de umidade	109,3

Fonte: NAHUZ (2013)

Quadro 3: Propriedades físicas e mecânicas da **cupiúba**.

<i>Densidade de massa</i>		<i>Kg/cm³</i>	<i>Kg/m³</i>
Aparente (15% de umidade)		0,87	870
Verde		1,13	1130
Básica		0,71	710
<i>Contração (%)</i>	<i>Radial</i>	<i>Tangencial</i>	<i>Volumétrica</i>
	4,8 %	9,1 %	16,1 %
<i>Compressão paralela as fibras</i>			<i>MPa</i>
Madeira verde			50,8
Madeira a 12% de umidade			67,2
<i>Flexão</i>			<i>MPa</i>
Madeira verde			96,70
Madeira a 15% de umidade			122,1

Fonte: NAHUZ (2013)

1.5 – RENDIMENTO EM UMA SERRARIA

O rendimento volumétrico é a relação entre o volume produzido de madeira serrada e o volume utilizado de madeira em forma de tora expresso em porcentagem. Entretanto pode ocorrer uma série de fatores que interferem no volume obtido de madeira serrada, influenciando assim no rendimento volumétrico (BIASI e ROCHA, 2007).

O rendimento no desdobro varia de 55% a 65% para coníferas e entre 45% e 55% para folhosas, considerando que não somente a espécie afeta o rendimento, mas que este será maior ou menor em função da qualidade dos povoamentos, dos equipamentos, técnicas de desdobro e da qualificação profissional dos operários (ROCHA, 2002; BATISTA, 2006)

O rendimento ou porcentagem de aproveitamento depende basicamente de: volume total de madeiras em tora utilizada pela serraria; tipo de desdobro utilizado; dimensões finais da peça desejada (número de cortes feitos); máquinas utilizadas e tipo de mão de obra utilizada (especializada ou não) (LATORRACA, 2004).

As serrarias produzem produtos diversos oriundos da madeira e são responsáveis pelo desdobro primário das toras em madeira serrada. Estima-se que rendimento médio da maioria das espécies processadas nas serrarias da amazônica está entorno de 30% (Higuchi et al., 2006). Porém, Iwakiri (1990), obteve rendimento médio por espécie variando de 41,9% a 61,8%, sendo a média entre as espécies florestais da Amazônia de 52,9%.

O rendimento da serraria não depende unicamente da eficiência de seus equipamentos, mas também dos defeitos internos das toras tanto em maior como em menor grau. Além dos defeitos internos estão relacionados os parâmetros de tempo de estocagem da madeira nos pátios dentro da mata e o comprimento das toras. (JANKAUSKIS et al., 1981).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) em 2009 por meio da Resolução no 411, estabeleceu procedimentos para inspeção, padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos (CRV). Foi estabelecido inicialmente como CRV das serrarias 45%, ou seja, uma tora produziria somente 45% de volume em madeira serrada quando processada em serrarias. Contudo, a resolução nº 474 de 2016 atualizou a de 2009 reduzindo em 10% o aproveitamento da madeira em tora para

serrada ficando o CRV em 35% que passou a vigorar no ano de 2017.

Para uma serraria se manter competitiva no mercado deve-se preocupar com o aperfeiçoamento e melhoria no desempenho das suas operações, começando pelo rendimento de madeira serrada.

1.6 – FATORES QUE AFETAM O RENDIMENTO DE MADEIRA SERRADA.

O índice de rendimento das toras no processo industrial sofre variações em função do tipo e tamanho das indústrias, equipamentos e espécies utilizadas, indicando que as principais perdas são as costaneiras e o pó de serra (serragem). Esse índice pode variar de 25 a 70% do volume da tora (FONTES, 1994).

Se destaca a escolha do modelo de corte, que afeta diretamente a eficiência da serraria, rendimento e a qualidade da madeira serrada. A escolha do modelo de corte vai depender da qualidade da madeira a ser processada, do tipo de equipamento disponível na serraria, do nível de automação e da qualidade desejada da madeira serrada (VITAL, 2008).

