



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ICA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

HERBERTO UENO SEELIG DE SOUZA

**RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DO DESDOBRO DE TORAS EM MADEIRA
SERRADA EM INDÚSTRIAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA – PA**

**BELÉM-PA
2019**

HERBERTO UENO SEELIG DE SOUZA

**RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DO DESDOBRO DE TORAS EM MADEIRA
SERRADA EM INDÚSTRIAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA – PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. José Natalino Macedo Silva

BELÉM

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S719r Souza, Herberto Ueno Seelig de
RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DO DESDOBRAMENTO DE TORAS EM MADEIRA SERRADA EM
INDÚSTRIAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA PA / Herberto Ueno Seelig de Souza. -
2019.
62 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Ciências Florestais (PPGCF), Campus
Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2019.
Orientador: Prof. Dr. José Natalino Macedo Silva
1. Coeficiente de rendimento volumétrico. 2. Indústria Madeireira. 3. Desdobro de madeira. 4.
Resolução CONAMA nº 474/2016. 5. Amazônia. I. Silva, José Natalino Macedo, *orient.* II. Título
-

634.98098115

CDD

HERBERTO UENO SEELIG DE SOUZA

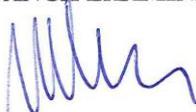
**RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DO DESDOBRO DE TORAS EM MADEIRA SERRADA
EM INDÚSTRIAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA – PA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Linha de Pesquisa Manejo de Ecossistemas de Florestas Nativas e Plantadas, para a obtenção do título de Mestre.

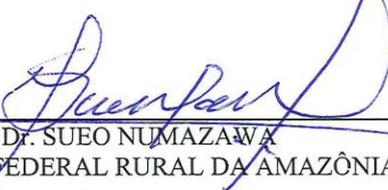
Orientador: Dr. José Natalino Macedo Silva

Aprovado em 25 de junho de 2019

BANCA EXAMINADORA



Dr. JOSÉ NATALINO MACEDO SILVA – ORIENTADOR
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA



Dr. SUEO NUMAZAWA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA



Dr. MANOEL SEBASTIÃO PEREIRA DE CARVALHO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA



Dr. PAULO LUIZ CONTE DE BARRÓS
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

Dedico este trabalho a todos aqueles estudantes que assim como possuem o sonho de ir além da graduação, sobretudo neste momento tão conturbado em que passa o nosso país, e em especial aos meus pais Herberto e Iracelma sem os quais certamente não estaria aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre a me guiar e ter despertado em mim a vocação e amor à engenharia florestal, sem o qual não teria conseguido chegar tão longe. Ademais, agradeço à Ele por todas as pessoas que cruzaram o meu caminho durante a construção dessa dissertação.

A Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA e ao PPGCF por me propiciarem a realização da pesquisa e a conquista do título de Mestre.

A Capes pela bolsa de estudos que foi um auxílio indispensável.

Ao Dr. José Natalino Macedo Silva, por muito mais que a orientação, ter tido a paciência e esforço em me ajudar a concretizar esse sonho. Pelo grande exemplo de docente e pessoa que me inspira a sempre evoluir.

Aos professores, Dr. Paulo Luiz Contente de Barros, Dr. Osmar José Romeiro de Aguiar, Dr. Manoel Sebastião Pereira de Carvalho e Dr. Sueo Numazawa, pela disposição de participar da banca, corrigir e contribuir para o aprimoramento dessa dissertação.

À secretária do programa, Andreza Pereira, que por diversas vezes ajudou este aluno residente de outro município.

Às empresas do distrito de Moraes de Almeida, em Itaituba - PA, por terem aceitado participar desta pesquisa e terem proporcionado a sua concretização.

À SEMMA do município de Itaituba que foi muito importante na elaboração desta dissertação em especial os colegas Tayná Fonseca, Bruno Rolim, Anderson Bentes, Francine Almeida, Alisson Teixeira, Marcylyne Vieira, Paula Ribeiro e Luan Santos.

À todos os professores que ministraram disciplinas no programa e dividiram conosco seus conhecimentos.

Aos meus pais, Herberto Constantino Seelig de Souza e Iracelma da Conceição Ueno Seelig, pela melhor herança que os pais podem deixar para os filhos, a educação.

Aos meus queridos irmãos mais novos Helender e Herácles Ueno, pelos quais certamente eu sempre busco dar o meu melhor para servir, ao menos um, como inspiração.

A minha esposa, Thalyta Mariany Rego Lopes Ueno, pelo apoio, carinho, compreensão, parceria e carinho e importante apoio na reta final desta dissertação.

Ao amigo Richard, por sua ampla visão estatística e ao amigo e colega de profissão Marcos Ronaldo, por todo o apoio recebido.

Aos meus colegas de sala de aula, que por quase um ano dividiram inúmeras experiências, de onde surgiram amizades que levarei para toda a vida.

RESUMO

A resolução CONAMA nº 474/2016, estabeleceu um coeficiente de rendimento volumétrico (CRV%) de 35%, na transformação de madeira em tora para madeira serrada. Isso provocou uma grande demanda por estudos técnicos visando demonstrar aos órgãos licenciadores os rendimentos efetivamente alcançados pelas indústrias do setor madeireiro. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o valor do coeficiente de rendimento volumétrico (CRV%) de quatro espécies florestais exploradas no município de Itaituba – PA em comparação ao valor estabelecido na legislação, bem como se a classe diamétrica e do nível tecnológico do maquinário utilizado possuem influência no coeficiente. As espécies estudadas foram *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos (Ipê-amarelo), *Handroanthus impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Mattos (Ipê-roxo), *Hymenolobium petraeum* Ducke (Mart. Ex DC.) Mattos (Angelim-pedra) e *Couratari guianensis* Aubl (Tauari). Os dados foram coletados em quatro serrarias, denominadas como S1, S2, S3 e S4. Na análise do CRV% para as quatro espécies, foram calculados os valores da estatística descritiva (média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação) com a aplicação do teste t de Student como prova paramétrica, para comparação da média amostral com a média da população, ao nível de 95% de probabilidade. Na análise da classe diamétrica, foram definidas três classes diamétricas utilizando as espécies Ipê-amarelo e Ipê-roxo, com o uso da análise de variância (ANOVA) e do teste de Tukey a 95% de probabilidade. Na análise da influência do nível tecnológico do maquinário, foram criados dois grupos de serrarias utilizando as espécies quatro espécies estudadas, sendo o 1º (S1 e S2) com equipamentos modernos (ano 2017) e o 2º (S3 e S4) com equipamentos obsoletos (ano 1995). Aplicou-se o teste t de Student a 95% de probabilidade para avaliar a existência de diferença no CRV% entre esses dois grupos. Ao total, foram utilizadas 89 toras no estudo, com volume médio de 2,52 m³, o que produziu um total de 8.535 peças de madeira serrada. O Coeficiente de Rendimento Volumétrico obtido foi de 56,78% para o Ipê-amarelo, 57,32% para o Ipê-roxo, 58,32% para o Angelim-pedra e 59,67% para o Tauari. Os rendimentos das classes diamétricas foram de 55,80% para classe I (40,50cm-62,82cm) com 15 toras, 56,99% para a Classe II (62,83cm-85,16cm) com 25 toras e 58,80% para a Classe III (85,17cm-107,50cm) com 6 toras. As empresas do grupo 1 (com equipamentos modernos), apresentaram um CRV médio de 62,87%, ao passo as do grupo 2 (com equipamentos obsoletos) apresentaram um CRV médio de 53,69%. Conclui-se que os CRVs das quatro espécies estudadas são significativamente superiores ao valor paramétrico de 35% e que a classe diamétrica não influenciou no rendimento. Já o nível tecnológico do maquinário influencia no rendimento de maneira significativa, sendo a mais moderna com maior rendimento.

Palavras chave: Coeficiente de rendimento volumétrico; CRV; Serraria; Desdobro de madeira; Resolução CONAMA nº 474/2016; Amazônia

ABSTRACT

CONAMA Resolution No. 474/2016 established a volumetric yield coefficient (VYC%) of 35% in the transformation of logs into sawn wood. This provoked a great demand for technical studies to show to licensing agencies the income effectively achieved by industries in the wood sector. In this context, the objective of this work was to evaluate the value of the volumetric yield coefficient (VYC%) of four forest species explored in the municipality of Itaituba – PA compared to the value established in the legislation, as well as whether the diameter class and the technological level of the machinery used has influence on it. The studied species were *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos (yellow Ipe), *Handroanthus impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Mattos (purple ipe), *Hymenolobium petraeum* Ducke (Mart. Ex DC.) Mattos (Angelim-pedra) and *Couratari guianensis* Aubl (Tauari). Data were collected in four sawmills, named as S1, S2, S3 and S4. In the analysis of the VYC% for the four species, the values of descriptive statistics (mean, variance, standard deviation and coefficient of variation) were calculated using the Student t test as a parametric test, to compare the sample mean with the mean of the population, at the 95% probability level. In the analysis of the diameter class, three diameter classes were defined using the species yellow Ipe and purple ipe, using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at 95% probability. In the analysis of the influence of the technological level of the machinery, two groups of sawmills were created using the four species studied, the 1st (S1 and S2) with modern equipment (year 2017) and the 2nd (S3 and S4) with obsolete equipment (year 1995). Student's t test was applied at 95% probability to assess the existence of a difference in the VYC% between these two groups. In total, 89 logs were used in this study, with an average volume of 2.52 m³, which produced a total of 8,535 pieces of sawn wood. The Volumetric Yield Coefficient obtained was 56.78% for yellow Ipe, 57.32% for purple ipe, 58.32% for Angelim-pedra and 59.67% for Tauari. The yields of the diameter classes were 55.80% for class I (40.50cm-62.82cm) with 15 logs, 56.99% for Class II (62.83cm-85.16cm) with 25 logs and 58, 80% for Class III (85.17cm-107.50cm) with 6 logs. Companies in group 1 (with modern equipment) had an average VYC of 62.87%, while those in group 2 (with obsolete equipment) had an average VYC of 53.69%. It is concluded that the VYCs of the four species studied are significantly higher than the 35% parametric value and that the diametric class did not influence the yield. The technological level of the machinery influences the performance significantly, being the most modern with the highest performance.

Keywords: Volumetric yield coefficient; VYC; Sawmill; Wood Industrialization; CONAMA Resolution No. 474/2016; Amazon

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de localização do município de Itaituba, PA, com destaque para o distrito de Moraes Almeida	23
FIGURA 2. Árvore (A) e toras (B) de <i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos.....	26
FIGURA 3. Árvore (A) e toras (B) de <i>Handroanthus impetiginosa</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	27
FIGURA 4. Árvore (A) e toras (B) de <i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke (Mart. Ex DC.) Mattos	28
FIGURA 5. Árvore (A) e toras (B) de <i>Couratari guianensis</i> Aubl	29
FIGURA 6. Área do pátio de estocagem de uma serraria de onde as toras foram selecionadas.....	30
FIGURA 7. Toras selecionadas após o sorteio utilizadas no estudo	30
FIGURA 8. Local de medição dos diâmetros das toras	31
FIGURA 9. Medição do diâmetro (A) e do comprimento (B) das toras.....	32
FIGURA 10. Madeira serrada produzida no desdobro	33
FIGURA 11. Ilustração do sistema de desdobro longitudinal (vertical)	34
FIGURA 12. Processo industrial da transformação de madeira em tora para madeira serrada, Serra Fita para Desdobro (A), Alinhadeira/Refiladeira (B), Destopaderia (C).....	34
FIGURA 13. Distinção das serrarias quanto aos grupos: Grupo 1 (A); Grupo 2 (B).	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Lista de produtos e subprodutos comercializados pelas empresas objeto do estudo	33
TABELA 2. Classes diamétricas utilizadas neste estudo	37
TABELA 3. Lista de equipamentos utilizados pelas empresas divididos por grupos	38
TABELA 4. Distribuição, por espécie e serraria, das toras utilizadas neste estudo	40
TABELA 5. Estatística descritiva para o Ipê-amarelo.....	40
TABELA 6. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Ipê-amarelo.....	41
TABELA 7. Estatística descritiva para o Ipê-roxo	42
TABELA 8. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Ipê-roxo	43
TABELA 9. Estatística descritiva para o Tauari	44
TABELA 10. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Tauari	44
TABELA 11. Estatística descritiva para o Angelim-pedra.....	45
TABELA 12. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Angelim-pedra.....	46
TABELA 13. Contribuição de cada produto, por espécie, para o coeficiente de rendimento volumétrico final	50
TABELA 14. Rendimento por classe diamétrica e teste de análise de variância	51
TABELA 15. Teste t de Student comparando o CRV% do grupo 01 ao do grupo 02	54

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA ° 474/2016, para o Ipê-amarelo.....	42
GRÁFICO 2. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA ° 474/2016, para o Ipê-roxo.....	43
GRÁFICO 3. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA ° 474/2016, para o Tauari.....	45
GRÁFICO 4. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA ° 474/2016, para o Angelim-pedra	47
GRÁFICO 5. Coeficiente de Rendimento Volumétrico (CRV%) das quatro espécies estudadas.....	48
GRÁFICO 6. Comparação por meio do teste t de Student dos valores médios do CRV% entre os dois grupos (1 e 2).....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. HIPÓTESES	16
3. OBJETIVOS	16
3.1. Geral	16
3.2. Específicos	16
4. REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1. Evolução da Legislação	17
4.2. Fatores que influenciam no CRV%	18
4.3. Coeficiente de Rendimento Volumétrico em serrarias na Amazônia	21
5. MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1. Área de estudo	22
5.2. Serrarias selecionadas	24
5.3. Espécies estudadas	25
5.3.1. Ipê-amarelo – <i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	25
5.3.2. Ipê-roxo – <i>Handroanthus impetiginosa</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	26
5.3.3. Angelim-pedra– <i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke (Mart. Ex DC.) Mattos	27
5.3.4. Tauari – <i>Couratari guianensis</i> Aubl	28
5.4. Coletada de dados	29
5.5. Cálculo do CRV	35
5.6. Comparação com a norma legal (Hipótese a)	35
5.7. Classes diamétricas das toras (Hipótese b)	36
5.8. Caracterização quanto ao nível tecnológico do maquinário utilizado (Hipótese c)	38
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1. Coeficiente de rendimento volumétrico por espécie (hipótese a)	40
6.2. Coeficiente de rendimento volumétrico por classe diamétrica (hipótese b)	50
6.3. Coeficiente de rendimento volumétrico tendo em conta o nível tecnológico do maquinário utilizado (hipótese c)	51
7. CONCLUSÃO	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
9. APÊNDICES	61
9.1. Ficha para romaneio da madeira serrada	61
9.2. Ficha para romaneio da tora	62

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país essencialmente florestal, possuindo aproximadamente 58% do seu território com florestas (485,8 milhões de hectares de florestas nativas), totalizando 12% de toda a cobertura florestal mundial, ocupando a segunda posição atrás apenas da Rússia que possui 20% do total (FAO, 2015). Esse potencial permite a oferta de inúmeros produtos oriundos da floresta, dentre eles os madeireiros (CNA, 2016).

