

Coeficiente de rendimento volumétrico para espécies madeiras obtido em serrarias do Acre

Paulo Roberto Feitoza Parente^{1*}, Marco Antonio Amaro², Quelyson Souza de Lima³,
Moises Silveira Lobão², Cleverson Agueiro de Carvalho²

¹Engenheiro Florestal do Complexo Industrial Florestal Xapuri, Rio Branco, Acre, Brasil. ²Professor da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil.

³Engenheiro Florestal da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e das Políticas Indígenas/Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. *paulo.roberto@agoutifloresta.com

Recebido em: 16/01/2024

Aceito em: 18/11/2024

Publicado em: 30/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.6.2-15>

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o Coeficiente de Rendimento Volumétrico (CRV) para a conversão de madeira em tora em madeira serrada para 23 espécies madeiras do Acre. Os dados foram obtidos em quatro serrarias da região, localizadas nos municípios de Porto Acre, Sena Madureira e Rio Branco, de onde foi coletada uma amostra de 1.200 toras, sendo que a amostragem mínima por espécie foi de 30 toras. Para a determinação do CRV, as toras foram cubadas pelo método de Smalian antes de serem desdobradas, e foram medidos e contabilizados todos os produtos gerados por cada tora, seguindo a metodologia proposta pela Resolução Conama nº 411/2009. O CRV médio para as 23 espécies foi de 55,53%, valor superior ao determinado pela Resolução Conama nº 474/2016, que estipulou um CRV geral de 35%. A espécie que apresentou o maior rendimento foi a cerejeira (*Amburana acreana*) com 74,09%, e a espécie que apresentou o menor rendimento foi o amarelão (*Aspidosperma vargasii*) com 46,39%.

Palavras-chave: Amazônia. Madeira serrada. CRV.

Volumetric yield coefficient for timber species obtained in sawmills of Acre

ABSTRACT

The objective of this work was to determinate the Coefficient of Volumetric Yield (CVY) for the conversion of logs into sawnwood for 23 timber species from Acre. The data were obtained from four sawmills of the region, located in the municipalities of Porto Acre, Sena Madureira and Rio Branco, from which a sample of 1,200 logs was collected, being that the minimum sampling per species was of 30 logs. For the determination of the CVY, the logs were cubed by the Smalian method before being unfolded, and all the products generated by each log were measured and accounted for, following the methodology proposed by Conama Resolution 411/2009. The mean CVY for the 23 species was 55.53%, higher than that determined by Conama Resolution 474/2016, which established an overall CVY of 35%. The specie that presented the highest yield was *Amburana acreana*, with 74.09%, and the specie with the lowest yield was *Aspidosperma vargasii* with 46.39%.

Keywords: Concise. Amazon. Sawnwood. CVY.

INTRODUÇÃO

A região amazônica é uma das maiores reservas de madeiras tropicais do mundo e desempenha um importante papel no fornecimento de madeira, tanto para o mercado nacional, como internacional (BIASI; ROCHA, 2007).

Embora a Amazônia reserve cerca de 1/3 do estoque de madeira tropical do mundo (BARBOSA et al., 2001), a exploração dos recursos florestais madeireiros da região ocorre, predominantemente, de maneira insustentável, ocasionando um enorme desperdício desses recursos em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a exploração florestal até o processamento industrial na serraria (ARAUJO, 2003).

Um fator que tem relação intrínseca com a sustentabilidade na utilização dos recursos florestais é o rendimento no desdobro das toras na serraria, uma vez que o nível de aproveitamento da matéria-prima tem influência direta sobre a área de floresta explorada necessária para atender a demanda por madeira (DANIELLI et al., 2016), de modo que, aumentos no coeficiente de rendimento no desdobro das toras em produtos finais, como a madeira serrada, influenciarão positivamente na redução da área de floresta necessária para a produção de um mesmo volume de madeira serrada (GERWING et al., 2001).

De outra maneira, a diminuição na capacidade de processamento de madeira na Amazônia, em conjunto com outros fatores, é uma das razões para que a exploração ilegal e insustentável continue na Amazônia (ITTO, 2014).

