



Coeficiente de rendimento em madeira serrada de oito espécies nativas de Mato Grosso

Zaira Morais dos Santos Hurtado de MENDOZA¹, Pedro Hurtado de Mendoza BORGES²,
Lucas Carvalho PIERIN¹

¹Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

²Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: zairamorais09@gmail.com

Recebido em dezembro/2016; Aceito em abril/2017.

RESUMO: A pesquisa foi desenvolvida em uma serraria no norte de Mato Grosso e teve como objetivo, avaliar o rendimento em madeira serrada de oito espécies nativas, tradicionalmente utilizadas na indústria de processamento mecânico no estado. Na indústria selecionaram-se aleatoriamente, 6 toras de cada uma das 8 espécies nativas escolhidas, totalizando 48 toras para o desenvolvimento do estudo. A metodologia empregada foi conforme prescrita na Resolução nº 411 do CONAMA (2009), e as variáveis estudadas foram: volume de tora, volume de madeira serrada e volume de resíduo (costaneira e serragem). Os resultados foram analisados por estatística descritiva e testes de médias. Concluiu-se que a espécie “Cedrinho” (*Erisma uncinatum*) apresentou o maior rendimento em madeira serrada (56,17%) e a espécie “Angelem saia” (*Parkia pendula*) o menor rendimento (38,41%), não atendendo o mínimo de 45% estipulado na normativa do CONAMA/2009. A unidade processadora apresentou rendimento médio em madeira serrada de 47,48% e está dentro da média reportada em literatura para as espécies de folhosas (45- 50%), mas o volume total de resíduo gerado foi alto, devido possivelmente à conicidade das árvores.

Palavras-chave: rendimento, resíduo, CONAMA.

Coefficient of yield in sawn wood of eight native species of Mato Grosso

ABSTRACT: The research was developed in a sawmill in the north of Mato Grosso and had as objective, to evaluate the yield of sawn wood of eight native species, traditionally used in the mechanical processing industry within the state. Within the industry, 6 logs were randomly selected from each of the 8 native species chosen, totaling 48 logs for the study development. The methodology used was as prescribed in CONAMA Resolution 411 (2009), and the variables studied were: log volume, lumber volume and residue volume (coastwise and sawdust). The results were analyzed by descriptive statistics. It was concluded that the species "Cedrinho" (*Erisma uncinatum*) presented the highest yield of sawn wood (56,17%) and the specie "Angelem saia" (*Parkia pendula*) had lower yield (38,41%), not meeting the minimum of 45% stipulated in CONAMA/2009 regulations. The processing unit had a mean yield of 47,48% of sawn wood and is within the mean reported in the literature for the hardwood species (45-50%), but the total volume of residue generated was high, due mainly to the conicity of the trees.

Keywords: yield, residue, CONAMA.

1. INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso tem como principal atividade a agropecuária e o extrativismo vegetal, destacando-se nessa última, a exploração de florestas nativas para a produção de madeira serrada e laminada.

Conforme dados do Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso - INDEA/MT (2015), as principais espécies arbóreas comercializadas no estado entre os anos de 2009 a 2014 no mercado interno de serrados e laminados foram: Amescla, Angelem, Cambará, Cumbaru, Cupiúba, Cedrinho, Itaúba, Freijó, Garapeira Maçaranduba e Peroba, sendo estas, responsáveis por mais de 80% do volume comercializado.

No estado do Mato Grosso, o comércio de madeira teve início na década de 60, mas apesar da antiga tradição madeireira, as indústrias atuantes na região são, em sua maioria, empresas com capital reduzido, manejo florestal pouco eficaz, equipamentos obsoletos e em mal estado de conservação, o que pode comprometer o desempenho operacional dessas empresas. Segundo Biasi (2007), esse

panorama apresentado no estado é a regra geral, salvo raras exceções, quando se estuda o setor de processamento mecânico de madeiras nativas em todo o País.