Em 2016, o mercado madeireiro do Brasil proveniente da extração vegetal de florestas nativas movimentou R\$ 2,8 bilhões, produzindo um total de pouco mais de 11,45 milhões de m³ (SFB, 2017), sendo que destes, aproximadamente 8,5 milhões de m³ foram apenas de madeira serrada (IBGE, 2017). Devido à grande variedade de formações vegetais e ecossistemas, o Brasil é considerado um país muito diverso. De acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (FLORA DO BRASIL, 2019), a flora brasileira possui 46.714 espécies. Steege *et al.*, (2013), estimou que existam 16.000 espécies arbóreas na Amazônia, e destas 227 são hyperdominantes e representam 50% de todas as árvores. Biasi (2005), argumenta que apesar dessa grande abundância, a utilização comercial convencional é limitada a cerca de 100 espécies.

A atividade florestal no Brasil é consideravelmente importante, pois representa 1,1 % do PIB nacional, o que corresponde a 6,1% do PIB industrial (IBA, 2018), sendo que a região norte possui uma participação de 14,3% na produção da silvicultura (IBGE, 2017). O setor florestal emprega de maneira formal diretamente 592.656 trabalhadores. Destes, o segmento da produção florestal em florestas nativas é o que menos cria postos de trabalhos, com 6.554, ou aproximadamente 1,1% de todo o setor. O Estado do Pará, ocupa a 4ª posição no ranking nacional de produção, gerando, em 2017, aproximadamente R\$ 1,7 bilhão para exportação, atrás apenas dos estados do Paraná (1º), Minas Gerais (2º), Santa Catarina (3º) (SFB, 2017). demonstrando a grande importância do setor madeireiro para o Estado.

A organização brasileira do setor industrial madeireiro baseia-se em grande maioria de empresas de pequeno e médio porte, com pequena capacidade de gerenciamento para a produção de madeira serrada, móveis e compensados. Em 2016, de um total de 9.840 empreendimentos registrados, 66% estavam relacionadas à atividade de floresta plantada. O apoio à produção florestal correspondia a 20% e a floresta nativa representava 14%. Dentre as regiões, o Norte possui 1.009 empresas registradas no setor, 10,25% do total, detendo 100% das atividades de extração vegetal de gomas, 69% dos produtos alimentícios, 81% das oleaginosas e 74% da produção de madeira em tora (CNA, 2016).

Dentre os vários produtos florestais brasileiros, a madeira serrada é intensamente utilizada devido à suas propriedades estruturais. Possui uma grande aceitação no mercado, sendo necessário diversos processos de beneficiamento até o seu uso final (CARMO *et al.*, 2013). Madeira serrada é a denominação dada à utilização dos vários formatos e dimensões das peças de madeira como pranchas, blocos, tábuas, dormentes, perfis, vigas, dentre outros, após o desdobro da madeira (ABIMCI, 2009).

Na região amazônica é muito comum apenas o desdobro primário da madeira, ou seja, a transformação de toras para madeira serrada. Essa primeira transformação é feita por serrarias. Essas indústrias são compostas por um conjunto de máquinas dispostas estrategicamente, de maneira conveniente, com a finalidade de desdobrar as toras em peças de dimensões comerciais, podendo ser estocadas por um determinado período para secagem (LIMA, 2003). Todo esse processo gera produtos tais como madeira serrada em forma de tábuas, vigas, pranchas, dentre outros, e resíduos em forma de aparas, costaneiras e serragem (FONTES, 1994; GARCIA, 2012).

Segundo dados mais recentes da Pesquisa Industrial Anual (PIA) desenvolvida pelo IBGE (2019), no ano de 2016, 85% do volume de madeira produzida por meio de desdobro foi transformado em madeira serrada com baixo valor agregado (madeira serrada, aplainada ou polida), 9% foram de madeira beneficiada com algum tipo de agregação tecnológica (pranchas, tábuas, ripas, pisos, decking, S2S, etc.) e os 6% restantes são destinados à produção de laminados e faqueados.

Este setor possui diversas regulações, dentre elas a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº411/2009. Por meio dela, foi estabelecida que a conversão de produtos florestais no processamento industrial ou processo semimecanizado deve ser informada no Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais – Sinaflor (quando de competência federal) ou no sistema eletrônico estadual integrado (quando de competência estadual), respeitando-se os limites constantes no anexo da referida resolução. Para a transformação da madeira em tora para madeira serrada, de espécies tropicais nativas, o coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) utilizado, era de 45%. Esse valor era utilizado por todos os órgãos ambientais para fins de autorização do volume de madeira serrada a ser comercializada pelas indústrias madeireiras. Com o advento da resolução CONAMA nº 474/2016, que entrou em vigor a partir do dia 22 maio de 2017, houve a substituição de partes da resolução anterior, como o valor do CRV que foi reduzido para 35%.

Para Silva *et al.*, (2014), ainda quando o valor adotado do CRV era de 45%, haviam problemas para a indústria madeireira, pois algumas espécies apresentam rendimentos

superiores ao estipulado. Muito embora a nova resolução estabeleça um novo CRV abaixo do anterior, desde 2009 já era previsto, em seu artigo 6º, a realização de estudos que comprovem rendimento superior ao estipulado na resolução, permitindo-se a cada empresa a customização do valor do CRV por espécie ou grupo de espécies.

Desta forma, motivadas pela redução do CRV de 45% para 35%, várias empresas ingressaram com o pedido de customização do rendimento por espécie ou grupo de espécies.

Para que o coeficiente seja ajustado à realidade do processamento local, cada empresa deve apresentar um estudo técnico para avaliação junto ao órgão ambiental competente pela gestão do sistema de controle dos produtos florestais. No estado do Pará, quem faz essa gestão é a SEMAS (Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade) por meio do CEPROF (Sistema de Cadastro de Consumidores e Produtores Florestais).

A elaboração do estudo técnico a ser apresentado deve seguir a determinação de cada órgão ambiental, ou seja, cada Estado deve estabelecer seus próprios critérios, desde que contenham algumas informações indispensáveis constantes no termo de referência apresentado pela resolução de 2009. Dentre os critérios estabelecidos está a determinação do tamanho ideal da amostra, para que o CRV determinado seja representativo para a espécie e para o produto utilizado. O termo de referência estabelece um erro amostral igual ou inferior a 10% do valor médio do CRV para que esta seja satisfatória.

De acordo com Latorraca (2004), uma das variáveis que influenciam no rendimento da transformação da madeira em tora para serrada é o tipo de maquinário utilizado. Para Carmo (1999), o baixo rendimento das serrarias brasileiras se relaciona ao fato de o maquinário utilizado na região amazônica ser antigo e subdimensionado, provocando variações na qualidade do processo de serragem. Além disso, outros fatores que influenciam no rendimento da madeira serrada são o método do processo de serragem (FONTES, 1994), a qualidade e a classificação das toras (CARPINELLI & GARCIA, 2002).

Em vista do exposto, a questão principal de pesquisa proposta no presente trabalho é orientada a determinar o rendimento volumétrico (RV%) de quatro espécies exploradas no município de Itaituba – PA, considerando três vertentes. Na primeira, por meio da análise de estatística descritiva e aplicação do teste t, serão comparados os valores obtidos no rendimento de cada uma das espécies com o valor de 35% estabelecido da resolução CONAMA nº 474/2016; a segunda vertente tratará de analisar se há diferença no rendimento entre três diferentes classes diamétricas I, II e III; na terceira será avaliado se há diferença no rendimento entre dois tipos distintos de serraria, classificadas entre as que possuem parque industrial com

maior nível tecnológico (mais moderno ou contemporâneo) e as que possuem parque industrial menor nível tecnológico (obsoleto ou convencional).

2. HIPÓTESES

a) Os Coeficientes de rendimentos volumétricos (CRV%) das espécies estudadas são significativamente superiores ao estabelecido na resolução CONAMA 474/2016.

b) Há uma relação linear entre as diferentes classes diamétricas e os respectivos rendimentos volumétricos.

c) O nível tecnológico do equipamento utilizado na transformação da madeira em tora para a madeira serrada interfere no coeficiente de rendimento volumétrico.

3. OBJETIVOS

3.1.Geral

Avaliar o rendimento volumétrico (RV%) de quatro espécies florestais exploradas no município de Itaituba – PA em classes diamétricas e a influência do maquinário utilizado em quatro serrarias, comparando com o valor estabelecido em legislação específica.

3.2.Específicos

a) Calcular o coeficiente de rendimento volumétrico de quatro espécies florestais, comparando ao valor de referência utilizado na resolução CONAMA nº 474/2016.

b) Investigar se há diferenças nos rendimentos entre três classes diamétricas pré-definidas.

c) Comparar o rendimento entre dois grupos de maquinário utilizados pelas indústrias alvo do estudo.

d) Decompor a participação volumétrica (%) de cada produto de madeira serrada por espécie.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Evolução da Legislação

A regulamentação ambiental no Brasil sempre teve especial atenção pelos doutrinadores do direito. O Direito ambiental está explicitamente contido na constituição federal em seus artigos 23º e 225º.

“art. 23º. É competência comum da União, do Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

[...]

VI – Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII – Preservar a florestas, a fauna e a flora;

[...]

Art. 225º Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Normas infraconstitucionais posteriores vieram pra regulamentar a relação de competência entre os diversos entes federativos, como a lei complementar nº 140/2011, outras para estabelecer quais são as atividades potencialmente poluidoras que ensejam a necessidade de especial controle pelo poder público, como as resoluções CONAMA nº 237/1997 (âmbito federal) e a resolução COEMA nº 117/2013 (Estado do Pará) e também normas para estabelecer padrões e critérios técnicos para o licenciamento ambiental como a resolução CONAMA nº 411/2009.

Concernente a esta última resolução, foram estabelecidas em âmbito nacional as taxas de conversão dos produtos florestais no processamento industrial, dentre elas a transformação da madeira em tora para madeira serrada. Para as espécies tropicais, o valor estabelecido para o coeficiente de rendimento volumétrico era de 45%. Essa taxa, perdurou por aproximadamente 8 anos, sendo utilizada por todas as OEMAs¹.

A indústria madeireira que dispõe de tecnologia ou utilize espécies que possuem rendimento superior a estes 45%, é necessária a realização de estudos técnicos, organizado por espécies ou grupo de espécies, que demonstrem o real rendimento obtido na indústria para que o valor do CRV% seja customizado. Tal previsão está expressa no artigo 6º da resolução CONAMA nº 411/2009.

¹ Órgão Estadual de Meio Ambiente.

Em um estudo do coeficiente de rendimento volumétrico realizado em colaboração do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no ano de 2015, foram avaliados os valores de conversão das empresas em regime de concessão florestal do Estado de Rondônia, além da revisão bibliográfica de outros estudos. Esse trabalho gerou uma proposta de revisão e atualização do CRV% previsto na resolução CONAMA nº 411/2009 (IBAMA, 2015).

Tal proposta indicou que o CRV% de 45% fosse reduzido para 35%, dentro da referida resolução. Segundo o estudo, a redução tornaria normativa mais coerente com as publicações científicas e dados das concessões florestais que foram levantados. Ademais, é proposto que o coeficiente possa ser flexibilizado, já que foi mantida a opção da indústria apresentar estudo técnico que comprove rendimento superior, de forma a customizar o sistema de controle do CRV% para um valor condizente com a realidade de cada empresa. Essa possibilidade poderia gerar mais conhecimento das indústrias, estimular a melhoria da eficiência produtiva e valorizar o produto florestal legal (IBAMA, 2015).

Desta forma, a resolução CONAMA nº 474/2016 foi editada em substituição a resolução CONAMA nº 411/2009, entrando em vigor a partir abril de 2017. A nova redação trouxe consigo algumas alterações, dentre elas a redução do CRV% para 35%, conforme a proposta do estudo.

4.2.Fatores que influenciam no CRV%

Diversos são os trabalhos que relacionam as variáveis que podem influenciar no CRV%, como o tipo de maquinário utilizado, caracterizado pelo trabalho de Latorraca em 2004. Nele, constatou-se que serrarias com desdobro da maneira em tora para madeira serrada com o uso de serra circular ou serra fita horizontal, apresentam rendimento menor quando comparadas as de serra fita vertical, fato também observado por Fontes (1994) quanto ao método do processamento da madeira. O trabalho de Carmo (1999), demonstra que o baixo rendimento também pode estar associado ao nível tecnológico do maquinário, onde aqueles mais antigos e subdimensionados provocam variação na qualidade do produto e conseqüentemente maiores perdas e menor rendimento. Gerwing *et al.* (2000), verificou que há perdas de mais 8% do volume durante o processamento quando são utilizados equipamentos de processamento inadequados.

Com relação ao nível tecnológico, A evolução do setor e substituição dos equipamentos obsoletos por modernos, não ocorreu de maneira homogênea, persistindo uma grande dispersão nas medidas de eficiência, com poucas empresas que atingiram padrão elevado de desempenho. Há uma tendência de aumento desta eficiência em função do aumento do tamanho da empresa (MACPHERSON, 2009).

Corroborando com estes fatores, o trabalho de Danielli em 2013, que realizou a amostragem de 71 toras de *Manilkara sp* (Maçaranduba), em uma serraria localizada no estado do Roraima, encontrou que a degradação provocada por intemperes a depender do período de exposição em que as toras são armazenadas no pátio da serraria influencia negativamente no rendimento da madeira serrada. Gerwing *et al.* (2000), demonstrou que a degradação durante o armazenamento nos pátios e perdas por agentes xilófagos, sobretudo insetos, pode gerar uma perda de 13% do volume da tora, a depender da espécie florestal.

Outro fator importante que tem influência no rendimento é a qualidade da tora. Peças com uma grande quantidade de defeitos como rachaduras, presença de oco e diâmetros abaixo de 50 cm apresentam rendimento inferiores quando comparadas às toras que não possuem tais características (MARCHESAN, 2012). Os autores CARPINELLI & GARCIA (2002) encontraram resultados semelhantes ao observar que a qualidade e a classificação das toras também possuem a mesma influência.

As serrarias amazônicas são montadas e dispostas de forma a processarem toras de diversas espécies florestais, sem que haja uma técnica ou especificidade aplicada para cada espécie, ou seja, há uma padronização do modelo de desdobro independente da espécie ou tipo de tora o que contribui negativamente no rendimento, de acordo com Freitas (2000). Tal fator, aliado a falta de treinamento dos operários para diferenciar os cortes por espécies e a mesma técnica de processamento no desdobro, alinhamento e destopamento serem aplicados para todas as espécies, também causam influência negativa, segundo o autor.

As espécies processadas são outro fator de influência no Rendimento Volumétrico. Dutra *et al* (2005) que estudou três espécies, a Muiracatiara (*Astronium lecointei*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*) e Guajará (*Pouteria sp*), encontrou valores que oscilaram entre 41,20% o maior e 32,3% o menor, todas as 3 espécies com padrão para exportação. Marchesan (2012), que também analisou três espécies, o Jatobá, a Muiracatiara e a Muirapiranga, extraídas no Estado de Rondônia, obteve valores para o RV% variando entre 34% e 26,44%.