A intensa utilização da madeira e seus derivados tem motivado políticas conservacionistas, que visam o uso consciente deste recurso tão abundante no Brasil (MELO et al., 2016).

Com base nessas políticas, em 2015 foi protocolada uma proposta junto ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) para que o Coeficiente de Rendimento Volumétrico (CRV) resultante do desdobro de toras/toretas em madeira serrada fosse reduzido de 45 para 35% (BRASIL, 2015).

A redução foi proposta pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), com a finalidade de aperfeiçoar regras para o transporte e a industrialização de madeira extraída legalmente. Após aprovada, a proposta resultou na publicação da Resolução Conama nº 474/2016 (BRASIL, 2016).

Caso uma indústria madeireira se sinta prejudicada e queira questionar a decisão e criar um CRV diferente do estabelecido na resolução, deverá realizar estudos, os quais passarão por análise e serão acatados ou não pelos órgãos de licenciamento ambiental dos estados.

Preocupados com possíveis desdobramentos e consequências desta decisão, que afeta diretamente a quantidade de madeira a ser produzida pelas serrarias, o Sindicato das Indústrias Madeireiras do Estado do Acre (Sindusmad), ligado à Federação das Indústrias do Estado do Acre (Fieac), procurou a Universidade Federal do Acre (Ufac) para a realização de estudos que tivessem como produto o cálculo do CRV para as empresas.

Dentro deste contexto, este trabalho estimou o rendimento das principais espécies comerciais do Acre em quatro serrarias, aferindo um CRV médio adequado à realidade dessas indústrias madeireiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para a realização deste estudo foram coletados em quatro serrarias, sendo uma localizada no município de Porto Acre, duas em Rio Branco e uma em Sena Madureira, no estado do Acre.

Descrição das serrarias

As serrarias onde o estudo foi desenvolvido são representativas das demais que processam madeira na região, sendo constituídas, basicamente, por um pátio de estocagem de toras, um galpão para estocagem de madeira serrada, onde também fica disposto o maquinário, conforme o layout de cada uma, e uma área de afiação das lâminas utilizadas no processamento.

Com o intuito de estar em conformidade com as leis e diretrizes ambientais, todas as empresas estão devidamente licenciadas junto ao Instituto de Meio Ambiente do Acre (Imac) e utilizam como matéria-prima toras provenientes de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) ou de desmates autorizados, abastecendo tanto o mercado local como o de outros estados do Brasil e, eventualmente, fornecendo produtos ao mercado internacional.

Com a necessidade de se adequar à Resolução 474/2016 do Conama, as serrarias citadas recorreram ao Sindusmad, em parceria com a Fieac e com a Ufac, para que fosse avaliado os seus reais índices de conversão de madeira em tora para madeira serrada, para

cada espécie trabalhada em seu processamento, seguindo a metodologia proposta no Anexo III da Resolução Conama nº 411/2009 (BRASIL, 2009).

A primeira indústria a ser avaliada foi a Fox Laminados, situada na Rodovia AC-10, km 27, nº 1162, município de Porto Acre, tendo capacidade de produção de aproximadamente 40 m³/dia de madeira serrada e emprega 35 funcionários. Por possuir duas unidades de produção composta por maquinários diferentes, os dados foram coletados separadamente para cada unidade de produção.

O maquinário da Unidade de Produção 1 (UP 1) é composto por um carro portadoras mecânico modelo Turbina CT8K de quatro varandas, com garras e bitola manual; um guincho de arraste hidráulico por cabo de aço de 7,5 cv e força de tração de 2.986 kgf; uma serra circular de mesa; uma destopadeira com motor Weg de 7,5 cv e 1.740 rpm; e uma serra fita modelo Turbina SFDT-5 com motor de 75 cv, rotação do volante de 379 rpm, lâmina de 7” de espessura com comprimento de 9,3 m e diâmetro do volante de 1,35 m como equipamento de desdobro principal.

A Unidade de Produção 2 (UP 2) tem como equipamento de desdobro principal uma serradora Induspam STD 500 de 6 cc e 105 cv, com lâmina vertical de 34” e horizontal de 22” e sistema hidráulico para elevação e movimentação do motor; além de uma destopadeira com motor Weg de 7,5 cv e 1740 rpm; e uma serra circular de mesa.