Existem diferentes formas para se avaliar o desempenho de uma madeireira, porém, a variável rendimento ou índice de transformação ou coeficiente de rendimento, é amplamente explorada para esse fim, independente dos critérios adotados para essa análise. De acordo com Vital (2008) e Rocha (2002), o rendimento de uma serraria pode ser matematicamente definido, como sendo a relação entre o volume de madeira utilizada em tora e o volume de madeira serrada produzida no final do processo, podendo ser expresso em unidade de volume ou em porcentagem. Cerqueira et al. (2012), mencionam que o rendimento de uma serraria está relacionado com vários fatores, que de forma individual ou coletiva, influenciam diretamente na sua produção, uma vez que as tornam ineficientes, com baixo rendimento, antieconômicas e geradoras de grande quantidade de resíduos e subprodutos inadequados para a comercialização.

Para Manhiça (2010), os principais fatores que influenciam o rendimento são os diâmetros das toras, os maquinários, as características tecnológicas das espécies, o produto final gerado e a qualificação da mão de obra. O autor enfatiza, que todos esses fatores devem ser analisados de forma conjunta e não individualizada para a obtenção de lucros dentro da empresa. Segundo Biasi (2005), em função da deficiência tecnológica e do pouco conhecimento das espécies, talvez o maior problema enfrentado pela indústria nacional de madeira serrada, seja o baixo aproveitamento da matéria-prima, o que acarreta em aumento do custo do produto final e numa grande geração de resíduos. Garcia et al. (2012), corroboram com essa ideia, ressaltando que a qualidade da tora influencia no seu rendimento, pois toras de boa qualidade sempre terão um coeficiente de rendimento em madeira serrada maior e em contrapartida, um volume de resíduos menor. Mendoza et al. (2010), mencionam que o baixo rendimento e a alta porcentagem de resíduo, são uma característica marcante dentro das serrarias que operam com árvores nativas, o que gera simultaneamente, problemas econômicos e ambientais, pois um maior volume de matéria-prima terá que ser consumido para compensar o baixo rendimento. Melo et al. (2012), relatam que a região amazônica produz muita madeira serrada de espécies nativas, mas também é grande geradora de resíduos provenientes do processo de conversão da madeira. Segundo os autores, isso ocorre principalmente, devido ao pouco conhecimento sobre a matéria-prima, o que leva ao uso inapropriado de técnicas de desdobro.

Apesar das várias ações governamentais e não governamentais para conter o desperdício de madeira, principalmente dentro dos polos madeireiros nacionais, poucas foram realmente efetivas em suas propostas. Na busca de alternativas para um tema tão complexo, o governo federal instituiu através do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, a resolução nº 411, de 6 de maio de 2009, cujo principal objetivo é o aprimoramento das ações de fiscalização em todo o território nacional. Essa resolução dispõe de forma objetiva, sobre os procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. No caso especial de serrarias, o coeficiente de rendimento volumétrico mínimo, para conversão da tora em madeira serrada, foi fixado como sendo maior ou igual a 45%, permitindo-se até o máximo de 55% de geração de resíduo.

Diante do exposto, objetivou-se com essa pesquisa, avaliar o coeficiente de rendimento (índice de transformação), em madeira serrada de oito espécies nativas, tradicionalmente utilizadas na indústria de processamento mecânico no estado de Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de coleta

O estudo foi desenvolvido no município de Alta Floresta no extremo norte do estado de Mato Grosso, entre as coordenadas geográficas de 9° 00' e 11° de latitude sul e 55° 30' a 57° 00' de longitude oeste. O levantamento dos dados foi efetuado "in loco" em uma indústria madeireira de médio porte de acordo com Rocha (2002). O volume mensal de

processamento de toras fica em torno de 800 a 1500 m³ e o volume médio de produtos serrados está em torno de 700 m³. A área total ocupada pela empresa é de 4.000 m², subdividida em três pátios principais (industriais), classificados como pátio de toras (1.500 m²), pátio para maquinário (500 m²), pátio de secagem ao ar livre e armazenamento de peças serradas (1.000 m²). Além dos pátios industriais, a empresa conta também com um espaço para atendimento às pessoas (1.000 m²), subdividido em setores: administrativo, primeiros socorros, auditório, refeitórios, sanitários, vestiários e área de lazer.