O mercado a que se destina a madeira serrada é outro importante fator que influencia no seu rendimento. Geralmente, o mercado externo faz uso de madeira de primeira qualidade, desprezando a madeira de segunda, que pode muito bem abastecer o mercado interno. Se por um lado defeitos como pequenas fissuras, buracos ou ranhuras são aceitos para o mercado consumidor brasileiro, peças com estes mesmos defeitos não atendem o mercado internacional. O rendimento em empresas que usam as sobras de madeira para fabricar produtos secundários destinados a abastecer o mercado interno, foi maior em até 10% o volume da tora. (GERWING *et al.* (2000); MARCHESAN, 2012).

No trabalho de Nascimento *et al.* (2010), no município de Itacoatiara, AM, que avaliou o processamento deste a tora até o produto, em uma indústria da região que utilizou 43 espécies, encontrou um CRV% de apenas 38,43%, atribuindo a este fato a alta exigência da qualidade superior requerida, já que a produção se destinaria ao mercado externo.

O diâmetro é outra variável que influencia no CRV%, porém com trabalhos indicando resultados divergentes. O estudo realizado por Silva *et al.* (2014), demonstra uma correlação positiva entre do diâmetro de classe das toras e o seu rendimento na transformação para madeira serrada, com o aumento do rendimento em classes maiores, com observações semelhantes nos trabalhos de MANHIÇA *et al.* (2012), IPT (2003), MURARA *et al.* (2005) e VALÉRIO *et al.* (2009).

Em contraponto, MARCHESAN (2012), em estudo de avaliação do rendimento de madeira serrada em espécies tropicais, verificou que não houve correlação entre o maior rendimento e o maior diâmetro. Na espécie Muiracatiara, a classe 2 (51- 65cm) apresentou melhor resultado que a classe 3 (66 - 80cm) e a espécie Muirapitinga a classe 2 apresentou melhor rendimento que as classes 3 e 4 (81- 108cm), com o estudo dividindo ambas espécies em quatro classes. Já PIOVESAN (2013), observou o mesmo comportamento ao estudar o Ipê (*Handroanthus* sp), em que apesar de a classe 1 (43,5 – 53,0 cm) apresentar um de rendimento nominalmente maior, não houve diferença estatística significativa entre o rendimento das três classes estudadas.

4.3. Coeficiente de Rendimento Volumétrico em serrarias na Amazônia

O desdobro de toras na Amazônia vem sendo realizado de ambientes variados por meio de equipamentos e maquinários dos mais diversos níveis de tecnologia, o que tem gerado diferentes níveis de rendimento volumétrico.

Iwakiri (1990) avaliando as condições de desdobro e o rendimento de 20 espécies de madeira tropicais, obteve um valor médio para o coeficiente de rendimento volumétrico variando entre 41,90 e 61,8%, apresentando uma média para todas as espécies de 52,9%. Biasi (2005) em estudo realizado no estado do Mato Grosso, avaliou o rendimento de três espécies de madeiras tropicais, obtendo um CRV% de 59,83%, 62,63% e 53,90% para as espécies avaliadas.

Santos (1986), encontrou um rendimento médio de 52,80% em serrarias no estado do Amazonas. Oliveira *et al.* (2003) em seu estudo achou um coeficiente de rendimento volumétrico de 49,28% em 15 diferentes espécies, estudando três serrarias no município de Jaru, Rondônia.

Silva *et al.* (2014), avaliando o rendimento volumétrico do Cedrinho (*Erismia uncinatum* Warm), espécie de madeira tropical, obteve um valor médio de 59,19%, enquanto Carmo *et al.* (2013) estudando a *Qualea sp.* encontrou um valor médio de 60,49%.

Em contraponto a estes rendimentos, outros estudos apresentam resultados com valores inferiores, como o realizado por Verissimo *et al* em 1999, que encontrou coeficientes de 35% área de terra firme no estado do Amapá. Já Lentini *et. al.* (2003), encontrou um CRV% médio de 38,2% para 2.570 empresas em 72 centros de processamento de madeira analisados na Amazônia Legal. Em 2005, Dutra *et. al.* observou em uma serraria valores entre 41,2% e 32,3%, para a Maçaranduba (*Manilkara huberi*) e Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke), respectivamente. Pereira *et al.* (2010), em levantamento que contemplou 71 polos madeireiros, realizado na Amazônia, chegou a valores de CRV% que variaram entre 38% e 42%.

No município de Itacoatiara, Amazonas, Nascimento *et al.* (2010), valorou o processo de beneficiamento de maneira da Tora até o produto acabado. Neste estudo, que utilizou o inventário anual de uma indústria de madeira serrada com registro de 43 espécies, apresentou

rendimento calculado de 38,43%, tendo o autor atribuído o baixo rendimento a qualidade superior exigida nos produtos para o mercado de exportação.

O relatório realizado em parceria do IBAMA e SFB, apontaram que na concessão da Floresta Nacional do Jamari, localizada em Rondônia, aferiu-se um CRV% médio de 34,4%, considerando a transformação de 42,7 mil metros cúbicos de madeira para 70 diferentes espécies. Resultado obtido por meio da média de ponderada da produção de duas empresas concessionárias, com 32,3% e 35,7%, no período de 2 anos e acompanhadas pelo SFB (IBAMA, 2015).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área de estudo

O município de Itaituba possui sua sede situada entre as coordenadas 04°16'24''S 55°59'01''W, sendo um dos que apresentam maior extensão territorial no oeste do estado do Pará, ocupando uma área de aproximadamente 62.041 km² (SEPOF, 2005). O centro urbano da cidade encontra-se à margem esquerda do rio Tapajós, que é um importante afluente do rio Amazonas. Nesta região, localiza-se o cruzamento de duas importantes rodovias federais para o acesso à Amazônia – a BR-163 (Cuiabá-Santarém) e a BR-230 (Transamazônica).

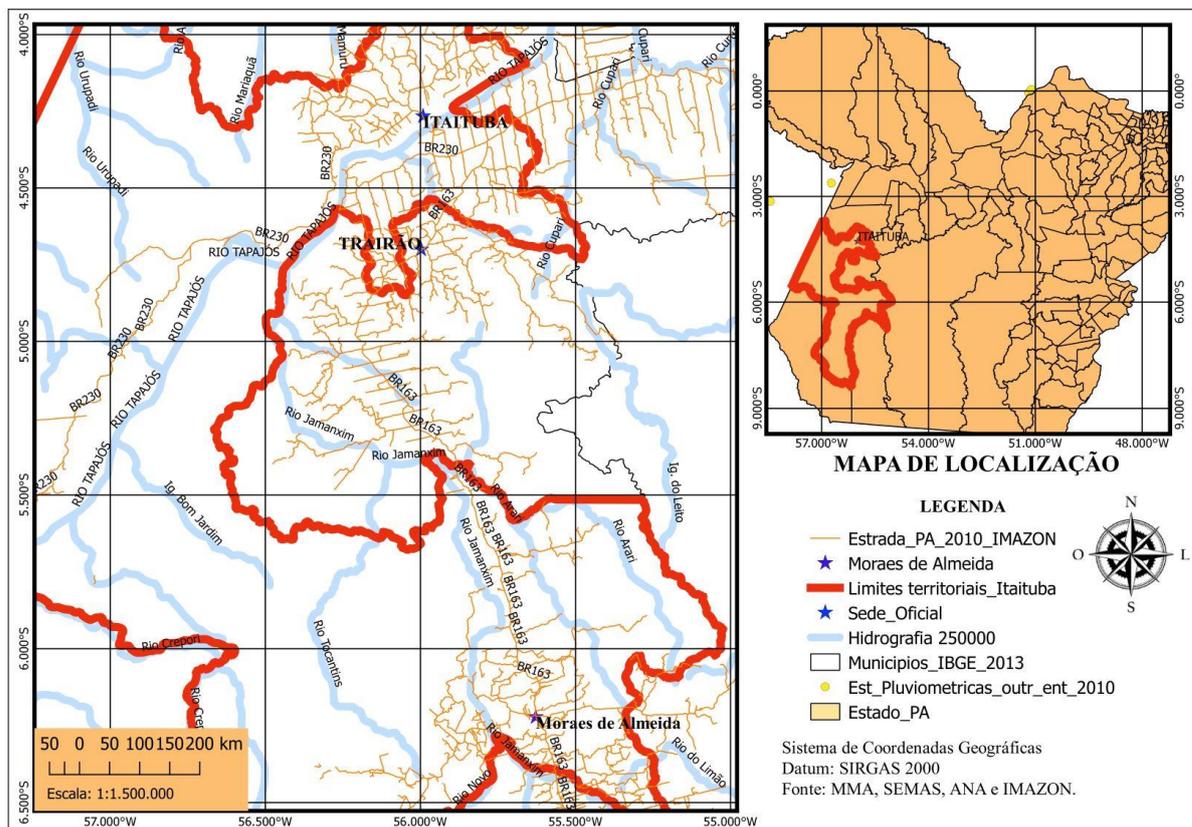
Itaituba é um centro comercial historicamente expressivo para a venda de produtos florestais madeireiros e não madeireiros na região, onde, no final da década de 1960, tal comércio chegava a gerar quase a mesma renda que a extração do ouro para a economia local (CASTRO *et al.*, 2004). Em 2006, seu território, juntamente com os municípios de Santarém, Altamira, Rurópolis, Belterra, Aveiro, Placas, Jacareacanga, Trairão e Novo Progresso passou a integrar o Distrito Florestal Sustentável da BR-163, que foi criado com a perspectiva de ordenamento e fortalecimento da economia florestal na Amazônia (BRASIL, 2006).

O presente estudo foi realizado no distrito de Moraes Almeida, pertencente ao município de Itaituba, situado nas coordenadas 06°13'45,20''S 55°37'22,80''W, a cerca de 300 km de distância da sede administrativa do município ao longo da rodovia BR 163.

O município hoje pode ser considerado uma das novas fronteiras florestais da Amazônia, que, na contramão do setor florestal regional, com a redução da quantidade de indústrias madeireiras, vem apresentando um novo processo de crescimento pela implantação de concessões florestais, mostrando-se assim como uma alternativa para suplantar o problema da falta da matéria prima na região.

A origem da matéria prima utilizada pelas indústrias madeireiras alvo deste estudo, são provenientes da Floresta Nacional (Flona) de Altamira, sob o regime de concessão florestal, onde o acesso logístico para a produção de madeira em tora e o escoamento para sua industrialização se utilizam da infraestrutura local do distrito de Moraes Almeida.

Figura 1. Mapa de localização do município de Itaituba, PA, com destaque para o distrito de Moraes Almeida.



Fonte: IMAZON (2010); IBGE (2013); ANA (2010). Elaborado por próprio autor (2018).

A Flona de Altamira, unidade de conservação (UC) de uso sustentável, foi criada pelo Decreto Federal 2.483, de 2 de fevereiro de 1998, possuindo atualmente uma área de 724.988 hectares, englobando os municípios de Altamira, Trairão e Itaituba. O plano de manejo da dessa UC foi publicado através da Portaria ICMBio nº 133, de 10 de dezembro de 2012. Em 2013 foi lançado pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) o edital de concorrência nº 3, referente

a concessão florestal da Flona Altamira, disponibilizando uma zona de manejo florestal sustentável com área de 490.198 ha (67,60% da área total), distribuída em quatro Unidades de Manejo Florestal (UMF) (SFB, 2013).

5.2.Serrarias selecionadas

Atualmente, existem 26 indústrias madeireiras em operação e licenciadas localizadas no município de Itaituba (SEMMA, 2019). Dessas, seis empresas são detentoras das quatro unidades da manejo florestal presentes na Flona Altamira, por meio da concessão florestal. A totalidade da matéria prima nessas seis empresas provém de suas áreas concessionadas. As demais serrarias (20) possuem fonte mista quanto a origem da matéria prima (toras) consumida, sendo provenientes tanto de plano de manejo florestal sustentável particular (PMFS) quanto da ligação indireta com as áreas de concessão, já que não são detentoras de nenhuma UMF, mas por possuírem contratos de fornecimento de madeira em tora com alguns dos concessionários.

Das 26 serrarias licenciadas, foram selecionadas quatro serrarias, nomeadas neste estudo como S1, S2, S3, e S4. As serrarias S1 e S2 pertencem a concessionários e as S3 e S4 não pertencem a nenhum concessionário, mas possuem contrato de abastecimento de toras provenientes das concessões.

A escolha destas quatro indústrias se deu pelo método da amostragem por conveniência, que consiste em selecionar uma amostra da população que seja acessível (OLIVEIRA, 2001). Portanto, as empresas utilizadas nesta pesquisa foram selecionadas porque eles estavam prontamente disponíveis, com fácil acessibilidade e interesse dos empresários

A escolha levou em consideração os seguintes fatores: algumas das empresas não aceitaram participar do estudo, que permitiria a coleta de dados; Nem todas as empresas possuem interesse em realizar um estudo de avaliação do CRV, para fins de customização deste, apesar da redução de 45% para 35%, pois entendem que o seu CRV médio é próximo aos 35% por possuírem uma planta industrial com baixo nível de rendimento e/ou por trabalharem com espécies que naturalmente possuem um menor rendimento médio; Disponibilidade de equipe da própria serraria para auxiliar na medição; Interesse nos resultados do estudo para fins de apresentação à SEMAS; e o período de coleta condizente com o período em que as empresas realizaram seus estudos técnicos para submeter ao órgão ambiental.

5.3.Espécies estudadas

Foram selecionadas quatro espécies florestais para este estudo, escolhidas devido o seu relevante interesse pelas indústrias estudadas, sendo as únicas espécies que todas as quatro empresas elaboram estudos técnicos para fins de customização do seu coeficiente de rendimento volumétrico (CRV), dentro do CEPROF (sistema utilizado pela SEMAS para controle dos produtos de origem florestal).

5.3.1. Ipê-amarelo – *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos

Família: Bignoniaceae

Ocorrência: Brasil: Amazônia, Mata Atlântica, Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo. Outros países: América Central, Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname (IPT, 1989).

Nomes Populares: ipê-amarelo, ipê-do-cerrado, ipê-pardo, ipê-preto, ipê-roxo, ipê-tabaco, ipê-una, ipeúva, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, peúva, piúna, piúna-amarela, piúna-roxa, piúva, piúva-do-serrado (IPT, 1989).

Uso: Construção civil: pontes, dormentes ferroviários, cruzetas, defensas, vigas, caibros, portas, janelas, batentes, guarnições, rodapés, forros, lambris. Assoalhos: tábuas, tacos, parquetes, degraus de escada. Mobiliário: Partes decorativas de móveis. Outros: artigos de esporte e brinquedos, cabos de ferramentas, implementos agrícolas, peças torneadas, transporte, instrumentos musicais ou parte deles (IPT, 1989).