A segunda empresa foi a Madeireira Triângulo, localizada na Rodovia BR-364, km 8, Zona C, Distrito Industrial, no município de Rio Branco. Com uma produção diária de aproximadamente 30 m³ de madeira serrada e empregando 18 funcionários, a Madeireira Triângulo é uma indústria de desdobro de madeira com uma linha de produção simplificada. Seu maquinário é composto por um carro porta-toras mecânico; um guincho de arraste hidráulico por cabo de aço de 7,5 cv; duas serras circulares de mesa; uma destopadeira com motor de 5 cv; e uma serra fita Turbina com motor de 75 cv, lâmina de 7” de espessura e comprimento de 9,3 m e volante com diâmetro de 1,3 m como equipamento de desdobro principal.

A Terceira empresa foi a Madeireira Transacreana, localizada na Rodovia AC-90, km 07, em Rio Branco, sendo uma serraria com capacidade de produção de aproximadamente 50 m³/dia de madeira serrada que emprega 49 funcionários. Seu maquinário para o desdobro de toras é composto por dois carros porta-toras mecânicos; dois guinchos de arraste hidráulico por cabo de aço de 7,5 cv; duas serras circulares de mesa com motor de 30 cv; três destopadeiras com motor de 5 cv; e duas serras fita de

modelo desconhecido, com lâminas de 7” de espessura e comprimento de 9,3 m e volante com diâmetro de 1,35 m como equipamentos que realizam o desdobro principal das toras.

A quarta empresa foi a Indústria Madeireira Grams (Indumag), situada na Rodovia BR-364, km 07, no município de Sena Madureira, possuindo capacidade de produção de aproximadamente 40 m³ de madeira serrada por dia e emprega 30 funcionários. As toras são desdobradas em um maquinário composto por um carro porta-toras mecânico; um guincho de arraste hidráulico por cabo de aço de 6 cv; duas serras circulares de mesa com motor de 30 cv; três destopadeiras com motor de 5 cv; e uma serra fita Schiffer com motor de 75 cv, lâmina com espessura de 7” e comprimento de 9,3 m e volante com diâmetro de 1,35 m como equipamento de desdobro principal.

Espécies estudadas

As espécies escolhidas para a realização do estudo foram determinadas pelo seu potencial comercial e representatividade no estoque das empresas e encontram-se dispostas no Quadro 1.

Ao todo, foi avaliado o rendimento para 23 espécies madeireiras de interesse comercial, sendo que, das espécies escolhidas, 12 encontram-se na lista dos 15 principais gêneros explorados legalmente no estado do Acre (SILVA et al., 2015).

Na Fox foram coletados dados referentes as espécies copaíba, cumaru-ferro, garapeira, jatobá e samaúma para a UP 1; e cumaru-ferro, garapeira, jatobá e matamatá para a UP 2, sendo os resultados individualizados para cada unidade de produção.

Quadro 1 - Espécies de madeira utilizadas para a determinação do CRV.

Nome Comum	Nome Científico	Família
Abiurana	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae
Amarelão	<i>Aspidosperma vargasii</i> A.DC.	Apocynaceae
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Fabaceae
Angelim-saia	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. Ex. Walp.	Fabaceae
Castanharana	<i>Eschweilera atropetiolata</i> S.A.Mori	Lecythidaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
Cerejeira	<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A.C.Sm.	Fabaceae
Copaíba	<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	Fabaceae
Cumaru-ferro	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae
Garapeira	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Fabaceae
Guaribeiro	<i>Barnebydendron riedelii</i> (Tul.) J.H.Kirkbr.	Fabaceae
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
Ipê	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Bignoniaceae
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae
Jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecythidaceae
Maçaranduba	<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	Sapotaceae
Matamatá	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Lecythidaceae
Mirindiba-amarela	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Combretaceae
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Anacardiaceae

Nome Comum	Nome Científico	Família
Orelhinha	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae
Pequi	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
Samaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
Tauari	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Lecythidaceae

As espécies amostradas na Triângulo foram: amarelão, castanharana, cumaru-ferro, garapeira, guaribeiro e samaúma.