2.2. Metodologia

Para a realização da pesquisa foram analisadas oito espécies florestais nativas, identificadas conforme Tabela 1. A origem das toras foi mencionada como sendo de manejo florestal, de espécies nativas do estado de Mato Grosso, porém não foi esclarecido se o manejo era de concessões florestais públicas, próprias ou de terceiros. Após a escolha e identificação das espécies, selecionou-se de forma aleatória seis toras, para cada espécie amostrada. Ao todo, foram analisadas 48 toras e a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa, foi conforme proposto na resolução nº 411 do CONAMA (2009).

Tabela 1. Espécies florestais nativas selecionadas.

Table 1. Selected native forest species.

Nome Vulgar	Nome Científico	Família
Amescla	<i>Trattinickia burserifolia</i>	Burseraceae
Angelim Pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>	Fabaceae
Angelim Saia	<i>Parkia pendula</i>	Fabaceae
Cambará	<i>Gochnatia polymorpha</i>	Asteraceae
Cedrinho	<i>Erisma uncinatum</i>	Vochysiaceae
Champanhe	<i>Dipteryx odorata</i>	Fabaceae
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>	Lauraceae
Peroba Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	Goupiaceae

Fonte: Lorenzi (2008).

Abaixo são apresentadas separadamente as etapas de mensuração da matéria-prima para levantamento dos dados, que durou aproximadamente sete meses de coleta.

Primeiramente foi obtido o volume de toras com casca, cujos cálculos estão discriminados na Equação 1.

$$V_T = [(\pi \cdot L_T) / 8] \cdot (D_1^2 + D_2^2) \quad (\text{Equação 1})$$

em que: V_T = Volume da tora (m³); D_1 = Diâmetro médio da menor seção transversal da tora (m); D_2 = Diâmetro médio da maior seção transversal da tora (m); L_T = Comprimento da tora (m).

Após o desdobro de cada tora, mediu-se o comprimento, a largura e a espessura da peça serrada, utilizando-se uma trena com precisão de 10 milímetros. Todos os dados foram marcados em uma planilha de campo e posteriormente utilizados na Equação 2, para determinação do volume individual das peças serradas. O volume final de madeira serrada foi determinado conforme Equação 3.

$$VPS = C \cdot L \cdot E \quad (\text{Equação 2})$$

$$V_F = \sum V_{PS} \quad (\text{Equação 3})$$

em que: V_{PS} = Volume da peça serrada (m³); C = Comprimento da peça (m); L = Largura da peça (m); E = Espessura da peça (m); V_F = Volume final de madeira serrada (m³).

Sequencialmente determinou-se o coeficiente de rendimento em madeira serrada (ou índice de transformação ou simplesmente rendimento) utilizando-se a Equação 4, cujos cálculos se basearam na conversão das toras em madeira serrada.

$$CR_{MS} = (V_{MS}/V_T) \cdot 100 \quad \text{(Equação 4)}$$

em que: CR_{MS} = Coeficiente de rendimento em madeira serrada (%); V_{MS} = Volume de madeira serrada (m^3); V_T = Volume da tora (m^3).

O volume de alburno (costaneira) foi considerado resíduo, visto que a empresa não estava fazendo, no momento da coleta de dados, a resserragem nem o refilo dessas peças. O cálculo do volume de alburno (costaneiras) foi efetuado pela diferença entre o volume da tora e o volume de madeira serrada, conforme expresso na Equação 5.

$$V_A = V_T - V_{MS} \quad \text{(Equação 5)}$$

em que: V_A = Volume do alburno (m^3); V_{MS} = Volume de madeira serrada (m^3); V_T = Volume da tora (m^3).

O volume de serragem também foi considerado resíduo, sendo determinado pela diferença entre o volume da tora e o volume de madeira serrada mais o volume de alburno (costaneira), conforme Equação 6.

$$V_{SR} = V_T - (V_{MS} + V_A) \quad \text{(Equação 6)}$$

em que: V_{SR} = Volume de serragem (m^3); V_T = Volume total da tora (m^3); V_{MS} = Volume de madeira serrada (m^3); V_A = Volume de alburno (m^3).

Após coleta, os dados de rendimento volumétrico foram analisados por estatística descritiva, determinando-se a média, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação para cada espécie estudada. Além disso, foi determinado também, o intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade com seus respectivos limites inferior e superior, conforme preceituado pela resolução nº 411 do CONAMA (2009).