Figura 2. Árvore (A) e toras (B) de *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos.



Fontes: (A e B: O PRÓPRIO AUTOR 2018).

5.3.2. Ipê-roxo – *Handroanthus impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Mattos

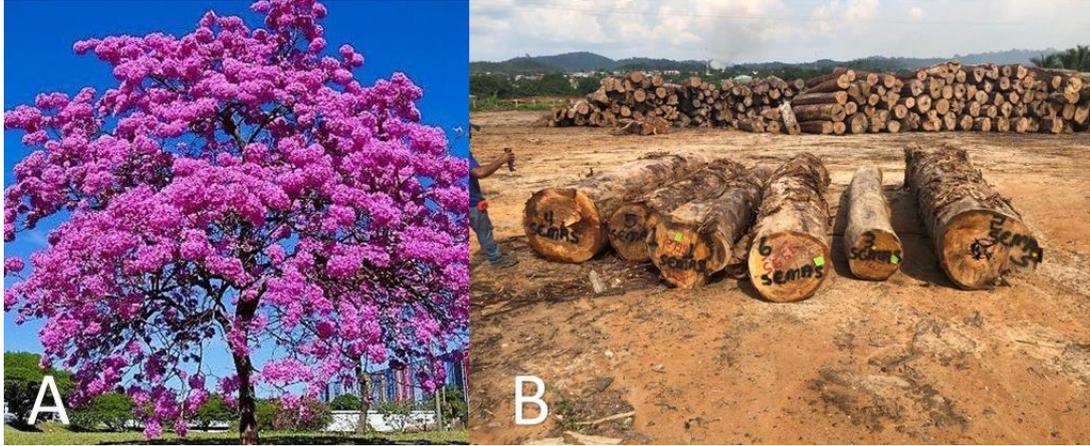
Família: Bignoniaceae

Ocorrência: Brasil: Amazônia, Mata Atlântica, Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo. Outros países: América Central, Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname (IPT, 1989).

Nomes Populares: ipê-amarelo, ipê-do-cerrado, ipê-pardo, ipê-preto, ipê-roxo, ipê-tabaco, ipê-una, ipeúva, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, peúva, piúna, piúna-amarela, piúna-roxa, piúva, piúva-do-serrado (IPT, 1989).

Uso: Construção civil: pontes, dormentes ferroviários, cruzetas, defensas, vigas, caibros, portas, janelas, batentes, guarnições, rodapés, forros, lambris. Assoalhos: tábuas, tacos, parquetes, degraus de escada. Mobiliário: Partes decorativas de móveis. Outros: artigos de esporte e brinquedos, cabos de ferramentas, implementos agrícolas, peças torneadas, transporte, instrumentos musicais ou parte deles (IPT, 1989).

Figura 3. Árvore (A) e toras (B) de *Handroanthus impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Mattos.



Fontes: (A: INSTITUTO IPÊ, 2005; B: O PRÓPRIO AUTOR 2018).

5.3.3. Angelim-pedra– *Hymenolobium petraeum* Ducke (Mart. Ex DC.) Mattos

Família: Leguminosae

Ocorrência: Brasil: Amazônia, Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia. Outros países: Guiana, Guiana Francesa, Suriname (IPT, 1989).

Nomes Populares: Angelim, angelim-amarelo, angelim-da-mata, angelim-do-pará, angelim-macho, mirarema (IPT, 1989).

Uso: Construção civil: vigas, caibros, portas, venezianas, caixilhos, Leve interna, decorativa, forros, lambris, partes secundárias de estruturas, ripas, pontaletes, andaimes, fôrmas para concreto, móveis estândar, cabos para cutelaria, lâminas decorativas (IPT, 1989).

Figura 4. Árvore (A) e toras (B) de *Hymenolobium petraeum* Ducke (Mart. Ex DC.) Mattos.



Fontes: (A: MUSEU DA AMAZÔNIA, 2017; B: O PRÓPRIO AUTOR 2018).

5.3.4. Tauari – *Couratari guianensis* Aubl

Família: Lecythidaceae

Ocorrência: Brasil: Amazônia, Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia. Outros países: Guiana, Guiana Francesa, Suriname (IPT, 1989).

Nomes Populares: estopeiro, imbirema, tauari-amarelo, tauari-morrão.

Uso: construção civil: portas, janelas, venezianas, ripas, partes secundárias de estruturas, cordões, guarnições, rodapés, forros, lambris. Mobiliário: móveis estandar, estruturas de móveis, partes internas de móveis inclusive daqueles decorativos, Outros usos: lâminas, chapas compensadas, embalagens, peças encurvadas ou curvadas, cabos de vassoura, artigos de esporte e brinquedos, decoração e adorno, instrumentos musicais ou parte deles, lápis, palitos, bobinas e carretéis (IPT, 1989).

Figura 5. Árvore (A) e toras (B) de *Couratari guianensis* Aubl.



Fontes: (A: PROJETO 1000 DIAS, 2011; B: O PRÓPRIO AUTOR 2018).

5.4. Coletada de dados

Seleção das toras: No dia de medição, todas as toras disponíveis no pátio de estocagem da indústria foram classificadas por espécie e posteriormente contabilizadas, de forma que cada uma recebeu um número. Estes números foram anotados em uma folha de papel e então sorteados, compondo dessa maneira as toras a serem processadas. Dessa forma, todas as toras disponíveis no dia do sorteio possuíam idêntica probabilidade de serem selecionadas para a amostra. Esse processo foi repetido em cada uma das quatro empresas estudadas.

Classe diamétrica: Para a avaliação da influência das classes diamétricas no CRV%, foram utilizadas as espécies do gênero *Handroanthus* (ipê amarelo e ipê roxo) por suas características semelhantes (com o objetivo de reduzir o erro amostral por outras fontes de variação). Foram definidas três classes diamétricas com amplitude de 22,33 cm.

Figura 6. Área do pátio de estocagem de uma serraria de onde as toras foram selecionadas.



Fonte: O próprio autor (2018).

Figura 7. Toras selecionadas após o sorteio utilizadas no estudo.



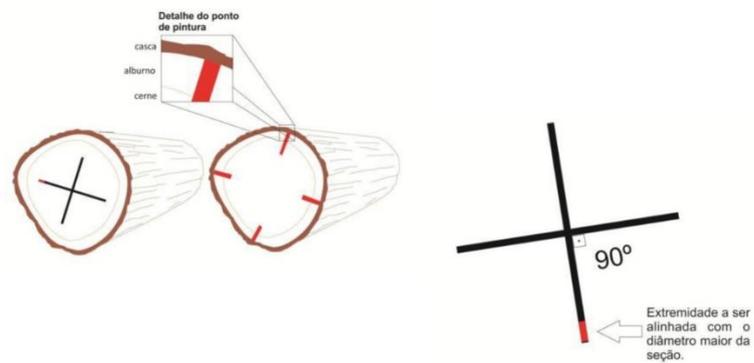
Fonte: O próprio autor (2018).

A seleção contou com quatro a sete toras por espécie em cada uma das indústrias madeireiras, com exceção do Tauari na serraria S4 que teve 11 toras amostradas, conforme demonstrado na tabela 01.

Classificação das árvores: A classificação das árvores quanto ao fuste é feita pelo grau de aproveitamento para a indústria, sendo aquelas do tipo 1 árvores bem formadas, de fuste retilíneo e forma cilíndrica, que possibilita aproveitamento de 100% do fuste para o processamento de madeira, e a do tipo 2 as árvores com alguma tortuosidade ou defeito aparente e com aproveitamento do fuste maior ou igual a 80% para a madeira serrada (PATAUÁ, 2015). Todas as toras utilizadas neste estudo são provenientes de árvores com classificação de fuste do tipo 1 e 2 da Floresta Nacional (FLONA) de Altamira, tendo sido duas empresas concessionárias e duas compradoras de madeira em tora de empresas concessionárias.

Cubagem das toras: As medições para o cálculo do volume das toras foram feitas segundo a metodologia indicada pelo Serviço Florestal Brasileiro. Durante a realização do romaneio nos pátios de estocagem foram medidos os diâmetros das extremidades 1 e 2 das toras, assim como seu comprimento, para a determinação do volume geométrico, conforme ilustrado nas figuras 8 e 9.

Figura 8. Local de medição dos diâmetros das toras.



Fonte: Serviço Florestal Brasileiro (2012).

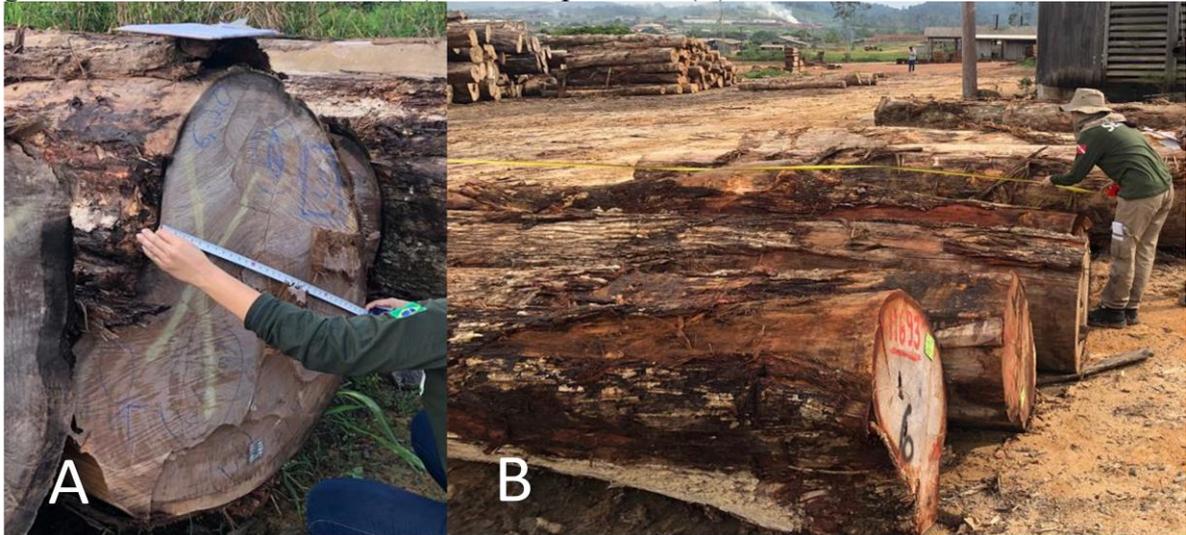
Com esses dados, serão determinados o volume de cada tora por meio da Equação 1:

$$V = \frac{\left[(D1^2 \cdot \frac{\pi}{4}) + (D2^2 \cdot \frac{\pi}{4}) \right]}{2} * L \quad (\text{Eq.1})$$

Em que: V = volume em m³; D1 = Diâmetro médio da extremidade 1 da tora em metros; D2 = Diâmetro médio da extremidade 2 da tora em metros; L = Comprimento da tora em metros.

Estes valores foram todos registrados no formulário de cubagem de toras. Ver apêndices.

Figura 9. Medição do diâmetro (A) e do comprimento (B) das toras.



Fonte: O próprio autor (2018).

Cubagem da madeira serrada: O volume de madeira serrada, foi determinado por meio da medição da espessura, largura e comprimento em metros de cada peça produzida. O volume foi obtido pela multiplicação destas três dimensões. Esse procedimento foi repetido para todas as peças produzidas em cada uma das toras, com registro na ficha de romaneio de madeira serrada (ver apêndice). O volume serrado por tora foi calculado pela Equação 2:

$$V_s = \sum_{i=1}^n V_{pi} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que: V_s = Volume da madeira serrada (m^3); V_{pi} = Volume de cada peça, indo de 1 a n (número de peças geradas por cada uma das toras).

Produtos estudados: A madeira em tora produz diversos produtos e subprodutos em madeira serrada (figura 10). Na primeira etapa do processo produtivo, também conhecida como “primeiro desdobro” pelas indústrias madeireiras, a madeira em tora é desdobrada, posteriormente passa pela etapa de alinhamento para então seguir para o destopamento (figura 12). Esse processo gera madeira serrada em estado mais bruto, ou seja, com menor grau de beneficiamento e menor qualidade no acabamento servindo em geral para atender o mercado interno.

A próxima etapa do processo produtivo consiste no beneficiamento que a depender da espécie florestal trabalhada e da tecnologia empregada, desdobra-se em diversas subetapas. As

mais comuns são o plainamento da madeira serrada, a secagem e classificação (quanto a ocorrência de imperfeições como nós, rachaduras, sulcos, dentre outros). Os produtos provenientes deste beneficiamento são destinados geralmente a mercados externos ou internos mais exigentes. Gerar um produto com melhor acabamento a um mercado mais exigente, como neste caso, implica em um menor volume de madeira serrada comercializável e por conseguinte um menor CRV%, apesar de possuir maior valor agregado.

Neste estudo, foram considerados os produtos gerados ao final do destopamento (primeira etapa), por serem os produtos que são avaliados para a customização do CRV% dentro do sistema. Para fins de licenciamento ambiental, a atividade se enquadra na resolução COEMA nº 117/2014, em seu anexo único, como a 1402 - Desdobro de Madeira em Tora para Produção de Madeira sem o seu beneficiamento. A tabela 1 contém a lista dos produtos e subprodutos utilizados.

Tabela 1. Lista de produtos e subprodutos comercializados pelas empresas objeto do estudo.

PRODUTO	SUBPRODUTOS
Madeira Serrada Bloco/Quadrados	Madeira Serrada Caibro Curto
Madeira Serrada Caibro	Madeira Serrada Sarrafo
Madeira Serrada Pranchão	Madeira Serrada Sarrafo Curto
Madeira Serrada Prancha	Madeira Serrada Tábua Curta
Madeira Serrada Tábua	
Madeira Serrada Viga	
Madeira Serrada Vigota	

Fonte: O próprio autor (2018).

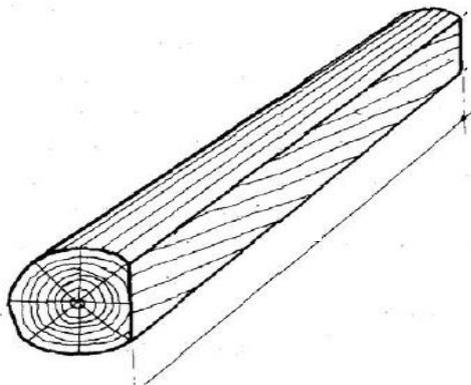
Figura 10. Madeira serrada produzida.



Fonte: O próprio autor (2018).