Na Indumag foram amostradas também seis espécies, a saber: angelim-pedra, angelim-saia, cumaru-ferro, garapeira, jequitibá e tauari.

Na Transacreana foi feita a maior amostragem, composta pelas espécies: abiurana, amarelão, angelim-pedra, castanharana, cedro, cerejeira, cumaru-ferro, garapeira, guaribeiro, guariúba, ipê, jatobá, jequitibá, maçaranduba, mirindiba-amarela, muiracatiara, orelhinha, pequi e tauari.

Amostragem das espécies

Para que o CRV obtido fosse representativo para cada espécie e para cada serraria, foi estabelecido o tamanho da amostra de 30 toras por espécie para cada indústria (Quadro 2). As toras foram escolhidas de maneira aleatória em suas disposições no pátio, sendo apenas a ordem das espécies a serem serradas determinada pela demanda das empresas.

Quadro 2 - Amostragem de toras por empresa.

Empresa	Espécie	Desdobro	Número de Toras
Fox	Copaíba	Serra fita	30
	Cumaru-ferro	Induspam	30
		Serra fita	30
	Garapeira	Induspam	30
		Serra fita	30
	Jatobá	Induspam	30
		Serra fita	30
	Matamatá	Induspam	30
	Samaúma	Serra fita	30
Fox Total	-	-	270
Indumag	Angelim-pedra	Serra fita	30
	Angelim-saia	Serra fita	30
	Cumaru-ferro	Serra fita	30
	Garapeira	Serra fita	30
	Jequitibá	Serra fita	30
	Tauari	Serra fita	30
Indumag Total	-	-	180
Transacreana	Abiurana	Serra fita	30
	Amarelão	Serra fita	30
	Angelim-pedra	Serra fita	30
	Castanharana	Serra fita	30
	Cedro	Serra fita	30
	Cerejeira	Serra fita	30

Empresa	Espécie	Desdobro	Número de Toras
	Cumaru-ferro	Serra fita	30
	Garapeira	Serra fita	30
	Guaribeiro	Serra fita	30
	Guariúba	Serra fita	30
	Ipê	Serra fita	30
	Jatobá	Serra fita	30
	Jequitibá	Serra fita	30
Empresa	Espécie	Desdobro	Número de Toras
	Maçaranduba	Serra fita	30
	Mirindiba-amarela	Serra fita	30
Transacreana	Muiracatiara	Serra fita	30
	Orelhinha	Serra fita	30
	Pequi	Serra fita	30
	Tuari	Serra fita	30
Transacreana Total	-	-	570
	Amarelão	Serra fita	30
	Castanharana	Serra fita	30
Triângulo	Cumaru-ferro	Serra fita	30
	Garapeira	Serra fita	30
	Guaribeiro	Serra fita	30
	Samaúma	Serra fita	30
Triângulo Total	-	-	180
Total Geral	-	-	1200

Conforme apresentado no Quadro 2, a amostragem total do trabalho foi composta por 1.200 toras, sendo 270 para a Fox, 180 para a Indumag, 570 para a Transacreana e 180 para a Triângulo. Distribuindo-se a amostragem por espécie, temos os seguintes resultados (Quadro 3):

Quadro 3 - Amostragem de toras por espécie.

Espécies	Número de Toras
Abiurana	30
Amarelão	60
Angelim-pedra	60
Angelim-saia	30
Castanharana	60
Cedro	30
Cerejeira	30
Copaíba	30
Cumaru-ferro	150
Garapeira	150
Guaribeiro	60
Guariúba	30
Ipê	30
Jatobá	90
Jequitibá	60
Maçaranduba	30
Matamatá	30
Espécie	Número de Toras
Mirindiba-amarela	30
Muiracatiara	30
Orelhinha	30
Pequi	30

Espécies	Número de Toras
Samaúma	60
Tauari	60
Total Geral	1200

Cubagem das toras

A cubagem das toras foi realizada com o auxílio de uma trena e foram coletados os dados referentes ao diâmetro médio e ao comprimento das toras, sendo que, para a determinação do diâmetro médio, realizou-se duas medições em linhas perpendiculares nas duas extremidades de cada tora, descontando-se a casca (SFB, 2012).