Os valores de rendimento em madeira serrada foram submetidos à análise de variância, adotando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com oito tratamentos (espécies) e seis repetições (toras). A normalidade dos dados foi verificada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors e Shapiro-Wilk, entretanto, a homogeneidade de variâncias foi verificada pelo teste de Cochran, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Para a realização dos testes foi estabelecido 5% como nível de significância, utilizando-se o programa de Assistência Estatística (ASSISTAT), desenvolvido por Silva; Azevedo (2006).

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 apresentam-se os valores médios dos volumes de tora, madeira serrada e resíduos (costaneiras e serragem), bem como o valor médio percentual do rendimento em madeira serrada, correspondentes ao desdobro das oito espécies florestais analisadas.

Na Figura 1 ilustra-se a proporção de madeira serrada e de resíduos para as oito espécies estudadas. As principais estatísticas descritivas para caracterizar a distribuição dos

valores de rendimento em madeira serrada correspondentes a cada espécie constam na Tabela 3.

Tabela 2. Volumetria e rendimento médio em madeira serrada para as espécies estudadas.

Table 2. Volumetric and average yield of sawn wood for the studied species.

Espécies	Volumes médios (m^3)				RT (%)	RM (%)
	TO	MS	AL/CO	SE		
Amescla	1,43	0,77	0,38	0,28	46,15	53,85
Angelim pedra	2,69	1,12	1,03	0,54	58,36	41,64
Angelim saia	1,64	0,63	0,68	0,33	61,59	38,41
Cambará	1,69	0,80	0,55	0,34	52,66	47,34
Cedrinho	1,62	0,91	0,39	0,32	43,83	56,17
Champanhe	1,33	0,61	0,46	0,26	54,14	45,86
Itaúba	1,32	0,62	0,43	0,27	53,03	46,97
Peroba cupiúba	1,23	0,61	0,37	0,25	50,41	49,59

Legenda: TO: Toras; MS: Madeira serrada; AL/CO: Alburno/Costaneira; SE: Serragem; RT: Resíduo total; RM: Rendimento médio.

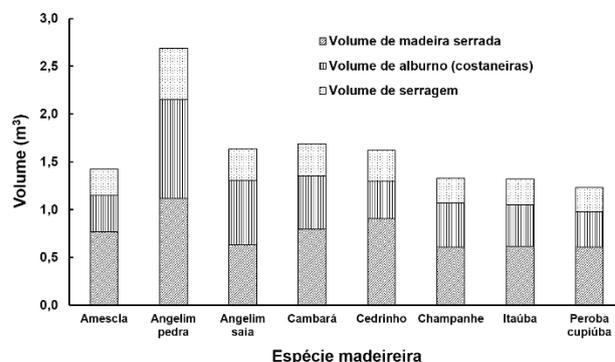


Figura 1. Volume de madeira serrada e de resíduos para as espécies estudadas.

Figure 1. Volume of lumber and residues for the studied species.

Tabela 3. Estatística descritiva do rendimento em madeira serrada para as espécies estudadas.

Table 3. Descriptive statistics of yield in sawn wood for the studied species.

Estatística descritiva	Valor (%)
Rendimento médio	47,48
Rendimento mínimo	38,41
Rendimento máximo	56,17
Amplitude	17,76
Desvio padrão	5,63
Coeficiente de variação	10,06
Curtose	1,88
Assimetria	-1,63
Limite inferior do intervalo de confiança	45,87
Limite superior do intervalo de confiança	49,09

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o rendimento em madeira serrada.

Table 4. Summary of the variance analysis for the yield in sawn wood.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Estatística F
Espécie	7	1438,92	205,56	95,39**
Resíduo	40	86,19	2,15	
TOTAL	47	1525,11		

Os resultados da análise de variância apresentam-se na Tabela 4. Já, o resumo com a comparação das médias do rendimento em madeira serrada das espécies, conforme o teste de Scott Knott pode ser constatado na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados da comparação do rendimento médio em madeira serrada para as oito espécies, conforme o teste de Scott Knott.