Segundo Rocha (2002), para se ter um bom desempenho das operações dentro de uma serraria, o que garante melhor rendimento, produto de melhor qualidade e redução dos riscos de acidentes, entre outros fatores, é necessário que os responsáveis pelo gerenciamento conheçam e definam todas as operações executadas, desde a entrada das toras até a madeira serrada em suas dimensões finais.

1.7 - MÉTODOS PARA DETERMINAR OU ESTIMAR O COEFICIENTE DE RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DE SERRARIAS

O uso de modelos para a estimativa do rendimento de serrarias poderá gerar informações importantes para a composição de modelos e a formação de sistemas para se conhecer o rendimento futuro de uma floresta em termos de volume de produto final, proporcionando estratégias mais ousadas e seguras, com vistas aos mercados de tais produtos (SOUZA, 2007).

O método tradicionalmente utilizado para avaliar o rendimento em madeira serrada considera o volume cubado da madeira em tora e os volumes das peças produzidas pelo desdobro. Segundo Rocha (2002), o rendimento é a relação entre o volume de madeira

serrada que se obtém e volume de toras que foram usadas no processamento.

A metodologia estabelecida por Rocha (2002), geralmente é utilizada nas serrarias da Amazônia legal, porém a coleta de dados sobre a cubagem podem variar, pois existem diferentes métodos como Smalian e Newton. Para fins de alteração do coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) das serrarias, a resolução do Conama n° 411/2009 estabeleceu a metodologia para estimativa ou determinação do CRV.

1.8 – RESÍDUOS NA SERRARIA

O resíduo é considerado uma forma de desperdício de matéria prima não aproveitada, podendo ocorrer em diferentes formas. A geração de resíduos da indústria florestal tem mostrado valores expressivos, o que leva a considerar seriamente a sua utilização na cadeia produtiva, pois não apresenta somente um problema econômico, por meio do desperdício, como também um grave problema de caráter ambiental. (ARAUJO, 2003)

A maior parte de resíduos gerados é por ocasião do desdobro primário e secundário das toras, e esses se apresentam a partir do processo produtivo, classificando-se como cascas, costaneiras, refilos, aparas e serragem. Tais resíduos, em um primeiro momento, são tidos como rejeitos no processo, mas seguramente podem sair da serraria como matéria prima para a produção de pasta e celulose e chapas de composição, bem como promover a autossuficiência energética da própria indústria (FONTES, 1994).

Segundo Nascimento (2006), a baixa tecnologia empregada pelas indústrias do setor aliada as altas exigências no mercado externo, podem ser consideradas as principais causas do baixo rendimento das serrarias do Amazonas, sendo grande parte da matéria-prima, inutilizada como resíduo.

O grande volume de subprodutos gerados durante o processo de transformação da madeira é um problema presente em praticamente todas as serrarias brasileiras. Mesmo com a inclusão de atividades de gerenciamento ambiental e aproveitamento de resíduos a maior parte das serrarias, ainda que modernas, estão despreparadas para o descarte apropriado do material sobressalente (REMADE, 2005).

Pode-se considerar que entre 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 da madeira que em 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 autossuficiência energética da própria indústria (FONTES, 1994).



Figura 5: Resíduos gerados no processo de transformação da madeira serrada.

Fonte: Foto do autor

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1- LOCAL DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na serraria São Marcos Comércio de Madeiras LTDA, localizada na Rodovia AM010 – km 240, no município de Itacoatiara, Estado do Amazonas.

A empresa possui dois centros de atividades, o primeiro é o local de exploração florestal, o Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), situado a uma distância de cerca de 70 km da sede do município de Itacoatiara e a 200 km de Manaus, conforme Figura 6. O segundo é a indústria de beneficiamento e processamento da madeira, situada a aproximadamente 240 km de Manaus, e a 30 km do município de Itacoatiara. Assim, os polos de produção ficam a 40 km de distância.