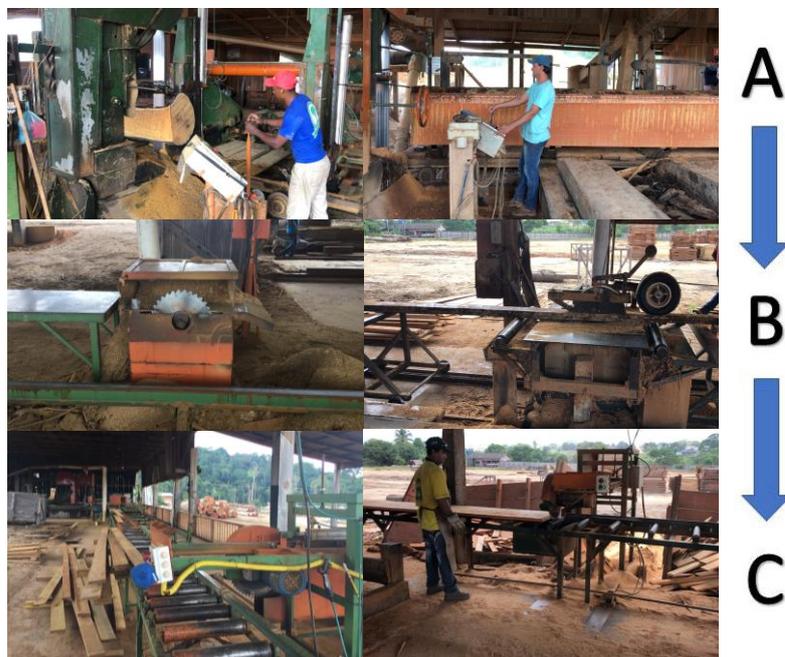
Tipo de desdobro adotado: O processamento da madeira em tora para madeira serrada, nas quatro serrarias estudadas foi feito por meio de uma serra fita em corte longitudinal, também conhecido como corte vertical, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11. Ilustração do sistema de desdobro longitudinal (vertical)



Fonte: IWAKIRI (1990).

Figura 12. Processo industrial da transformação de madeira em tora para madeira serrada: Serra Fita para desdobro vertical (A), Alinhadeira/Refiladeira (B), Destopaderia (C).



Fonte: O próprio autor (2018).

Período de coleta: As coletas foram realizadas no período de setembro de 2017 a dezembro de 2018, em um total de nove expedições.

5.5. Cálculo do CRV

Para encontrar o valor do coeficiente de rendimento volumétrico (CRV%), foi utilizada a metodologia apresentada na resolução CONAMA nº 474/2016, que é dado pela relação entre o volume de madeira serrada e o volume de tora, expresso em porcentagem, conforme a Equação 3:

$$\text{CRV} = \frac{V_s}{V_t} * 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que: CRV = Coeficiente de rendimento volumétrico em %; Vs = Volume serrado em m³; Vt = Volume da tora em m³.

5.6. Comparação com a norma legal (Hipótese a)

A comparação do CRV% de cada uma das quatro espécies ao valor estabelecido na Resolução CONAMA nº 474/2016, foi realizado por meio do teste t de Student como prova paramétrica, que tem por finalidade comparar a média amostral com a média da população (valor paramétrico fixo com CRV de 35%, de acordo com a legislação), onde é necessário assumir a média paramétrica do universo em questão. O teste foi efetuado estimando-se a variância da população pela variância amostral. Esse procedimento foi escolhido pelo fato de o tamanho da amostra ser considerado pequeno ($n \leq 30$) (AYRES *et al.*, 2006).

Para a realização do teste t de Student e da estatística descritiva (média, variância, desvio padrão e o coeficiente de variação do valor médio do CRV%), utilizou-se o software estatístico *BioEstat*, versão 5.3, ano 2012.

Com o uso do Microsoft Excel (2016), foi caracterizada a participação (%) por espécie de cada um dos produtos e subprodutos da madeira serrada, de acordo com os demonstrados na tabela 1.

Assumiu-se um erro amostral de 10% e intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade para a média do CRV%.

Os parâmetros da estatística descritiva, erro amostral e intervalo de confiança foram definidos com base no termo de referência que as empresas devem apresentar ao órgão ambiental competente, constante na Resolução CONAMA nº 411/2009, conforme texto transcrito do anexo III desta resolução:

“[...] Estudos para determinação do coeficiente de rendimento volumétrico maior de tora comercial em madeira serrada válido para coeficiente de rendimento volumétrico maior que o estabelecido no anexo II [...]3.6 Deverá ser determinado por espécie pela média dos CRV determinados individualmente para cada tora. [...] 3.7.1. Estatística descritiva. Determinar a média, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação para cada espécie estudada. 3.7.2 Determinação do tamanho ideal da amostra. Para que o CRV determinado seja representativo da espécie e respectivo produto, deverá ser determinado o tamanho ideal da amostra, admitindo-se um erro de 10% sobre o valor médio do CRV. [...]3.7.3 Determinação do intervalo de confiança. Determinar o intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade com os limites inferior e superior que o CRV pode apresentar para determinada espécie”.

As hipóteses testadas foram:

H_0 = Os CRVs (%) das quatro espécies são iguais ou inferiores a 35%.

H_1 = Pelo menos uma espécie possui CRV% superior a 35%.

5.7. Classes diamétricas das toras (Hipótese b)

Silva *et al.* (2014), demonstraram que existe correlação entre a classe diamétrica das toras e o seu rendimento na transformação para madeira serrada. Além disso, as características externas (conicidade, curvatura e achatamento) das toras também são determinantes na obtenção do rendimento (FERREIRA *et al.*, 2004).

Desta forma, buscou-se avaliar o CRV% em três distintas classes diamétricas (I, II, III), conforme tabela 2.

Tabela 2. Classes diamétricas utilizadas neste estudo.

Classe	Amplitude (cm)
I	40,50 62,83
II	62,83 85,17
III	85,17 107,50

Fonte: O próprio autor (2018).

Com o objetivo de verificar a diferença entre os rendimentos nestas três classes diamétricas, foram utilizados as duas espécies de ipês (amarelo e roxo), por possuírem características semelhantes, já que ambas são do gênero *Handroanthus*, representando uma amostra com 46 repetições (total de toras das duas espécies).

Para comprovar a hipótese b foi investigado se as três classes diamétricas apresentam diferenças significativas no CRV%. Para isso foi aplicada a análise de variância (ANOVA) e em seguida o teste de Tukey a 95% de probabilidade, caso houvesse diferença em algum dos tratamentos. Cada classe diamétrica comportou-se como fonte da variação (tratamentos) e o CRV% como a variável resposta.

Para a realização da ANOVA e do teste Tukey, utilizou-se o software estatístico *BioEstat*, versão 5.3, ano 2012.

Os três tratamentos foram:

T1: Classe diamétrica I;

T2: Classe diamétrica II;

T3: Classe diamétrica III.

As hipóteses testadas foram:

H_0 = Os CVRs (%) das três diferentes classes diamétricas são iguais.

H_1 = Pelo menos uma classe diamétrica possui CRV% diferente dos demais.

Em caso de rejeição de H_0 , aplica-se o teste Tukey.

5.8. Caracterização quanto ao nível tecnológico do maquinário utilizado (Hipótese c)

O nível tecnológico do maquinário utilizado pode influenciar o rendimento do processo de desdobro de madeira em tora para madeira serrada (LATORRACA, 2004; CARMO, 1999). Nas quatro serrarias estudadas existem dois grupos distintos quanto ao nível tecnológico do maquinário utilizado: o Grupo 1, é composto pelas serrarias S1 e S2, com o parque industrial mais moderno (processamento contemporâneo: equipamentos fabricados no ano de 2017 ou posterior); o Grupo 2, é composto pelas serrarias S3 e S4 com o parque industrial mais obsoleto (processamento convencional: equipamentos fabricados em 1995 ou anterior). A figura 13 e a tabela 3 demonstram a diferença entre os dois tipos de maquinário.

Tabela 3. Lista de equipamentos utilizados pelas empresas divididos por grupos.

GRUPO 1		GRUPO 2	
EQUIPAMENTOS	QTD	EQUIPAMENTOS	QTD
Carro porta-toras pneumático	1	Carro porta-toras hidráulico	1
Serra-de-fita 1,35 a 1,6 metros	1	Serra-de-fita 1,35 a 1,5 metros	1
Resserra 1,00 metros	1	Resserra 1,1 metros	1
Serra circular alinhadeira	1	Serra circular alinhadeira	1
Destopadeira	2	Destopadeira	2
Exaustor	2	Exaustor	1
Compreensor	1	-	-

Figura 13. Distinção das serrarias quanto aos grupos: Grupo 1 (A); Grupo 2 (B).



Fonte: O próprio autor (2018).

Para avaliar a existência de diferença no CRV% entre os dois grupos de serrarias, foi aplicado o teste t de Student a 95% de probabilidade. A variável analisada foi o coeficiente de rendimento volumétrico (CRV%), utilizando as duas espécies de ipês (amarelo e roxo), por possuírem características semelhantes, já que ambas são do gênero *Handroanthus*, tal como foi descrito na hipótese b.

Para a realização do teste t de Student, utilizou-se o software estatístico *BioEstat*, versão 5.3, ano 2012.

Desta forma, cada um dos grupos foi considerado como um tratamento, tendo como variável resposta o CRV%:

T1: grupo 1 (maior nível tecnológico);

T2: Grupo 2 (menor nível tecnológico).

As hipóteses testadas foram:

H_0 = O CVR% dos grupos 1 e 2 são iguais.

H_1 = O CVR% dos grupos 1 e 2 são diferentes.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Coeficiente de rendimento volumétrico por espécie (hipótese a)

Ao total, foram utilizadas no estudo 89 toras de árvores, sendo 17 toras de Angelim-pedra, 26 Toras de Ipê-amarelo, 20 de Ipê-roxo e 26 de Tauri. Por serraria, a quantidade de toras variou entre de 20 a 28, tendo as S1 e S2 com menor quantidade e S4 com a maior (tabela 4). O volume médio por tora foi de 2,52 m³, e a quantidade total de peças de madeira serrada produzidas foram 8.535, perfazendo aproximadamente 96 peças por tora.

Tabela 4. Distribuição das toras utilizadas neste estudo.

SERRARIAS					
ESPÉCIES	S1	S2	S3	S4	Total Geral
ANGELIM-PEDRA	4	4	4	5	17
IPÊ-AMARELO	6	6	7	7	26
IPÊ-ROXO	5	5	5	5	20
TAUARI	5	5	5	11	26
Total Geral	20	20	21	28	89

Fonte: O próprio autor (2018).

O coeficiente de rendimento volumétrico médio do Ipê-amarelo (n=26) foi de 56,78%, com desvio padrão de $\pm 9,58$. O coeficiente de variação foi de 16,88%, apresentando um erro padrão da média de 1,88 o que corresponde a um erro padrão relativo de 6,82%, portanto abaixo dos 10% exigidos pela resolução CONAMA n° 411/2009 (tabela 5).

Tabela 5. Estatística descritiva para o Ipê-amarelo.

Variável	Valor
n	26
Média Aritmética (CRV%)	56,78%
Variância	91,8317
Desvio Padrão	9,5829
Coeficiente de Variação	16,88%
Erro Padrão da Média	1,8794
Erro de Amostragem Relativo	6,82%

Fonte: O próprio autor (2018).

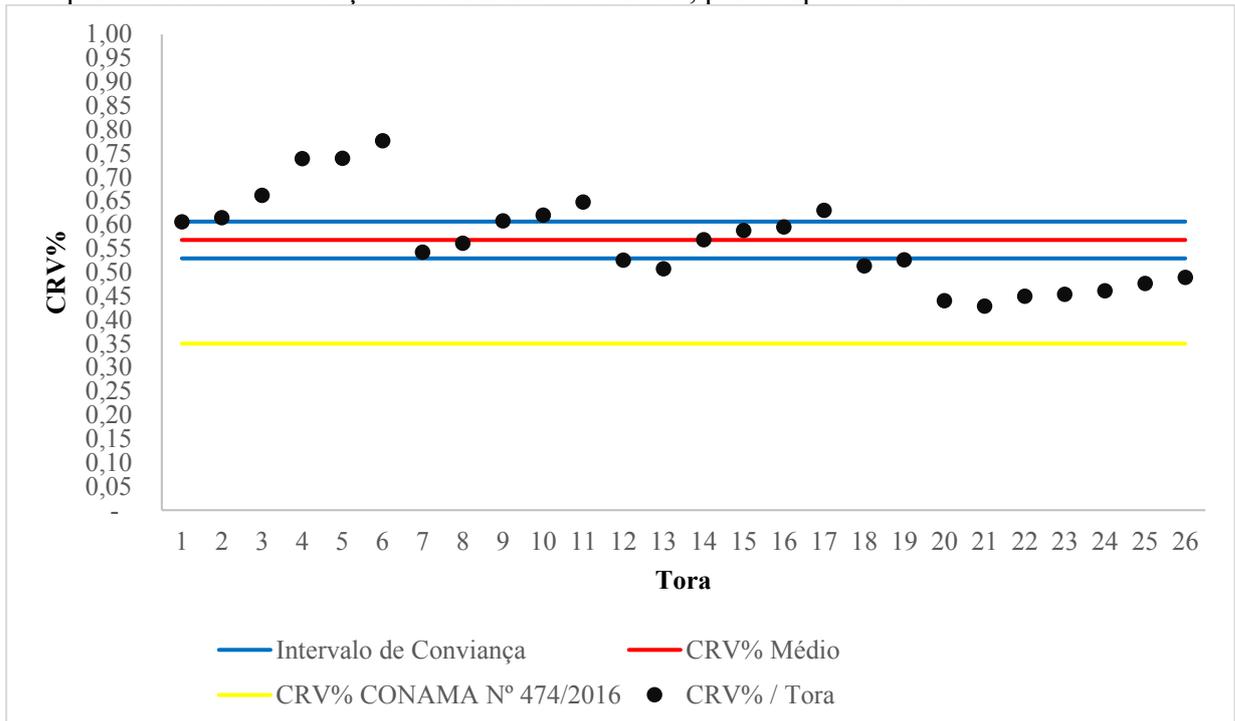
O teste t de Student, realizado para comparar a média amostral do CRV% com o valor paramétrico estabelecido de 35% (vide a resolução nº 474 de 2016), indicou que existe diferença significativa entre esse valor e a média da amostra de 56,78%. Os resultados apresentados na tabela 6, demonstram um valor de p unilateral menor que 0,0001, ou seja, apresenta um nível de significância de 99%, sendo desta forma superior aos 95% estabelecidos na pesquisa e na resolução. Pode-se afirmar, desta forma, que o coeficiente de rendimento volumétrico do Ipê-amarelo é, estatisticamente, superior a 35% ao nível de 99% de probabilidade, apresentando um intervalo de confiança entre 52,91% a 60,65% e 51,54% a 62,02%, aos níveis de 95% e 99% de significância, respectivamente. O gráfico 1 demonstra a distribuição dos dados amostrais, corroborando com hipótese de que o rendimento da espécie é superior ao parâmetro.

Tabela 6. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Ipê-amarelo.

Variável	Valor
CRV Paramétrica	35,00%
Média Amostral (CRV)	56,78%
(t)	11,5896
Graus de liberdade	25
(p) unilateral	< 0.0001

Fonte: O próprio autor (2018).

Gráfico 1. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA ° 474/2016, para o Ipê-amarelo.



Fonte: O próprio autor (2018).