Table 5. Comparison results of the average yield in sawn wood for the eight species, according to the Scott Knott test.

Espécie	Rendimento médio (%)
Amescla	53,85 b
Angelim pedra	41,64 e
Angelim saia	38,41 f
Cambará	47,34 d
Cedrinho	56,17 a
Champanhe	45,86 d
Itaúba	46,97 d
Peroba cupiúba	49,59 c

Letras iguais na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Scott-Knott ($p \leq 5\%$).

4. DISCUSSÃO

Na Tabela 2 observa-se que tanto o Angelim pedra (que teve o maior volume de toras processadas) como o Angelim saia, apresentaram alto valores de resíduos (58,36% e 61,59% respectivamente) e consequentemente, baixos valores de rendimento em madeira serrada (41,64% e 38,41% respectivamente), não atendendo, portanto, a porcentagem mínima de rendimento exigida pela resolução nº 411 do CONAMA (2009). Isso provavelmente ocorreu devido à forma do tronco das árvores dessas espécies, pois elas não foram separadas por classe diamétrica e muitas apresentavam uma conicidade elevada, o que gerava um volume alto de costaneiras, que nesse estudo, foram consideradas resíduo, pois não eram aproveitadas. As demais espécies mostraram rendimentos acima do exigido.

As espécies que mostraram os maiores rendimentos, também se diferenciaram visualmente, ficando um grupo próximo ao mínimo exigido que nesse caso foram as espécies Cambará, Champanhe, Itaúba e Peroba cupiúba, e um outro grupo bem acima do mínimo exigido, que são as espécies Amescla e Cedrinho, que além de maiores rendimentos, apresentaram inclusive, melhor proporção volumétrica entre madeira serrada e quantidade de resíduos (alburno e serragem) gerados. Já as espécies Angelim pedra e Angelim saia, que evidenciaram os menores rendimentos, mostraram uma inversão dessa relação. Nota-se também, que dentre as oito espécies estudadas, o Angelim pedra, foi a que apresentou o maior volume de resíduos, tanto na forma de costaneiras como de serragem (Figura 1).

De acordo com Murara Junior (2013), a separação das espécies por classe de diâmetro, as técnicas de desdobro e o treinamento do operador, são fatores importantes que podem ser monitorados, para ajudar a aumentar o rendimento em madeira serrada dentro das serrarias e diminuir o volume de resíduo.

Na análise conjunta dos dados, verifica-se que mesmo operando com duas espécies de baixo rendimento, a empresa conseguiu obter um rendimento médio final (47,48%), acima do requisitado pela resolução nº 411 do CONAMA (2009), conforme demonstrado na Tabela 3.

Com base na referida Tabela pode-se inferir que o rendimento em madeira serrada da empresa foi adequado e que teve pouca variabilidade, fato esse, verificado pelos baixos valores do desvio padrão e do coeficiente de variação. Deve-se ressaltar ainda, que no processamento dessas espécies, o rendimento da indústria situou-se entre 45 e 49%, conforme indicado pelos limites do intervalo de confiança, para a probabilidade de 95%, isto é, satisfaz o mínimo de 45% exigido pela resolução nº 411 do CONAMA (2009). O valor do coeficiente de curtose superior a 0,263 indica uma distribuição dos dados inferior à curva normal, denominada platicúrtica (Tabela 3). Também, com base no valor do coeficiente de assimetria pode-se afirmar, ainda, que os dados apresentaram uma distribuição assimétrica à esquerda ou negativa, significando uma concentração dos dados nos valores mais altos, isto é, a maioria das espécies tem rendimento acima da média (Tabela 3).

Pelos resultados da análise de variância dispostos na Tabela 4, verifica-se que as diferenças, entre os rendimentos em madeira serrada, apresentados pelas oito espécies, foram significativas para o nível de 1% de probabilidade, de acordo com o teste F de Fisher-Snedecor.

Conforme visualizado na Tabela 5, apenas as espécies Cambará, Champanhe e Itaúba apresentaram rendimentos em madeira serrada iguais estatisticamente (equivalentes), formando um grupo com valores próximos de 45%. Já as demais se diferenciaram de forma individualizada.