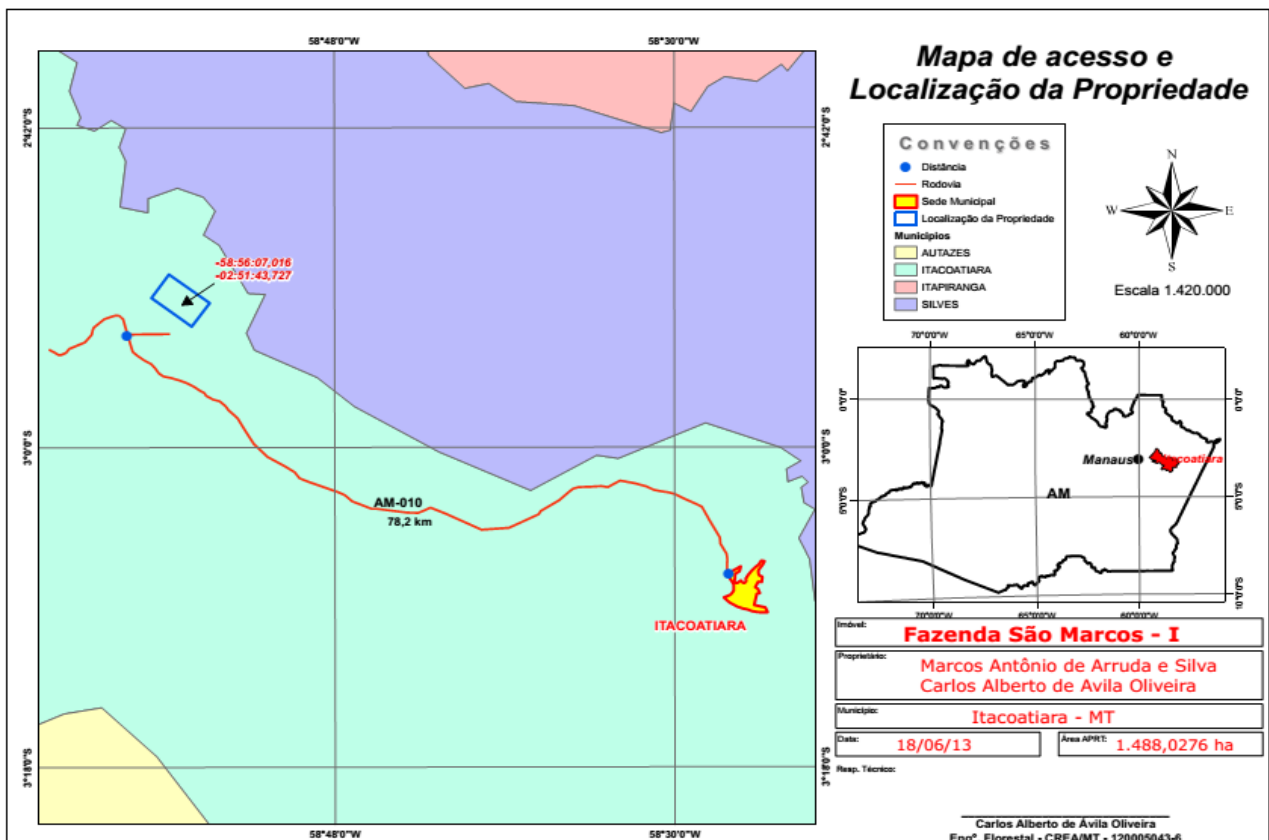


Figura 6: Mapa de localização e acesso da área de Plano de Manejo Florestal Sustentável da Empresa São Marcos Comercio de Madeiras LTDA.

Fonte: PMFS da Empresa São Marcos Comércio de Madeiras. (2013).

2.2 – PERFIL DA SERRAIA

A serraria na qual o estudo foi desenvolvido é considerada de pequeno porte, possui cerca de 50 funcionários e um processamento de toras acima de 80 m³/dia em dois turnos, matutino e vespertino. É constituída basicamente por um pátio de estocagem de tora com espaço reservado para a estocagem da madeira serrada ao ar livre, e dois galpões próximos formando uma linha de produção (Figura 7 e 8). O primeiro é onde se encontra o maquinário, e o segundo utilizado para a separação e classificação dos subprodutos e armazenamento de madeira serrada. O processamento da tora inicia-se com cortes tangenciais aos anéis de crescimento, retirando-se as costaneiras, as primeiras pranchas e os semi-blocos que são encaminhados para sucessivos desdobros secundários, originando peças de volumes inferiores.