Com relação ao Ipê-roxo, os resultados demonstraram que o seu coeficiente de rendimento de volumétrico foi de 56,32%, valor muito próximo ao encontrado para o Ipê-amarelo. O coeficiente de variação foi de 15,31% e o erro padrão relativo foi de 7,16% (tabela 7).

Tabela 7. Estatística descritiva para o Ipê-roxo.

Variável	Valor
n	20
Média Aritmética (CRV%)	56,32%
Variância	74,2942
Desvio Padrão	8,6194
Coeficiente de Variação	15,31%
Erro Padrão da Média	1,9274
Erro de Amostragem Relativo	7,16%

Fonte: O próprio autor (2018).

A estatística de comparação (teste t de Student), presentes na tabela 8, indicou que o valor médio de 56,78% para o CRV% das toras, é diferente estatisticamente do valor paramétrico de 35%, ao nível de significância de 99%, com p unilateral menor que 0,0001.

Desta forma, assim como o Ipê-amarelo, o rendimento no processamento de toras de Ipê-roxo é superior aos 35% estabelecido na resolução, com intervalo de confiança variando entre 52,28% a 60,35%, ao nível de 95% e significância, e de 50,80% a 61,83% ao nível de 99% de significância.

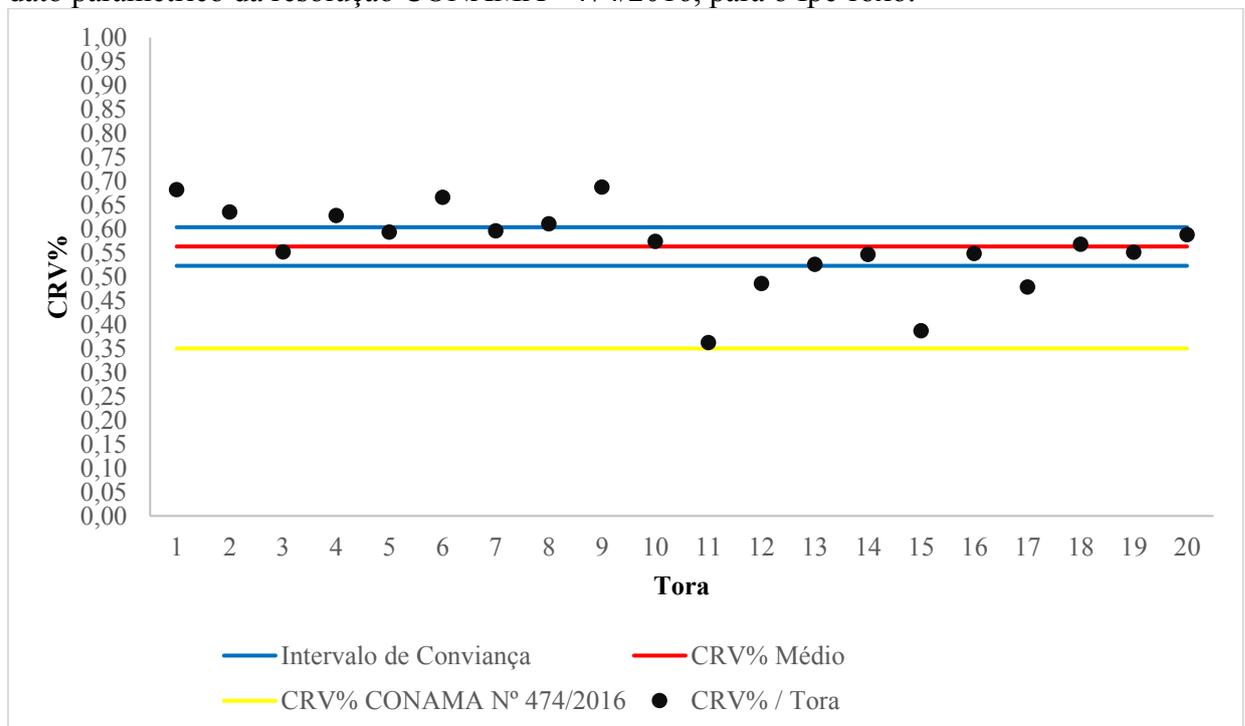
Tabela 8. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Ipê-roxo.

Variável	Valor
CRV Paramétrica	35,00%
Média Amostral (CRV%)	56,32%
(t)=	11,0593
Graus de liberdade	19
(p) unilateral =	< 0.0001

Fonte: O próprio autor (2018).

No gráfico 2, nota-se a distribuição dos dados amostrais, o menor valor do rendimento encontrado nas 20 toras de Ipê-roxo foi de 36,24%, ao passo que o maior foi 68,73%, demonstrando como os valores se comportaram acima da média paramétrica de 35%.

Gráfico 2. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA nº 474/2016, para o Ipê-roxo.



Fonte: O próprio autor (2018).

O Tauari apresentou um CRV de 59,67%, para as 26 toras estudadas. O erro padrão da média foi de 1,69, o que corresponde a um erro de amostragem relativo de 5,82%, portanto abaixo de dos 10% máximo admitido, já o coeficiente de variação foi de 14,41% (tabela 9).

Tabela 9. Estatística descritiva para o Tauari.

Variável	Valor
n	26
Média Aritmética (CRV%)	59,67%
Variância	73,9624
Desvio Padrão	8,6001
Coeficiente de Variação	14,41%
Erro Padrão da Média	1,6866
Erro de Amostragem Relativo	5,82%

Fonte: O próprio autor (2018).

Comparado ao valor paramétrico de 35%, o teste t de Student demonstrou que, ao nível de significância de 99% (p unilateral menor que 0,0001), o valor de 59,67% para o coeficiente de rendimento volumétrico do Tauari é estatisticamente maior. Os intervalos de confiança ao nível de significância de 95% e 99% foram, respectivamente de 56,20% a 63,15% e 54,97% a 64,37%, resultados estes presentes na tabela 10.

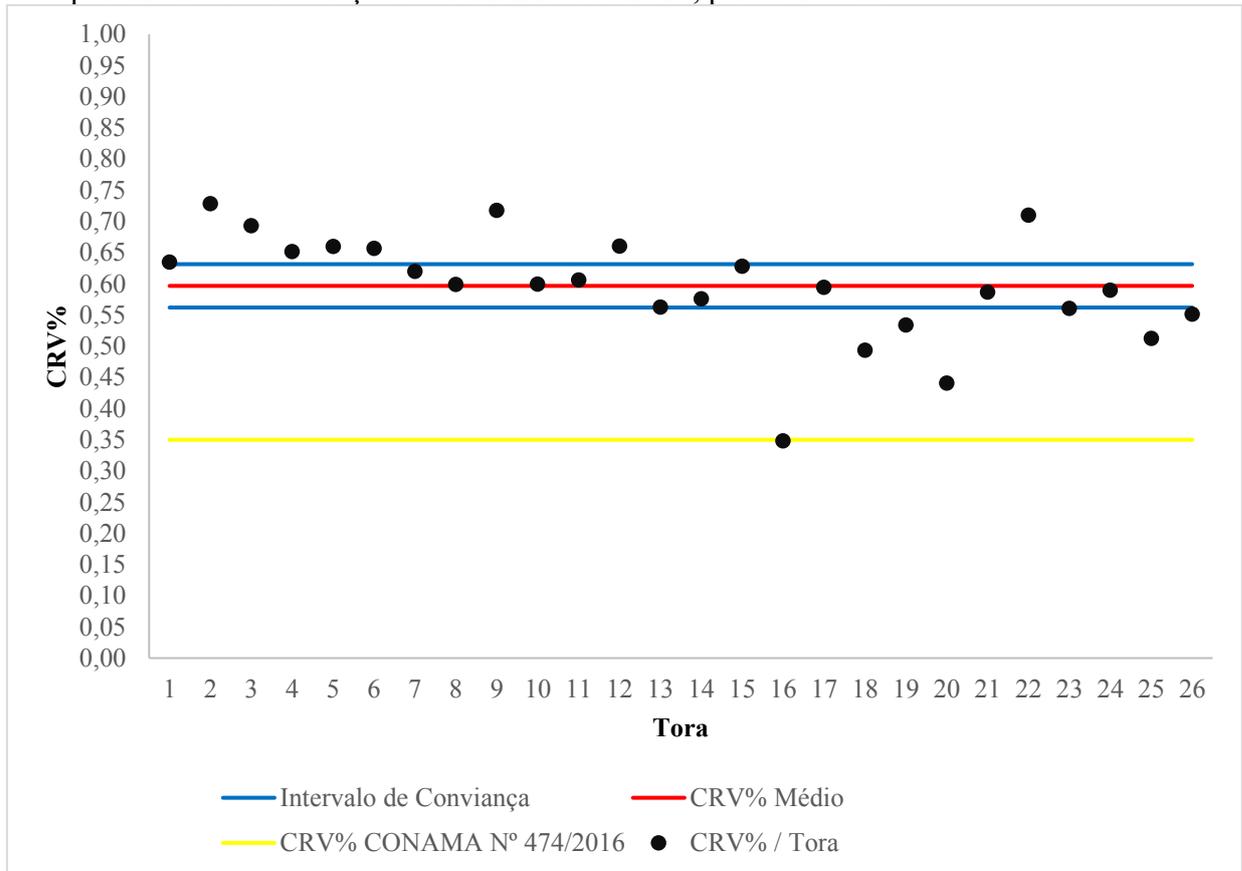
Tabela 10. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Tauari.

Variável	Valor
CRV Paramétrica	35,00%
Média Amostral (CRV%)	59,67%
(t)=	14,6269
Graus de liberdade	19
(p) unilateral =	< 0,0001

Fonte: O próprio autor (2018).

O menor valor de rendimento dentre as 26 toras de Tauari foi de 34,79%, enquanto o maior foi de 72,83%. Apesar de existir um indivíduo com rendimento inferior a 35%, devido a perdas por ataque de insetos xilófagos (neste tora) potencializada por seu armamento incorreto no pátio da serraria, a distribuição dos dados amostrais confirma o teste estatístico em que o CRV% é superior ao valor de parâmetro (gráfico 3).

Gráfico 3. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA ° 474/2016, para o Tauari.



Fonte: O próprio autor (2018).

Por fim, o Angelim-pedra teve um coeficiente de rendimento volumétrico de 58,32%. Dentre as quatro espécies, foi a que teve uma menor variabilidade, apresentando um coeficiente de variação de 8,22% entre as 17 toras levantadas. O Erro Padrão da Média foi de 1,1622 o que resulta em um Erro de Amostragem Relativo de 4,22% (tabela 11).

Tabela 11. Estatística descritiva para o Angelim-pedra.

Variável	Valor
n	17
Média Aritmética (CRV%)	58,32%
Variância	22,9613
Desvio Padrão	4,7918
Coeficiente de Variação	8,22%
Erro Padrão da Média	1,1622
Erro de Amostragem Relativo	4,22%

Fonte: O próprio autor (2018).

O teste de comparação estatística, t de Student, demonstrou novamente que existe diferença significativa entre o valor médio do CRV% do Angelim-pedra (58,32%) e o valor paramétrico dado pela resolução do CONAMA de 35%, ao nível de significância de 99%, com p unilateral menor que 0,0001. O intervalo de confiança, variou entre 55,86% e 60,78% para 95% de significância, e entre 54,93% e 61,72% para 99% de significância (tabela 12). O pequeno intervalo de confiança nos dois níveis de significância são justificados pelo fato de a amostra dessa espécie apresentar pouca variabilidade.

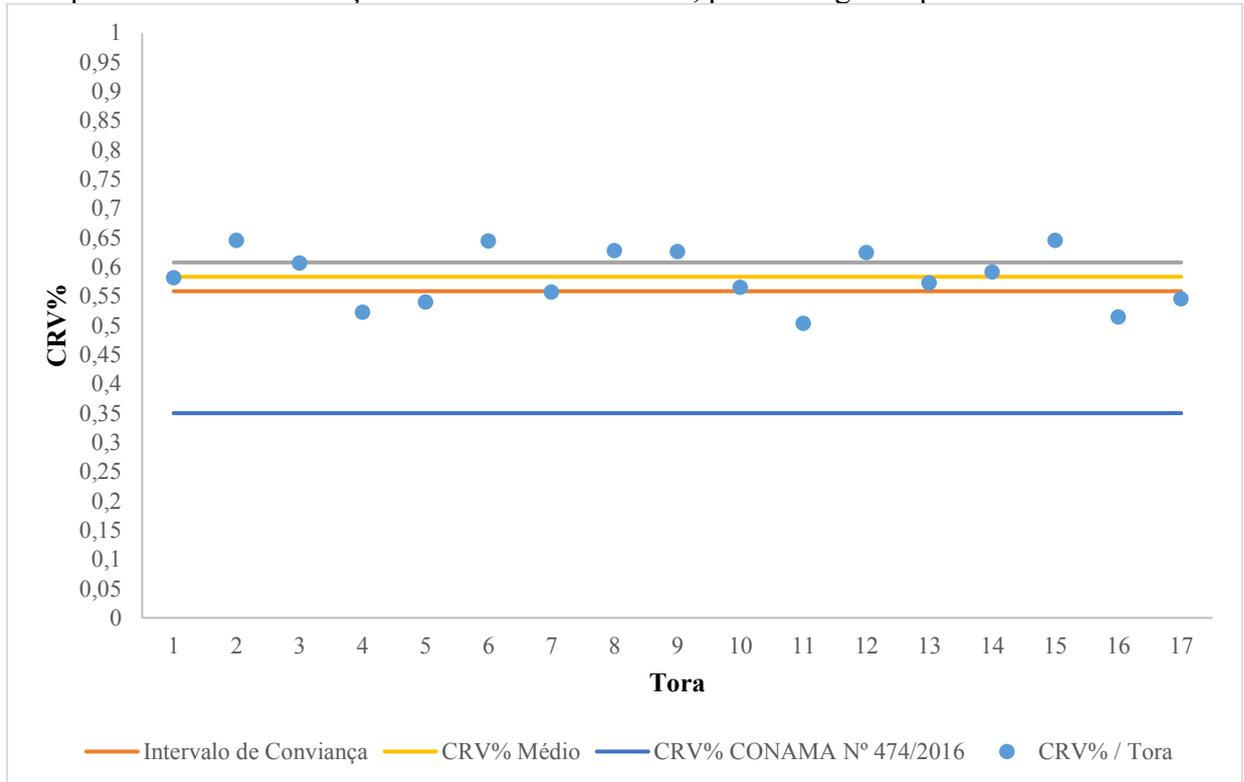
Tabela 12. Teste t de Student ao valor paramétrico de 35% para o Angelim-pedra.

Variável	Valor
CRV Paramétrica	35,00%
Média Amostral (CRV%)	58,32%
(t)=	20,0737
Graus de liberdade	16
(p) unilateral =	< 0,0001

Fonte: O próprio autor (2018).