Para a determinação do volume das toras foi utilizado o método geométrico, aplicando-se a equação de Smalian (Equação 1).

$$V_T = \frac{\pi \times \left(\frac{Db+Dt}{2}\right)^2}{4} \times L \quad (1)$$

Onde:

V_T = volume da tora (m³);

Db = diâmetro médio da base da tora (m);

Dt = diâmetro médio do topo da tora (m);

L = comprimento da tora (m).

Considerando que a Resolução Conama nº 411 de 2009, na qual a metodologia deste trabalho se baseia, não traz procedimentos para mensuração de eventuais ocos que venham a comprometer o volume da tora, nos casos em que se observava tal defeito nas toras, optou-se por se fazer a anotação das medidas referentes ao oco apenas como observação, sem descontá-las do volume da tora.

Segundo o Ibama (2015), a presença do oco na tora não deve interferir nos processos de medição dos diâmetros, ou seja, o volume ocupado pelo oco não deve ser descontado, exceto em casos previstos, pois, de acordo com o órgão, é obrigatório realizar o teste para identificar a presença do oco e podridão no momento da exploração.

Determinação do coeficiente de rendimento volumétrico

Para calcular o rendimento volumétrico foi necessário, primeiramente, determinar o volume de madeira serrada para cada tora, o que foi determinado pela Equação 2.

As peças produzidas eram medidas no momento em que eram dispostas no pacote referente à tora que estava sendo desdobrada e classificadas de acordo com a nomenclatura de peças de madeira serrada, conforme apresentado na Resolução Conama 474/2016 (BRASIL, 2016).

$$V_{MS} = \sum_{i=1}^n L \times E \times C \times N \quad (2)$$

Onde:

V_{MS} = volume de madeira serrada (m³);

L = largura da peça (m);

E = espessura da peça (m);

C = comprimento da peça (m);

N = quantidade de peças produzidas.

O CRV é determinado pela relação entre o volume da tora processada e o volume obtido de madeira serrada. O CRV por espécie foi obtido pela média dos CRVs individuais de cada tora.

O CRV individual por tora e o CRV médio por espécie são dados pelas Equações 3 e 4, respectivamente.

$$CRV = \left(\frac{V_{MS}}{V_T} \right) \times 100 \quad (3)$$

$$\overline{CRV} = \sum_{i=1}^n \frac{CRV_i}{n} \quad (4)$$

Onde:

\overline{CRV} = média aritmética de CRV (%);

CRV_i = CRV individual de cada tora (%);

n = número de toras.

Análise estatística dos dados

Todos os dados coletados na ficha de campo (Anexo A) foram inseridos em uma planilha eletrônica, onde foram feitos os cálculos e análises necessárias.

Para as análises estatísticas utilizou-se a variância-amostral (S^2), desvio-padrão amostral (S), coeficiente de variação (CV), e o erro-amostral relativo (EAR), conforme exigido pela Resolução Conama 411/2009, de acordo com o apresentado por Soares et al., (2012).

Para avaliar se a amostra apresentava uma tendência de aumento da variável CRV em relação ao aumento do diâmetro médio de cada tora, utilizou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson (r), como apresentado por Ribeiro Júnior (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados individualizados por empresa e por espécie foram apresentados na forma de relatórios técnicos ao Imac, órgão ambiental responsável pela análise dos dados, e foram aprovados, passando a vigorar nas empresas estudadas o CRV personalizado.

Como o coeficiente de correlação de Pearson apontou uma fraca correlação entre as variáveis diâmetro médio (D_m) e CRV, resultando no valor de 0,10, optou-se por não dividir a amostragem por classes diamétricas, uma vez que não há tendência no comportamento dos dados no sentido de uma determinada classe apresentar melhor rendimento que outra, não justificando, assim, a divisão da amostragem por classes diamétricas.

Das 1.200 toras processadas, obteve-se um total de 2.512,2211 m³ de madeira em tora, dos quais, 1.420,8305 m³ foram convertidos em madeira serrada (Tabela 1).