Os equipamentos responsáveis pelo desdobro primário das toras são:

- Corrente transportadora de toras;
- Serra de fita principal acoplada a um carro;
- Um carregador e um virador hidráulico.

O desdobro secundário é realizado com o auxílio dos seguintes equipamentos:

- Serra circular: onde são definidas as larguras das peças;
- Serra múltipla: Destinada a desdobrar blocos em múltiplas tábuas, ripas ou régua em uma só passagem.
- Destopadeira principal e auxiliar: onde são definidos os comprimentos finais de cada peça processada.



Figura 7: Desdobro da Tora; Transformação da madeira serrada

Fonte: Fotos do autor



Figura 8: Sistema de produção da Serraria São Marcos Comercio de Madeiras.

Fonte: Fotos do autor

2.3 – ESPÉCIES ESTUDADAS

As espécies utilizadas para este estudo foram obtidas de florestas tropicais com a prática de manejo florestal sustentado na região de Itacoatiara, num raio de aproximadamente 40 km do local da serraria. As espécies selecionadas para este trabalho foram itaúba (*Mezilaurus itauba*), angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*) e cupiúba (*Goupia glabra*) por estarem entre as espécies mais utilizadas na região.

2.4 - OBTENÇÃO DO VOLUME DE RENDIMENTO E RESÍDUO DAS TORAS

2.4.1 - Cubagem das toras

Os volumes das toras com casca foram calculados com base na equação de cubagem rigorosa de Smalian (1), como recomendado pela resolução CONAMA n.º. 411, de 2009.

$$V = 0,7854 \cdot (Db + Dt)^2 \cdot L \quad (1)$$

Onde, **V** Volume da tora com casca em m³. **Db**, é diâmetro da base da tora em metro (obtido a partir da média do maior e menor diâmetro na seção – em cruz). **Dt**, diâmetro do topo da tora em metro (obtido a partir da média do maior e menor diâmetro na seção – em cruz). **L**, Comprimento da tora em metros.

Os comprimentos e diâmetros foram obtidos no pátio da serraria com o auxílio de trenas com precisão de 0,1. (Figura 9)

Para o controle do transporte das toras foi solicitado a planilha de romaneio pelo responsável para identificação, marcação e rastreamento durante os processos de desdobros e localização no pátio.

As seções da tora de cada espécie foram marcadas com giz branco (Figura 10) para facilitar sua identificação, pois quando a árvore é de grande dimensão, geralmente são seccionadas para o tamanho ideal de acordo com a finalidade. Foram utilizadas formulários para o auxílio da coleta de informações sobre a cubagem e volumes da madeira serrada. (ANEXO)



Figura 9: Mensuração do diâmetro médio da tora (Db;Dt).

Fonte: Fotos do auto



Figura 10: Mensuração do comprimento da tora e marcação da tora.

Fonte: Fotos do autor

2.4.2 – Determinação do volume de madeira serrada

Após o processo de desdobro das toras, foram mensurados o comprimento, a largura e a espessura de cada peça obtida. Todas as medidas foram devidamente registradas em uma planilha de rendimento (ANEXO).

O cálculo do volume individual das peças foi obtido respeitando a seguinte equação:

$$V = l . b . e \quad (2)$$

Onde, V Volume da peça, em m^3 . l é comprimento da peça, em metros. b é a largura da peça em metros. e é a espessura média da peça em metros. Em seguida, foram somados os volumes individuais das peças para obter o volume total de madeira serrada por tora (V_s).



Figura 11: Mensuração das peças de madeira serrada.

Fonte: Foto do autor

O rendimento volumétrico em madeira serrada de cada tora, foi obtido através da fórmula a seguir:

$$R = S/T . 100 \quad (3)$$

Onde, R é o rendimento em porcentagem. S é o volume de madeira serrada em m^3 . T é o volume da tora em m^3 .

2.4.3 – Obtenção do volume de resíduos

O Volume de resíduo de cada tora foi obtido pela formula a seguir.

$$VR = Vt - Vs \quad (4)$$

Onde, **VR** é o volume total de Resíduos (m³). **Vt** é o Volume Madeira em tora com casca (m³). **Vs** é o Volume Madeira Serrada (m³).