A pouca variabilidade encontrada nos valores de rendimento do Angelim-pedra pode ser observada no gráfico de distribuição abaixo, em que, o valor mínimo no rendimento foi de 50,36% e o valor máximo 64,56%. Desta forma, demonstrando que o CRV% é de fato superior ao parâmetro de 35%.

Gráfico 4. Distribuição do CRV% por tora, em relação ao intervalo de confiança (95%) e ao dato paramétrico da resolução CONAMA ° 474/2016, para o Angelim-pedra.

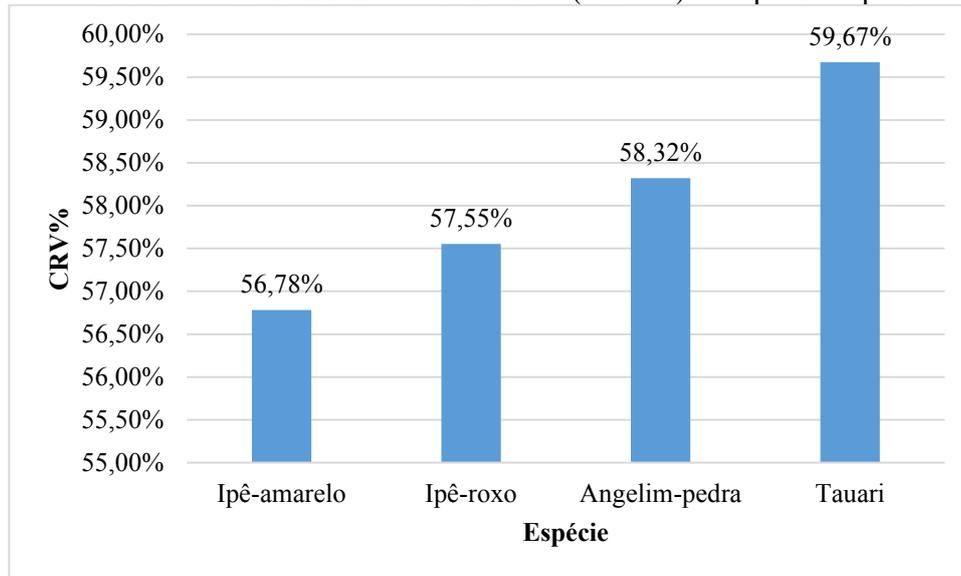


Fonte: O próprio autor (2018).

Os valores encontrados dos coeficientes de rendimento volumétrico, das quatro espécies estudadas nesta dissertação, foram superiores ao valor paramétrico de 35% que é estabelecido na resolução CONAMA nº 474/2016, de acordo com o teste estatístico t de Student, ao nível de significância de 99%.

Desta forma, a hipótese “a” é verdadeira, já que o seu teste de hipóteses demonstrou que não se pode rejeitar H_0 , ou seja, pelo menos uma das espécies possui CRV% superior a 35%, que neste caso foram todas as quatro espécies.

A espécie que apresentou o menor coeficiente de rendimento volumétrico foi o Ipê-amarelo, com 56,78%, ao passo que aquela com o maior rendimento foi o Tauari com 59,67% (gráfico 5).

Gráfico 5. Coeficiente de Rendimento Volumétrico (CRV%) das quatro espécies estudadas.

Fonte: O próprio autor (2018).

Apesar de a resolução CONAMA nº 474 de 2016 ter sido bastante controversa dentre os diversos atores do setor, em que de um lado alguns membros da academia defendem a ideia do coeficiente de rendimento médio ser próximo aos 35%, e de outro o setor produtivo alicerçado por seus estudos técnicos que demonstram que o CRV% é maior (para algumas espécies inclusive superior aos 45% estabelecido pela resolução antiga), a sua edição, publicação e entrada em vigor foi de suma importância para que as indústrias do setor madeireiro dessem início a elaboração destes estudos, a fim de estabelecer o rendimento real para cada espécie de interesse, em detrimento do CRV% genérico dado pela resolução.

Empiricamente os empreendedores do setor madeireiro conhecem o rendimento das espécies e é esperado que, se não todos, mas a maioria dos estudos técnicos apresentados ao órgão ambiental competente, apresente valor superior a 35%, sendo que aquelas espécies que com grande probabilidade possuam um rendimento inferior a esse valor, não serão alvo de tais estudos realizados pela indústria do setor, cabendo a academia estudar e identificar essas espécies.

O alto rendimento encontrado nas espécies de Ipê-amarelo, Ipê-roxo, Tauari e Angelim-pedra em comparação a resolução CONAMA nº 474/2016, não é destoante de outros trabalhos encontrados na literatura (Iwakiri (1990); Biasi (2005); Santos (1986); Oliveira *et al.* (2003); Silva *et al.* (2014); e Carmo *et al.* (2013)). Há espécies com rendimento inclusive

superior aos das quatro espécies estudadas, como Cupiúba 61,8% (IWAKIRI 1990), Cambará (*Q. albiflora*) 62,63% (BIASI, 2005) e *Qualea. sp* 60,49% (CARMO *et al.*, 2013).

Apesar dos rendimentos das quatro espécies analisadas terem sido bem superiores ao estabelecido na norma reguladora, outros estudos apresentados demonstram uma grande variabilidade no coeficiente de rendimento volumétrico entre as diversas espécies de madeira tropical exploradas, não podendo o valor de 35% ser adotado para todas elas.

Há de se destacar que existem outros fatores, além da espécie, que influenciam no CRV%, como é o caso da classificação do fuste das árvores exploradas nas áreas manejadas, que está diretamente relacionada à qualidade das toras. Como descrito na seção de materiais e métodos deste trabalho, apenas árvores com fustes do tipo 1 e 2 foram exploradas, ou seja, aquelas que apresentam pouca ou nenhuma falha ou tortuosidade, com aproveitamento maior ou igual a no mínimo 80% para o uso da indústria madeireira de madeira serrada. Desta forma, além do fator espécie, o fato de as 89 toras avaliadas neste estudo terem como origem uma área que possibilite a exploração de árvores com fuste em excelentes condições, deve ter contribuído para o elevado coeficiente de rendimento volumétrico.

Outro ponto importante a se avaliar são os tipos de produtos gerados pela indústria madeireira. Quanto menor o acabamento dos produtos comercializados, por menos processos industriais a madeira vai passar, conseqüentemente, menor perdas no volume final e maior o seu rendimento. As quatro serrarias foram avaliadas até o seu momento de primeiro desdobro, que consistem nos processos de desdobro da madeira em tora para serrada, refilamento (também conhecido como alinhamento) e destopo, gerando madeira serrada do tipo código 20² sem beneficiamento. Em outras palavras, estes produtos comercializados apresentam um rendimento superior, quando comparadas ao rendimento de produtos que passam por mais processos de beneficiamento e destinam-se a mercados mais exigentes, como o externo.

A tabela 13 demonstra por espécie, a contribuição de cada um dos produtos para o coeficiente de rendimento volumétrico final. Com um total de 11 produtos, a tábua foi o tipo de madeira serrada mais processada em todas as quatro espécies, representando 68,89% do volume produzido, seguido do sarrafo com 12,46% do volume serrado (à exceção do Angelim-pedra que obteve o segundo lugar em produção de viga com 20,47% e do Tauari com 17,17% para a

² Classificação dada pela Instrução Normativa nº 23/2009 da SEMAS, que estabelece a conversão dos produtos florestais madeireiros dentro do SISFLORA.

produção de prancha) e da viga com 8,45%. Os 3 principais produtos processados totalizaram 89,80%, demonstrando sua importância para o mercado local. Os produtos menos produzidos foram o sarrafo curto, o caibro curto, a tábua curta, o bloco, e o pranchão, com respectivamente, 0,01%, 0,03%, 0,05%, 0,11% e 0,12%, do volume produzido. Ao todo, esses cinco produtos geraram apenas 0,32% de todo o volume serrado.

Tabela 13. Contribuição de cada produto, por espécie, para o coeficiente de rendimento volumétrico final.

Produto	Ipê-amarelo	Ipê-roxo	Angelim-pedra	Tauari	Média Ponderada
Bloco	0,00%	0,51%	0,00%	0,00%	0,11%
Caibro	0,00%	0,00%	4,84%	1,68%	1,71%
Caibro Curto	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,03%
Prancha	0,00%	0,00%	7,52%	17,17%	6,75%
Pranchão	0,00%	0,00%	0,47%	0,00%	0,12%
Sarrafo	22,78%	7,64%	8,75%	10,64%	12,46%
Sarrafo Curto	0,00%	0,03%	0,00%	0,01%	0,01%
Tábua	72,24%	86,06%	56,89%	63,44%	68,89%
Tábua Curta	0,00%	0,21%	0,00%	0,00%	0,05%
Viga	1,69%	4,56%	20,47%	6,45%	8,45%
Vigota	3,29%	1,00%	1,06%	0,48%	1,43%

Fonte: O próprio autor (2018).

6.2. Coeficiente de rendimento volumétrico por classe diamétrica (hipótese b)

A classe diamétrica é um dos fatores indicados pela literatura como uma das variáveis que influenciam no CRV%. Silva *et al.* em 2014 demonstrou uma correlação positiva entre as classes diamétricas das toras e seu rendimento na transformação para madeira serrada, com rendimento maior conforme o aumento do diâmetro, também observado nos trabalhos de MANHIÇA *et al.* (2012), IPT (2003), MURARA *et al.* (2005), VALÉRIO *et al.* (2009).

Outros trabalhos realizados mostraram resultados divergentes. MARCHESAN (2012), em estudo de avaliação do rendimento de madeira serrada em espécies tropicais, verificou que não houve correlação entre o maior rendimento e o maior diâmetro, para a espécie Muiracatiara, onde de quatro classes estudadas, a classe 2 (51- 65cm) apresentou melhor resultado que a classe 3 (66 - 80cm) e Muirapitinga onde a classe 2 apresentou melhor rendimento que as classes 3 e 4 (81- 108cm). Já PIOVESAN (2013), observou o mesmo

comportamento ao estudar o Ipê (*Handroanthus* sp), em três classes diamétricas, onde apesar de a classe 1 (43,5 – 53,0 cm) apresentar um valor nominal de rendimento maior, não houve diferença estatística significativa entre o rendimento das três classes.

Neste estudo, a tendência do aumento do rendimento conforme o aumento do diâmetro não foi observada. A ANOVA, aplicada por meio do *BioEstat*, para os valores médios do coeficiente de rendimento volumétrico por classe diamétrica, não revelou diferença estatística significativa (95% de probabilidade) tendo valor de $F = 0,3454$ e $(p) = 0,7148$. O total de toras utilizadas neste estudo foi de 46 entre as duas espécies de Ipê, sendo 15 da classe I, 25 da classe II e 6 pertencentes a Classe III (tabela 14).

Tabela 14. Rendimento por classe diamétrica e teste de análise de variância.

Classe	Intervalo (cm)	Frequência Absoluta	VT (m ³)	VS (m ³)	CRV%	F	p valor
I	40,50 62,83	15	24,4209	13,6274	55,80%		
II	62,83 85,17	25	62,9344	35,8680	56,99%	0,3454	0,7148
III	85,17 107,50	6	25,0824	14,7474	58,80%		

Fonte: O próprio autor (2018).

Desta forma, em detrimento da tendência encontrada na maioria das espécies tropicais madeireiras, no qual o rendimento aumenta em função do diâmetro, não se pode afirmar que isso ocorra em todas as espécies, como foi o caso do Ipê-amarelo e Ipê-roxo, utilizados nestes estudo e com resultados semelhantes na literatura.

Diante disto, aceita-se a hipótese nula (b), ou seja, os coeficientes de rendimento volumétrico (%) das três classes diamétricas são iguais.

6.3. Coeficiente de rendimento volumétrico tendo em conta o nível tecnológico do maquinário (hipótese c)

A área estudada abrange uma região onde houve a implementação de concessões florestais, sejam estaduais (Gleba Mamuru Arapiuns) com uma área concessionada superior a 150 mil hectares, sejam federais, com a Flona Altamira com quatro UMF³s com área concessionada de aproximadamente 360 mil hectares. A disponibilização dessas florestas sob o

³ Unidade de Manejo Florestal

regime de concessão ocasionou a migração de diversas serrarias que antes estavam localizadas em municípios circunvizinhos, sobretudo em Novo Progresso, para o município de Itaituba, em parte devido aos estímulos e bonificações que as empresas que realizam a industrialização e o emprego de mão de obra no município local recebem. Além disso, apesar das áreas de concessão englobarem outros municípios, o acesso logístico para a produção florestal e escoamento da madeira em tora até a serraria é mais facilitado em Itaituba (estradas já existentes e população com aptidão para a atividade).

O volume de produção da madeira em tora é superior a capacidade de consumo e industrialização dos concessionários em virtude das grandes áreas concessionadas. Por esse motivo, além de atuarem no beneficiamento da madeira serrada, os concessionários também são fornecedores de madeira em tora para outras serrarias localizadas no município, mas que não possuem planos de manejo próprio.

Em um levantamento feito junto a secretaria municipal de meio ambiente de Itaituba (SEMMA, 2019), existem atualmente 26 indústrias madeireiras em operação e licenciadas no município e uma pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), perfazendo um total de 27. Dentre essas, apenas sete possuem relação direta com alguma UMF em regime de concessão, significando dizer que 20 empresas consomem madeira em tora das concessões de forma indireta, por meio de contratos de fornecimento de toras com as concessionárias. Algumas dessas empresas possuem projetos de manejo florestal em áreas privadas que atendem a sua demanda por matéria prima de maneira efêmera, com a exploração durando um ou dois anos.

O setor florestal que antes possuía escassez da madeira legal e sustentável, em que a origem dos produtos florestais madeireiros provinham de pequenas áreas⁴ particulares em regime de manejo florestal o que tornava a atividade muito efêmera, atualmente em municípios como Itaituba, as indústrias encontraram nas concessões florestais a possibilidade de vislumbrar um planejamento de longo prazo, já que esse abastecimento está garantido por décadas. O grande número de empresas regulares no município é um reflexo direto dessa legalidade e segurança que as concessões têm trazido para a região. Esse fato é importante pois

⁴ Um exemplo são os Projetos de Assentamento (PAs) entregues pelo INCRA, com propriedades de pequenos colonos com até 100 hectares.

possibilita um crescimento orgânico, ano a ano, na quantidade de madeira produzida de forma legal.

Desta forma, com a garantia da origem da matéria prima pelo longo prazo, algumas das indústrias que hoje estão diretamente ligadas ao regime de concessão florestal, iniciaram um processo de modernização do parque industrial, trocando equipamento com mais de duas décadas de fabricação, por outros fabricados em 2017. Apesar desse processo ter iniciado apenas entre os concessionários, também é possível observar o interesse das outras empresas indiretamente relacionadas às concessões.

A modernização destes equipamentos, traz notável melhoria na produtividade, com a possibilidade de aumento de turnos de trabalho, menores desperdícios e menos tempo para processar cada metro cúbico de madeira, além de garantir maior segurança do operador/trabalhador, como o uso de um sistema de sistema pneumático para a operação e não mais o antigo sistema mecânico. Esse novo sistema possibilita que os trabalhadores operam de maneira menos exposta (mais longe) e de forma mais rápida, comparativamente aos sistemas antigos (convencionais).