Tabela 1 - Amostragem e volumetria de madeira em tora e madeira serrada por empresa.

Empresa	Número de Toras	V_T (m³)	V_{MS} (m³)
Fox	270	646,0354	334,9484
Indumag	180	502,0571	337,7622
Transacreana	570	987,0225	542,3163
Triângulo	180	377,1061	205,8036
Total Geral	1200	2512,2211	1420,8305

V_T – Volume de madeira em toras em m³; V_{MS} – Volume de madeira serrada em m³.

Ao considerar um CRV de 35%, conforme determina a Resolução Conama 474/2016, dos 2.512,2211 m³ de madeira em tora (Tabela 1), apenas 879,2774 m³ poderiam ser convertidos em madeira serrada e licenciados, restando 541,5531 m³ de

madeira já desdobrada que não poderia ser comercializada por não haver saldo disponível para a emissão do Documento de Origem Florestal.

As espécies que apresentaram a maior volumetria foram o cumaru-ferro (*D. odorata*), com 256,0587 m³ de madeira serrada oriunda de 452,2225 m³ de madeira em tora e a garapeira (*A. leiocarpa*), com 295,9497 m³ de madeira em tora e 178,1197 m³ de madeira serrada, ambas com amostragem de 150 toras. Em seguida, temos a samaúma (*C. pentandra*), com 245,3172 m³ de madeira em tora e 124,2574 m³ de madeira serrada, com amostragem de 60 toras (Tabela 2).

Segundo Silva et al. (2015), essas três espécies, que juntas correspondem a 30% da amostragem, pertencem aos três gêneros mais explorados no Acre no período de 2005 a 2012, na mesma ordem de volumetria obtida neste trabalho.

Tabela 2 - Amostragem e volumetria por espécie.

Espécies	Número de Toras	V_T (m³)	V_{MS} (m³)
Abiurana	30	37,6652	20,8221
Amarelão	60	50,2917	23,8895
Angelim-pedra	60	100,8967	61,1236
Angelim-saia	30	92,1851	66,0866
Castanharana	60	92,0090	45,1124
Cedro	30	47,8022	25,1410
Cerejeira	30	24,3154	17,7780
Copaíba	30	79,9293	39,5219
Cumaru-ferro	150	452,2225	256,0587
Garapeira	150	295,9497	178,1197
Guaribeiro	60	82,8616	46,5099
Guariúba	30	64,5110	33,5117
Ipê	30	27,8002	15,1043
Jatobá	90	162,8100	80,3291
Jequitibá	60	182,4116	118,2341
Maçaranduba	30	42,0030	20,0092
Matamatá	30	50,5761	26,7339
Mirindiba-amarela	30	55,0229	30,5527
Muiracatiara	30	43,8802	23,3291
Orelhinha	30	70,2893	37,0525
Pequi	30	24,4952	12,7499
Samaúma	60	245,3172	124,2574
Tauari	60	186,9758	118,8031
Total Geral	1200	2512,2211	1420,8305

V_T – Volume de madeira em toras em m³; V_{MS} – Volume de madeira serrada em m³.

Considerando que a amostragem mínima foi de 30 toras por espécie, o CRV obtido pode ser considerado representativo da espécie, pois, de acordo com o Teorema do Limite Central (TLC), em amostragens aleatórias, a distribuição de probabilidade da média amostral se aproxima de uma distribuição normal quando o tamanho da amostra aumenta.

Dessa forma, se o tamanho da amostra é suficientemente grande, podemos assumir que a média amostral tem distribuição normal (JAMES, 2004).

A Tabela 3 apresenta os resultados de CRV médio por espécie e seus respectivos valores de variância (S^2), desvio-padrão (S), coeficiente de variação (CV) e erro-amostral relativo (EAR), conforme exigido pela Resolução Conama nº 411 de 2009, no Termo de Referência Padrão do Anexo III (BRASIL, 2009).

Tabela 3 - Estatística descritiva para o Coeficiente de Rendimento Volumétrico por espécie.