2.5 – ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Após a coleta dos dados, foi aplicado o teste de Kolmogov-Smirnov (K-S) a 95% de confiança, para verificar se a hipótese de normalidade é aceitável para as três espécies estudadas, e o teste Levenes a 95% de confiança para verificar a homogeneidade das médias.

Realizou-se Análise de Variância (ANOVA) para se testar a diferença entre o rendimento médio observado. Diante disso, foi realizado o teste de comparação de médias baseado no método de Tukey a um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho foram tabelados, de acordo com as inter-relações entre os parâmetros do estudo. Dessa forma estas tabelas permitiram avaliações detalhadas sobre os dados coletados na serraria entre as diferentes espécies.

3.1 RENDIMENTO POR ESPÉCIE

Atendidos os pressupostos de normalidade (Kolmogorov-Smirnov $p \leq 0,05$) e homogeneidade (Levenes'test $p \leq 0,05$), o resultado da ANOVA para as espécies estudadas apresentou evidência de diferença probabilística ($p=0,021$) entre os rendimentos médios das espécies, como pode ser observado no apêndice A.

Após comprovado estatisticamente que existe diferença significativa através da análise de variância, foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 95%, que provou que existe uma diferença no rendimento médio entre as espécies de angelim pedra e cupiúba ($p=0,023$), já a relação da itaúba e angelim pedra ($p=0,642$), itaúba e cupiúba ($p=0,0790$) não existe diferença significativa entre elas. O teste de Tukey pode ser observado no apêndice B.