No que diz respeito a relação de melhoria do coeficiente do rendimento volumétrico (CRV%), apesar dessa troca de equipamentos antigos por mais novos, não é muito claro se existe uma correlação direta entre a idade do maquinário e seu rendimento, já que a maioria das indústrias ainda continua com um parque industrial mais antigo e ainda assim solicitaram a avaliação do estudo técnico para aumentar o CRV% de algumas espécies para além dos 35% estabelecido na nova resolução.

Diante disso, a avaliação da interferência do nível tecnológico do maquinário utilizado na industrialização da madeira em tora para madeira serrada, surgiu por não ser uma variável comumente avaliada, mas bastante citada em trabalhos como FONTES (1994), sobre a influência do método de processamento e CARPINELLI & GARCIA (2002), sobre a classificação e qualidade das toras.

Neste trabalho, das 89 toras avaliadas (das 4 espécies estudadas), 40 toras pertencem ao grupo 1 (serrarias S1 e S2) e 49 toras ao grupo 2 (serrarias S3 e S4). O valor médio do CRV% encontrado para o grupo 1, com parque industrial mais moderno e os equipamentos fabricados no ano de 2017, foi de 62,87%, enquanto no grupo 2, com o parque industrial

composto por equipamentos fabricados no ano de 1995, o valor médio do rendimento foi de 53,69%. A estatística de comparação das médias, teste t de Student, apresentada na tabela 15, indicou que os dois tratamentos são diferentes, em que o rendimento das serrarias com maior nível tecnológico (mais modernas) é superior em 9,18% ao das serrarias com menor nível de tecnologia (mais tempo de uso), ao nível de significância de 99%, com p unilateral menor que 0,0001. Desta forma, o nível tecnológico do maquinário interfere no rendimento encontrado (tabela 15).

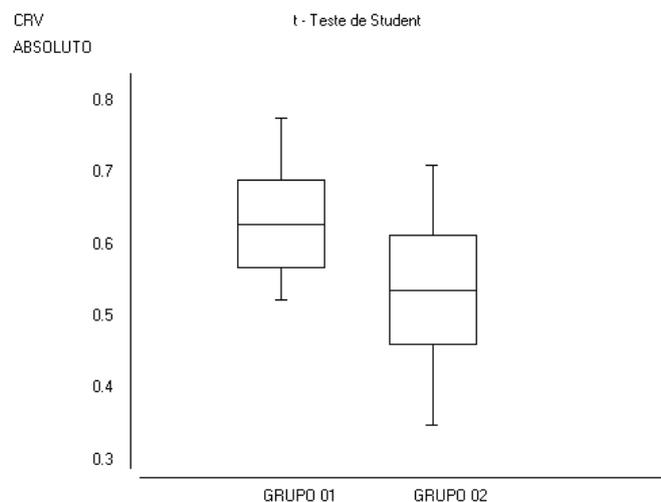
Tabela 15. Teste t de Student comparando o CRV% do grupo 01 e do 02.

Variável	Grupo 01	Grupo 02
n	40	49
Média (CRV%)	62,87%	53,69%
Variância	37,0109	58,1612
t =	6.1734	
Graus de liberdade	87	
p (unilateral) =	< 0,0001	

Fonte: O próprio autor (2018).

O gráfico 6 demonstra esta diferença, no qual o grupo 1 apresenta coeficiente de rendimento volumétrico (%) médio superior ao grupo 2, conforme já comprovado por meio do teste t de Student.

Gráfico 6. Comparação entre os valores médios do CRV% para os grupos.



Fonte: O próprio autor (2018).

Destarte, conclui-se que a hipótese “c” é verdadeira, já que o seu teste de hipóteses demonstrou que não se pode rejeitar H_0 , ou seja, o CVR% do grupo 1 é maior que o do grupo 2.

7. CONCLUSÃO

As quatro espécies estudadas *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos (o Ipê-amarelo), *Handroanthus impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Mattos (Ipê-roxo), *Hymenolobium petraeum* Ducke (Mart. Ex DC.) Mattos (Angelim-pedra) e *Couratari guianensis* Aubl (Tauari), apresentaram coeficiente de rendimento volumétrico (CRV%) estatisticamente superiores aos 35% estabelecidos na resolução CONAMA nº 474/2016.

As três classes diamétricas definidas neste estudo, não influenciaram o coeficiente de rendimento volumétrico, não se encontrando uma tendência de rendimento em classes maiores ou menores, para o *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos (o Ipê-amarelo) e para o *Handroanthus impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Mattos (Ipê-roxo).

O nível tecnológico do maquinário utilizado no processo industrial do desdobro de madeira em tora para madeira serrada influencia no rendimento médio obtido pela indústria, sendo que equipamentos mais novos (modernos), possuem um rendimento superior aos equipamentos mais antigos (obsoletos).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI. Associação brasileira de indústrias do processamento da madeira. **Estudo Setorial 2009, ano base 2008**. 2009. 48p. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/2009.pdf>>. Acesso em: 13 de mar 2019.

AYRES, M.; AYRES, M. JR.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S.; **BioEstat**, Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências BIO-Médicas. Manual. 5ª edição. Belém, PA. 2006.

BIASI, C. P. **Rendimento e eficiência no desdobro de três espécies tropicais**. 61 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

BRASIL. Grupo de Trabalho Interinstitucional do Distrito Florestal Sustentável da BR 163. **Plano de Ação (2006-2007)**. 2006. 27 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/dfs_plano_de_acao.pdf>. Acesso em: 02 de nov de 2018.

CARMO, J. F.; LATORRACA, J. V. F.; BOTIN, A. A.; CARMO, F. H. D. J.; VOLPATO, MARISTELA. **Análise do rendimento e produtividade do desdobro da madeira serrada de *Qualea sp.*** Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM), III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ), RJ. 2013.

CARMO, J. F. **Utilização e Manutenção de Serra de Fita**. 72 p. Curso de Especialização em Administração e Processamento Madeireiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

CARPINELLI, S. M.; GARCIA, J. N. **Rendimento no desdobro e produtividade em madeira serrada de uma floresta de *Eucalyptus grandis***. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em: <https://bdpi.usp.br/single.php?_id=001251590>. Acesso em: 15 Mai 2019

CASTRO, E.; MONTEIRO, R.; CASTRO, C. P. **Dinâmica de atores, uso da terra e desmatamento na Rodovia Cuiabá-Santarém**. Paper 180. Belém: NAEA. 2004.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Caracterização da produção florestal brasileira por atividade, região e porte das empresas**. 7p. 2016. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/artigo-19_0.90465700%201514912076.pdf> . Acesso em: 17 mai 2019.

Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Ministério de Meio Ambiente. Resolução nº 411 de 2009. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=604>>. Acesso em 31 de out de 2018.

Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Ministério de Meio Ambiente. Resolução nº 474 de 2016. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=720>>. Acesso em 31 de out de 2018.

Conselho Estadual de Meio Ambiente - COEMA. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará. **Resolução nº 117 de 2017**. Belém. PA. 2017. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2014/11/25/resolucao-ad-referendum-coema-no-117-de-25-de-novembro-de-2014-3/>>. Acesso em: 14 Mar 2019.

DANIELLI, F. E. **Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (SAPOTACEAE) em serraria na nova fronteira madeireira do estado do Roraima, Brasil**. xiii, 82f. Dissertação (Ciências de Florestas Tropicais (CFT)) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus: [s.n.], 2013.

DUTRA, R. I. J. P.; NASCIMENTO, S. M.; NUMAZAWA, S.; **Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências, sobre o meio ambiente e opções de uso**. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, Ed. 5, 2005.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 17 Mai. 2019.

FREITAS, L. C.; **A baixa produtividade e o desperdício no processo de beneficiamento da madeira: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC, Florianópolis - Santa Catarina, 2000.

FERREIRA, S.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. S.; TRUGILHO, P. F. **Influência de Métodos de Desdobro Tangenciais no Rendimento e na Qualidade da Madeira de Clones de *Eucalyptus* spp.** Cerne, Lavras, v. 10, n. 1, p. 10-21. 2004.

FONTES, P. J.P. **Auto-suficiência energética em serraria de *Pinus* e aproveitamento dos resíduos**. 1994.140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). UFPR, Curitiba. 1994.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Global Forest Resources Assessment**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4808e.pdf>>. Acesso em: 16 mar 2019.

GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSIGOLO, C. A.; MAGALHAES, P. A. D. **Rendimento no desdobro de toras de itaúba (*Mezilaurus itauba*) e tauari (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora**. Floresta e Ambiente, 19(4):468-474. 2012.

GERWING, J; VIDAL, E.; VERRÍSSIMO, A.; UHL, C. **Rendimento no processamento de madeira no estado do Pará**. Série Amazônia nº 18 – Imazon. Belém, 2000. 38p.

IBA. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório**. 2018. 6p. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/digital-sumarioexecutivo-2018.pdf>>. Acessado em: 14 de mai 2019.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Proposta para Revisão do Coeficiente de Rendimento Volumétrico para Desdobro de Tora em Madeira Serrada na Resolução CONAMA 411/2009 - Relatório**. Obtido através de e-mail por meio do Serviço Florestal Brasileiro UR-DFS-BR163, 10p. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura** - PEVS. 8p. 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf>. Acesso em: 17 mai 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Anual - PIA**. Ano base 2016. 8p. 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=71719>>. Acesso em: 16 mai 2019.

INSTITUTO IPÊ. Identificação de Espécies Florestais, **Página Online**. 2005. Disponível em: <<https://www.ipef.br/identificacao/tabebuia.heptaphylla.asp>>. Acesso em: 17 Mai 2019.

IPT – Instituto de pesquisas tecnológicas. **Fichas de características das madeiras**. São Paulo. 1989. Disponível em: <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/3.htm> . Acesso em: 01 nov de 2018.

IPT – Instituto de pesquisas tecnológicas. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo, SP: IPT. 57 p. 2003.

IWAKIRI, S. **Rendimento e Condições de Desdobro de 20 Espécies de Madeiras da Amazônia**. ACTA Amazônica, 20(único): 271-281. 11p. 1990.

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

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; SOBRAL, L. **Fatos florestais da Amazônia 2003**. Belém: Imazon, 110p. 2003.

LIMA, I. L. Técnicas de corte e derrubada de eucalipto para aliviar rachaduras de topo de toras. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, ano 1, n. 2, 2003.

MACPHERSON, A. J; LENTINI, M. W.; CARTER, D. R.; BAITZ, W.N. **Eficiência de Serrarias na Amazônia: uma análise por envoltória de dados**. Sci. For. Piracicaba, v. 37, n 84, p. 415-425, 2009.

MANHIÇA, A. A.; ROCHA, M. P.; TIMOFEICZYK JR., R. **Rendimento no desdobro de *Pinus* sp. Utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte**. Floresta, Curitiba, v. 42, n. 2, p.409-420, 2012.

MARCHESAN, R.. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 94p. 2012.

MURARA, M. I.; ROCHA, M. P.; TIMOFEICZYK JR., R. **Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro**. Floresta, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 473-483, 2005.

MUSEU DA AMAZÔNIA. Reserva Adolpho Ducke, **Página Online**. Manaus. 2017. Disponível em: <<https://twitter.com/museudaamazonia/status/910968890913644545>>. Acesso em: 17 Mai 2019.

NASCIMENTO, K. G. S.; SILVA, S. M. G.; PIO, N. S.; MEDEIROS, C. M.; NASCIMENTO, C. C. **Avaliação do processo de beneficiamento da madeira em três segmentos da indústria florestal**. Manaus: INPA. Capítulo de Livro, Contextualização Amazônica, p. 21 – 27, 2010.

OLIVEIRA, A. D.; MARTINS, E. P.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P.; SOUZA, A. N. **Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do município de Jarú, estado de Rondônia**. Cerne, Lavras, v. 9, n. 1, p. 001-015, 2003.

OLIVEIRA, T. M. V.; **Amostragem não probabilística: adequação de situações para uso e limitações de amostras por conveniência, julgamento e cotas**. Rev Adm OnLine. 2(3). 2001.

PATAUÁ FLORESTAL LTDA SPE. **Plano de manejo florestal sustentável**. Floresta nacional de Altamira. 2015. 139p. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/concessoes-florestais/concessoes-florestais-florestas-sob-concessao/floresta-nacional-de-altamira/producao-3/umf-3-pataua/2238-plano-de-manejo-florestal-sustentavel-pataua-altamira-umf-iii/file>>. Acesso em: 13 Mar 2019.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia 2010**. Belém: Imazon, 124p. 2010.

PIOVESAN, P. R. R.; REIS, A. R. S.; SOUZA, D. V.; **Rendimento na Produção de Madeira Serrada de Ipê (*Handroanthus* sp)**. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

Projeto 1000 Dias Por Toda a América. Flona Tapajós, **Página Online**. 2011. Disponível em: <<http://1000dias.com/ana/flona-tapajos/>>. Acesso em: 17 Mai 2019.

SANTOS, J. **Situação da indústria madeireira no município de Manaus (1981 e 1983) e das serrarias no estado do Amazonas (1981)**. 1986. 78 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 1986.

STEEGE, H.; PITMAN, N.; SABATER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R.; GUEVARA, J. E.; OLIVER. *et al.* **Hyper-dominance in the Amazonian tree flora**. Science, v. 342, n.6156. p.1243092-. 2013.

Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará - SEMAS. **Instrução Normativa nº 23 de 2009**. Belém. PA. 2019. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2009/03/31/10946/>>. Acesso em: 16 Mar 2019.

SEMMA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itaituba - PA. **Levantamento de dados no local**. 2019.

SEPOF. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Estatística Municipal: Itaituba**. Belém: Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. 2005. 45 p

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Boletim Sistema Nacional de Informação Florestal (SNIF)**. 2017. 32p. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif>>. Acesso em: 13 de mar 2019.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Edital de Licitação Para Concessão Florestal Concorrência nº 03/2013 - Floresta Nacional de Altamira**. 2013. 35p. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/florestas-sob-concessao?id=106>>. Acesso em: 13 mar 2019.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Guia para medição de produtos e subprodutos florestais madeireiros das concessões florestais**. Brasília, DF, 48p. 2012.

SILVA, C. R. P.; LATORRACA, J. V. F.; CARMO, J. F.; MOJENA, P. A. **Lumber yield in function of diameter classes and quality standards of logs**. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, p. 709 – 714. 2014.

VALÉRIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F., BALBINOT, R.; CALDEIRA, M. V. W.; FIGUEIREDO, A. **Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobramento de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**. Floresta, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 619-628, 2009.

VERRÍSSIMO, A.; CAVALCANTE, A.; VIDAL, E.; PANTOJA, F.; BRITO, M. **O setor madeireiro no Amapá: situação atual e perspectivas para o desenvolvimento sustentável**. Governo do Estado do Amapá & Imazon, 44p. 1999.