Diante dos resultados de comparação de médias (Tabela 5), as oito espécies madeireiras foram classificadas em três grupos distintos de rendimento em madeira serrada, ou seja, maior, médio e menor. No primeiro grupo ficaram as espécies Amescla, Cedrinho e Peroba cupiúba, uma vez que os seus rendimentos foram estatisticamente superiores aos evidenciados pelo grupo intermediário (médio) formado pelas espécies Cambará, Champanhe e Itaúba. Já, as espécies Angelim pedra e Angelim saia, formaram o terceiro grupo, tendo em vista que os correspondentes rendimentos foram inferiores aos apresentados pelas demais espécies e também inferiores ao valor mínimo de 45% exigido pela resolução nº 411 do CONAMA (2009).

O rendimento em madeira serrada para a espécie Angelim pedra, estimado neste estudo como sendo de 41,64%, foi inferior ao obtido por Oliveira et al. (2003) trabalhando com a mesma espécie no município de Jaru-RO (49,50%), sendo também inferior ao determinado por Ângelo et al. (2004) em Sinop-MT (55,90%), e Tonini; Ferreira (2004) que encontraram valores de rendimento de 66,20% para essa espécie. O rendimento para a espécie Cambará definido nesta pesquisa como sendo de 47,34%, ficou próximo ao relatado por Garcia (2013) que foi de 48,90% e abaixo do calculado por Ângelo et al. (2004) que foi de 54,30% e por Biasi; Rocha (2007) que foi de 62,63%. Para a espécie Itaúba, os valores de rendimento dessa pesquisa (46,97%), foram similares aos encontrados por Ângelo et al. (2004), para a mesma espécie (48,10%). Contudo, Biasi; Rocha (2007) obtiveram para a mesma espécie, um rendimento de 53,90% sendo, portanto, superior aos valores desse trabalho.

Para as espécies Cedrinho, Champanhe e Peroba cupiúba foram constatados rendimento em madeira serrada de 56,17%, 45,86% e 49,59%, respectivamente. No caso do Cedrinho, esses valores foram inferiores aos relatados por Ângelo et al. (2004), que encontraram valores de 56,70% e

por Biasi; Rocha (2007), que relataram valores de 59,83%. Já para a espécie Champanhe, Oliveira et al. (2003), encontraram valores de 62,01% e Ângelo et al. (2004), valores de 55,20%, sendo ambos superiores ao do presente estudo. Em relação à Peroba cupiúba, os valores de rendimento encontrados nesse trabalho (49,59%) foram inferiores aos determinados por Ângelo et al. (2004) de 61,90%, porém similar aos valores encontrados por Tonini; Ferreira (2004) de 51,93%. As espécies Amescla e Angelim saia, apresentaram rendimentos, respectivamente, de 53,85% e 38,41%. Esses valores foram inferiores aos relatados por Ângelo et al. (2004) para Amescla (60,00%) e para Angelim saia (55,00%).

Apesar das discrepâncias observadas para as espécies individuais, o rendimento médio em madeira serrada, da unidade de processamento analisada, foi de 47,48% sendo superior aos valores de 40%, obtido por Garcia (2013) avaliando serrarias que operavam com espécies nativas, em São Gabriel-RS. Por outro lado, o rendimento médio deste estudo foi inferior ao valor de 49,28%, determinado por Oliveira et al. (2003) avaliando serrarias na cidade de Jaruro e também inferior ao valor de 54,85%, estimado por Ângelo et al. (2004) no município de Sinop-MT, ambas pesquisas, realizadas com espécies nativas. As diferenças observadas ao se comparar os valores médios de rendimento, tanto para as espécies individuais, quanto para a serraria, ocorreram provavelmente, devido a fatores tais como idade das árvores, qualidade das toras, qualidade de sitio e posição sociológica, que poderiam influenciar significativamente no índice de transformação volumétrico da tora em madeira serrada, e consequentemente no rendimento final da serraria.