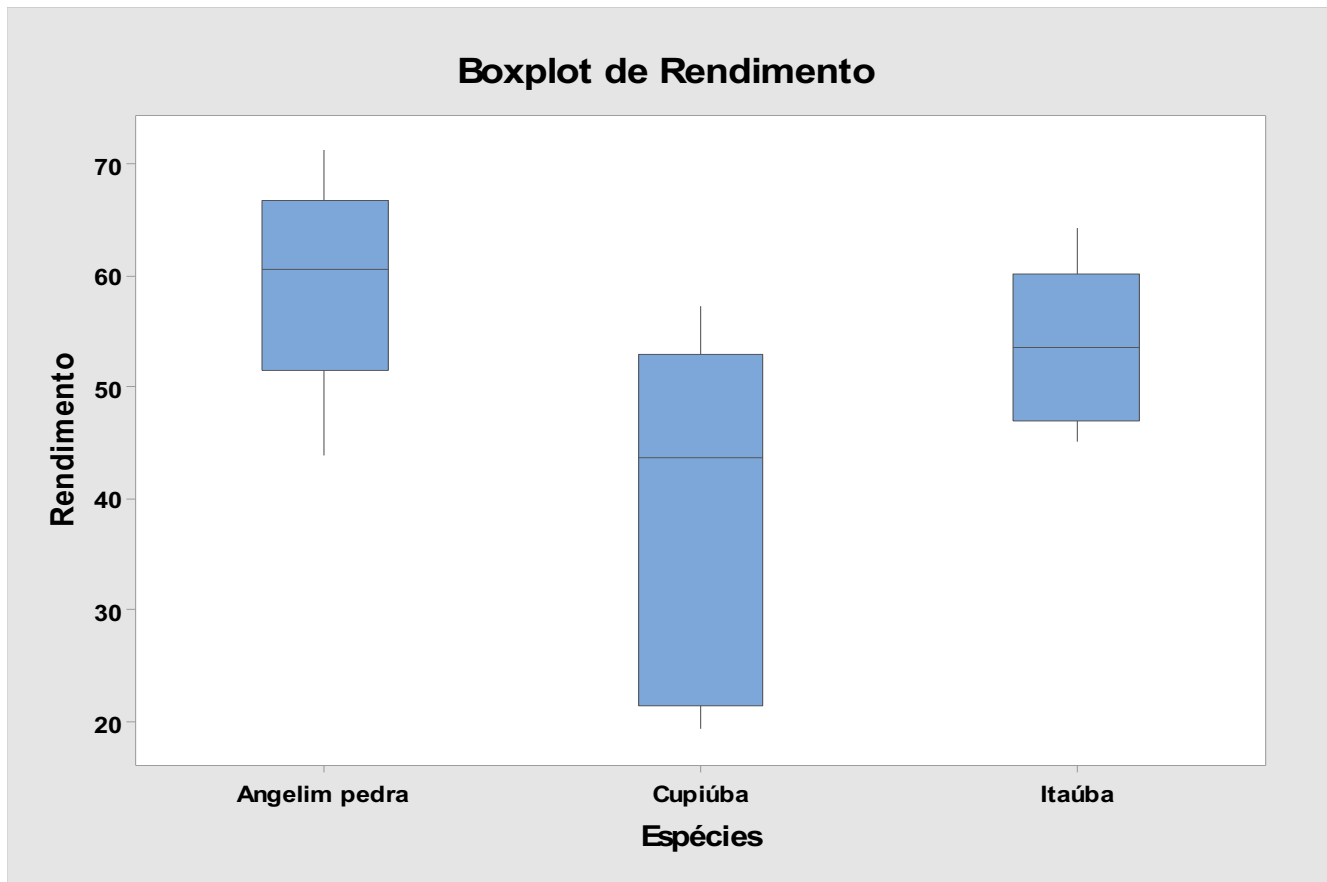


Figura 13: Boxplot do rendimento médio das três espécies estudadas.

A Figura 13 apresenta o gráfico Boxplot do rendimento médio das espécies estudadas. Como é possível observar, a cupiúba apresenta grande dispersão e baixo rendimento, enquanto o angelim pedra e a itaúba apresentaram menor dispersão. Isso ajuda a entender porque o teste de Tukey identificou diferença significativa entre o angelim pedra e a cupiúba.

O rendimento de acordo com as espécies que foram estudadas variou entre 41,57% a 58,48%, apresentando um rendimento das 3 espécies de 50,60% (TABELA 2). A espécie que apresentou maior rendimento foi o Angelim Pedra 58,48%, o que já era esperado devido o diâmetro expressivo das toras da espécie, seguido da Itaúba com 52,77% e Cupiúba com o menor rendimento de 41,57%, acredita-se que o rendimento inferior da Cupiúba as outras espécies, tenha ocorrido pela presença de deformidade em algumas toras, como por exemplo, a presença de oco e tortuosidade.

De modo geral, o rendimento da serraria São Marcos compreende aos resultados de 30 espécies da região Amazônica amostradas com um total de 1742 toras por Jankauskis et al. (1981), o comportamento dos rendimentos variou de espécie para espécie chegando ao mínimo de 43,0% e ao máximo de 65,0%.

Barbosa (1990) estudando o desdobro primário em Roraima verificou índices de aproveitamento que variaram de 38,1 a 68,9%, com uma média estadual de 54,2%, equivalente as médias de rendimento apresentado neste trabalho realizado na serraria São Marcos.

Observa-se nesse estudo que os dados de rendimento médio das três espécies estudadas está acima do estabelecido pela resolução n° 474 de 2016 do CONAMA, que diz que o CRV é de 35%. O CRV é determinado pela relação entre o volume da tora processada e o volume obtido de madeira serrada devidamente comercializada. O rendimento médio de madeira serrada entre as três espécies neste estudo é de 50,60%.

O presente estudo destaca a capacidade de aproveitamento que a serraria apresentou para as diferentes espécies, com um rendimento por espécie maior que 39,0%. Esse rendimento é justificado pelo fato da serraria não utilizar a tora somente para um tipo de peça, ou seja, a serraria no desdobro transforma a tora em semi-blocos e durante esta atividade define as bitolas das peças, invertendo a tora para assim aproveitar ao máximo a tora a ser desdobrada.

3.2 QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS

A quantidade total de madeira em tora foi de 27,96 m³ gerando uma quantidade de resíduo de 13,81 m³, totalizando 49,40% de resíduo do total de madeira utilizado. O tipo de resíduo gerado pela serraria foram serragens, aparas e sobras, variando com o tamanho e a qualidade da peça. Para três espécies tropicais cedrinho (*Erismia uncinatum*), cambará (*Qualea albiflora*) e itaúba (*Mezilaurus itauba*) estudadas por Biasi e Rocha (2006), as mesmas apresentaram uma média de 41,2% de resíduo gerado da madeira utilizada. A quantidade de resíduo gerado para as três espécies tropicais Muiracatiara (*Astronium lecointei*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*), e Guajará (*Pouteria sp*) estudadas por Dutra e Nascimento (2005), foi de 63,5% onde esses foram classificados como serragem, cepilho e lenha. Nascimento (2006) após analisar a

produção da indústria constatou que a serraria apresentou uma quantidade de resíduos de 61,5%, o índice considerado elevado para tal serraria.

Os defeitos apresentados em algumas toras (ocos, rachaduras, podridão e formas irregulares) foram as características que mais influenciaram no rendimento das espécies, aumentando assim a quantidade de resíduos gerados.

Tabela 1: Rendimento total da serraria e quantificação dos Resíduos gerados pelas espécies utilizadas no estudo.

Espécie	Vol. Tora (m³)	Vol. Serrada (m³)	Rendimento (%)	Resíduo (m³)	Resíduo (%)
Itaúba	9,62	5,08	52,77	4,54	47,23
Angelim Pedra	8,55	5,00	58,48	3,55	41,52
Cupiúba	9,79	4,07	41,57	5,72	58,43
TOTAL	27,96	14,15	50,60	13,81	49,40

4 CONCLUSÃO

Constatou-se que o Angelim pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke), foi a espécie que apresentou o maior rendimento, seguindo da Itaúba (*Mezilaurus itauba*), e a espécie que apresentou o menor rendimento foi a Cupiúba (*Goupia glabra*), por apresentar a presença de toras ocadas e tortuosas. A análise estatística comprovou que existe diferença significativa no rendimento médio entre as espécies de angelim pedra e cupiúba.

A espécie que apresentou o menor rendimento foi a cupiúba, e conseqüentemente foi a espécie que gerou a maior quantidade de resíduos. O angelim pedra foi a espécie que apresentou a menor quantidade de resíduos devido ter apresentado o maior diâmetro e o menor índice de deformidade nas toras, acredita-se que essas características influenciaram no bom rendimento da espécie. Os resíduos gerados na serraria são comercializados com indústrias energéticas, já que a madeira é uma grande fonte energética (biomassa), aproveitando dessa forma toda a matéria prima por ela utilizada.

Estudos como este fornecem informações importantes para análise do setor madeireiro, pois existe a necessidade de pesquisas relacionadas ao rendimento de madeiras tropicais, assim, contribuindo significativamente para elaboração de estratégias e políticas visando o melhor aproveitamento da madeira serrada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. de J.; ABREU, R. S. **Consideração sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central**. Manaus: [s.n], 2001.

BATISTA, D.C. **Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através de estudo do tempo, rendimento e eficiência: estudo de caso em Pirai-RJ**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

BIASI, C. P.; DA ROCHA, M. P. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. **Floresta**, v. 37, n. 1, 2007a.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução no. 406, de 2 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Diário Oficial da União, no 26, p. 100.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução no.411, de 6 de maio de 2009. Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. Diário Oficial da União, no 86, p.93-96

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução no.474, de 6 de abril de 2016. Altera a Resolução no 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões nomenclatura e coeficientes de rendimento, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Seção 1, páginas 74-75.

DUTRA, R. I. J. P.; NASCIMENTO, S.M. Resíduos de indústria madeireira:

caracterização, consequência sobre o meio ambiente e condições de uso. **Revista Científica Eletrônica De Engenharia Florestal**, ed. nº 5. Mojú, PA, jan. 2005.

FERREIRA, G.C. et al. Contribuição ao conhecimento morfológico das espécies de Leguminosae comercializadas no estado do Pará, como “angelim”. **Acta Amazônica**, Manaus, v.32, n.4, p.219-232, 2004

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

GARCIA, F. M. et al. Rendimento no desdobro de toras de itaúba (*Mezilaurus itauba*) e tauarí (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 468–474, 2012a.