Além disso, os equipamentos e a mão de obra utilizada podem interferir nessa variável. Juízo et al. (2014), corroboram com essa ideia, mencionando que o maquinário influencia na variação dimensional das peças serradas, principalmente na espessura, e que a variação dimensional por sua vez, irá influenciar no rendimento final do processo de conversão. Esses autores afirmam que serrarias com grandes variações dimensionais em suas peças, têm rendimentos menores, isto porque, quanto maiores as variações, maiores devem ser os acréscimos nas medidas das peças serradas. Murara Junior et al. (2013), mencionam que o rendimento médio em uma serraria está intimamente relacionado com o equipamento utilizado e com o sistema de desdobro aplicado.

Tanto a serragem quanto as costaneiras são consideradas, dentro da empresa estudada, como volumes de comercialização marginal, os quais fogem ao objetivo principal da indústria, ou seja, na atualidade estes insumos não têm um projeto de aproveitamento nobre “*in loco*”, tendo somente destinação energética nas caldeiras de incineração. Vale ressaltar que a lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 MMA que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, proíbe qualquer queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade.

Conforme demonstrado na Tabela 2, o volume total de resíduo foi alto, sendo que o volume correspondente ao alburno (costaneiras) foi maior do que o volume na forma de serragem, independente da espécie. Observa-se também, que somente as espécies Amescla e Cedrinho apresentaram volume médio de madeira serrada, superior ao volume total médio de resíduo. Por outro lado, para as outras seis espécies

analisadas observou-se uma inversão dessa proporção (Figura 1). Segundo Mendoza et al. (2010), uma boa alternativa para diminuir o volume de resíduos e aumentar os valores de rendimento e eficiência, dentro do setor de processamento mecânico da madeira, seria qualificando a mão de obra e melhorando a manutenção das máquinas e equipamentos. Bufalino et al. (2012), também fortalece esse ponto de vista e acrescenta que além da redução dos resíduos, as empresas deveriam também, se preocupar com o uso dos resíduos gerados. Nessa mesma linha de raciocínio, Cerqueira et al. (2012), mencionam que a destinação dos resíduos madeireiros é uma preocupação nacional e o uso menos nobre para aproveitá-los seria a queima direta. Os autores sugerem que os mesmos deveriam ser utilizados para a geração de novos produtos, tais como nano produtos, adubos orgânicos, pequenos objetos de madeira, móveis e painéis reconstituídos. Monteiro et al (2010), em seus trabalhos com resíduos madeireiros da região amazônica, indicam o uso dos mesmos como resíduos orgânicos para cobertura de solo, mostrando assim, uma nova forma de manejo dos solos amazônicos.

Mendoza et al. (2010), enfatizam que o uso dos resíduos deveria ser uma rotina dentro das indústrias madeireiras, pois isso implementaria a agregação de valor às empresas do setor, além de propiciar a diminuição do impacto ambiental causado por essa atividade em nosso país. Por outro lado, Wiecheteck (2009) relata que a falta de informações gerais, sobre oportunidades de aproveitamento dos resíduos, corrobora com a problemática de utilização deles, fazendo com que os mesmos sejam vistos apenas como um problema e não como uma solução.

5. CONCLUSÕES

As espécies foram identificadas e classificadas, de acordo com o seu rendimento em madeira serrada, em três grupos distintos, onde foi possível verificar que das oito espécies processadas, seis estão cumprindo a resolução vigente e duas estão abaixo do exigido.

De forma geral, a madeireira apresentou rendimento médio de madeira serrada, compatível com as exigências e está dentro da média reportada em literatura para as espécies de folhosas (45- 50%), porém, o volume total de resíduo gerado foi alto. Para diminuir esse volume de resíduos, os mesmos poderiam ser utilizados, principalmente as costaneiras, visto que dentre todos os tipos de resíduos, esse é o que mais oferece condições de aproveitamento. O aproveitamento de resíduos seria bom ecologicamente e economicamente, uma vez que iria agregar valor dentro da indústria.

O estudo poderá contribuir na tomada de decisão para o uso consciente dos recursos florestais, uma vez que indicou pontualmente quais espécies estão apresentando rendimentos satisfatórios, em termos de rendimento em madeira serrada, e quais estão gerando mais resíduos, servindo de subsídio para alteração de leis e resoluções vigentes sobre esse tema.

6. REFERÊNCIAS

ÂNGELO, H.; SILVA, G. F.; SILVA, V. S. M. Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: O caso do polo de Sinop, MT. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 95-96, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098>.