GARCIA, F. M. et al. Rendimento no desdobro de toras de itaúba (*Mezilaurus itauba*) e tauarí (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 468–474, 2012b.

Higuchi, N.; Santos, J.; Teixeira, L.M.; Lima, A.J.N. 2006. O mercado Internacional de Madeira Tropical está à Beira do Colapso. SBPN – Scientific Journal. 33-41. Impresso.

ITTO. 2014. Biennial review and assessment of the world situation 2013-2014. International Tropical Timber Organization, Yokohama, Japan, 217p.

JANJAUSKIS, J.; LOPES, C. A. C; MEKDECE, F.; GALVÃO, E. J. N. **Rendimento em serraria de 30 espécies de madeiras Amazônicas**. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, Centro de Tecnologia da Madeira, Belém, 1981.

LIMA, J. R. A.; SANTOS, J. DOS; HIGUCHI, N. Situação das indústrias madeireiras do estado do Amazonas em 2000. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 2, p. 125–132, 2005.

LATORRACA, V.V.F. **Processamento mecânico da madeira**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. p. 116.

LORENZI, H. 5. ed. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol.2**, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. p. 203, 209, 294.

LOUREIRO, A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. da C. *Essências madeireiras da Amazônia*. Manaus: INPA, 1979. v. 1, p. 142-145.

NASCIMENTO, K. G. S. **Avaliação do processo de beneficiamento da madeira em três segmentos da indústria florestal**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Área de concentração em Manejo e Tecnologia de produtos Florestais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

NAHUZ, A. R. **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**, São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. 2013.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 34, n. 1, p. 21- 34, 2004.

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.

ROCHA, M. P. **Técnicas de planejamento em serrarias**. Série didática FUPEF, Curitiba, n. 01/02, 121 p., 2002.

RIBEIRO, J.E.L.S. et al. Flora da reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus-AM: INPA, 1999. 819p.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). **Bioenergia: Energia Limpa e Abundante**. Curitiba, Lettech Editora e Gráfica Ltda, 2005.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO-SFB; INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA-IMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira**, 2010.

SCHMIDT, P. B.; CHICHORRO, J. F. **Diagnóstico e avaliação das pesquisas em silvicultura e manejo florestal na Amazônia**. Cuiabá: UFMT, 1990. 79 p.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A.; SOUZA, M. R. **Madeiras tropicais brasileiras – Brazilian Tropical Woods**. 2. ed. Brasília, DF: IBA- MA. Laboratório de Produtos Florestais, 2002. p. 52-53.

VITAL, B. R. **Planejamento e operação de serrarias**. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2008.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A

Análise de Variância (ANOVA).

<i>Tabela da ANOVA</i>					
	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Trat	2	1260,606039	630,3030195	4,876250233	0,021194277
Resíduos	17	2197,416215	129,2597774		

APÊNDICE B

Tabelas de intervalo de confiança referentes ao teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<i>Comparações Múltiplas</i>				
<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite Inferior</i>	<i>Limite Superior</i>	<i>P-valor</i>
Cupiuba-Angelim	-19,54657777	-36,62454263	-2,468612908	0,02378298
Itauba-Angelim	-5,882527599	-22,50980702	10,74475183	0,642981737
Itauba-Cupiuba	13,66405017	-1,430880782	28,75898112	0,079667864

<i>Agrupamento</i>		
<i>Fator</i>	<i>Médias</i>	<i>Grupos</i>
Angelim	59,43683	a
Itauba	53,5543	ab
Cupiuba	39,89025	b

ANEXO

ANEXO

Formulário utilizado para registro de dados da cubagem.

Nº	Espécie	Db1(m)	Db2(m)	Dt1(m)	Dt2(m)	Comp. (m)	Vol.m ³	DATA

Onde:

Nº: Número da tora;

Db1 (m): Diâmetro da base 1;

Db2 (m): Diâmetro da base 2;

Dt1 (m): Diâmetro do topo 1;

Dt2 (m): Diâmetro do topo 2;

Comp. (m): Comprimento da tora;

Vol. m³: Volume obtido na cubagem.