- BIASI, C. P. **Rendimento e eficiência no desdobro de três espécies tropicais**. 2005. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 95-108, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v37i1.7845>.
- BUFALINO, L.; PROTÁSIO, T. P.; COUTO, A. M. NASSUR; O. A. C.; SÁ, V. A.; TRUGILHO, P. F.; MENDES, L. M. Caracterização química e energética para aproveitamento da madeira de costaneira e desbaste de cedro australiano. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 70, p. 129-137, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.70.13>.
- CERQUEIRA, P. H. A.; VIEIRA, G. C.; BARBERENA, I. M.; MELO, L. C.; FREITAS, L. C. Análise dos Resíduos Madeireiros Gerados Pelas Serrarias do Município de Eunápolis-BA. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 4, p. 506-510, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2012.051>.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - **Resolução Nº 411, de 6 de maio de 2009**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 86, Brasília, DF, (08/05/2009). 93p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=604>
- GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, 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**, Seropédica, v. 19, n. 4, p. 468-474, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2012.059>.
- GARCIA, F. M. **Rendimento operacional de uma serraria com a espécie Cambará (*Qualea albiflora* Warm) na região amazônica**. 2013.155f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.
- Governo Federal. Ministério do meio ambiente – MMA. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Brasília, DF, 102p.
- Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso - INDEA-MT. **Catálogo de madeiras da Amazônia: características e utilização, área da hidrelétrica de Balbina**. Manaus, INPA, 2015,110p.
- JUIZO, C. G. F.; ROCHA, M. P.; BILA, N. F. Avaliação do rendimento em madeira serrada de eucalipto para dois modelos de desdobro numa serraria portátil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 14, p. 543-550, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.062213>.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. vol. 1, 5. ed., Nova Odesa, Instituto Plantarum, São Paulo, 2008. p. 54-208.
- MANHICA, A. A. **Rendimento e Eficiência no Desdobro de *Pinus* sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte**. 2010, 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- MELO, L. E. L.; SILVA, C. J.; LOPES, K. V.; BRITO, P. G. M.; SANTOS, I.S. Resíduos de Serraria no Estado do Pará: Caracterização, Quantificação e Utilização Adequada. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 1, p. 113-116, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2012.012>.
- MENDOZA, Z. M. S. H.; EVANGELISTA, W. V.; ARAÚJO, S. O.; SOUZA, C. C.; RIBEIRO, F. D. L.; SILVA, C.J. Análise dos resíduos madeireiros gerados nas marcenarias do município de Viçosa – Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 755-760, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000400020>.
- MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; COMETTI, J. L. S. Use of waste wood as an alternative to improve environmental conditions in the system of reforestation in Tailândia-PA. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 409-413, 2010.
- MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do Rendimento em Madeira Serrada de *Pinus* para duas Metodologias de Desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, p. 556-563, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2013.037>.
- OLIVEIRA, A. D.; MARTINS, E. P.; SCOLFORO, J. R.; REZENDE, J. L.; 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. 6-7, 2003.
- ROCHA, M. P. **Técnicas e planejamento em serrarias**. 5. ed. Fupef, 2002. 121 p. Série didática.
- SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: medição e volumetria de árvores**. (Curso de especialização “lato sensu” por tutoria à distância: manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas). Lavras, UFLA/FAEPE, 1998. 310p.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A. New Version of the ASSISTAT-Statistical Assistance Software. In: **Anais IV World Congress on Computers in Agriculture**, 2006; Orlando-FL-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers. Orlando, p.393-396. 2006
- TONINI, H.; FERREIRA, L. M. Rendimento em madeira serrada de cupiúba (*Goupia glabra*), caferana (*Erisma uncinatum*) e angelim-pedra (*Dinizia excelsa*). Boa Vista, 2004. 6p. (Embrapa Roraima. **Comunicado Técnico 7**).
- VITAL, B. R. **Planejamento e Operação de Serrarias**. Viçosa: UFV; 2008. 211p.
- WIECHETECK, M. **Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos**. Projeto PNUD BRA 00/20 - Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental, Curitiba, 2009, 40p.