Espécies	CRV (%)	S² (%²)	S (%)	CV (%)	EAR (%)
Abiurana	55,42	34,08	5,84	10,53	3,93
Amarelão	46,39	70,94	8,42	18,16	4,69
Angelim-pedra	59,16	107,99	10,39	17,57	4,54
Angelim-saia	71,88	52,64	7,26	10,09	3,77
Castanharana	49,65	62,82	7,93	15,96	4,12
Cedro	52,39	101,41	10,07	19,22	7,18
Cerejeira	74,09	111,57	10,56	14,26	5,32
Copaíba	48,51	93,18	9,65	19,90	7,43
Cumaru-ferro	57,32	102,91	10,14	17,70	2,86
Garapeira	60,46	107,82	10,38	17,17	2,77
Guaribeiro	53,58	98,39	9,92	18,51	4,78
Guariúba	52,10	16,23	4,03	7,73	2,89
Ipê	53,70	48,43	6,96	12,96	4,84
Jatobá	48,62	42,18	6,49	13,36	2,80
Jequitibá	61,86	160,91	12,68	20,51	5,30
Maçaranduba	49,34	151,17	12,30	24,92	9,30
Matamatá	53,03	158,00	12,57	23,70	8,85
Mirindiba-amarela	52,78	130,56	11,43	21,65	8,08
Muiracatiara	53,00	82,07	9,06	17,09	6,38
Orelhinha	51,18	101,47	10,07	19,68	7,35
Pequi	51,79	176,33	13,28	25,64	9,57
Samaúma	50,98	212,45	14,58	28,59	7,39
Tauari	61,93	114,15	10,68	17,25	4,46
Total Geral	55,53	138,78	11,78	21,22	1,20

CRV - Coeficiente de Rendimento Volumétrico médio; S² - Variância amostral; S - Desvio-padrão amostral; CV - Coeficiente de Variação; EAR - Erro-amostral relativo ao nível de 95% de probabilidade.

Conforme apresentado na Tabela 3, a média geral para o CRV das 23 espécies estudadas foi de 55,53%, sendo que, a espécie que apresentou melhor média de rendimento foi a cerejeira (*A. acreana*), com CRV de 74,09% e a espécie que apresentou a média de CRV mais baixa foi o amarelão (*A. vargasii*), que apresentou CRV de 46,39%.

O alto valor de CRV obtido para a cerejeira pode ser justificado pelo tipo de produto comercializado, uma vez que os principais compradores da espécie são marceneiros que utilizam peças de grandes dimensões para a fabricação de móveis. Dessa forma, a tora gera um número menor de produtos e, conseqüentemente, menores perdas por serragem (MELO et al., 2016).

Da mesma maneira, o baixo rendimento do amarelão foi influenciado pelo tipo de produto gerado, uma vez que a espécie é frequentemente destinada para a produção de lambril, o que exige que sejam produzidas tábuas e ripas com espessura de 1,5 cm, gerando, portanto, maiores perdas por serragem devido à espessura do corte.

Diversos estudos foram apresentados pelo Ibama como justificativa para redução do CRV de 45% para os atuais 35% (BRASIL, 2015). Em um desses estudos, Gerwing et al. (2001) realizaram um diagnóstico em dez serrarias do município de Paragominas, PA. Com uma amostragem de 10 a 24 toras de diversas espécies por empresa, os autores concluíram que o CRV médio para as serrarias que produzem para o mercado doméstico foi de 36%, e de 32% para as de exportação. Vale ressaltar que os autores excluíram do rendimento calculado para o mercado doméstico duas empresas que estavam processando toras de ipê (*H. serratifolius*), cujos rendimentos totais foram de 54 e 55%, valores próximos ao de 53,70% encontrado por este trabalho para a mesma espécie.

Gerwing et al. (2001) relatam ainda que na maioria das empresas que serravam para o mercado doméstico, o menor comprimento serrado foi de 2,5 m para ripas utilizadas na confecção de telhado, de modo que as peças de comprimento menor foram descartadas. Segundo os mesmos autores, peças de comprimento de, no mínimo, 30 cm representaram 10% de aproveitamento do volume da tora para uma das empresas, o que é um valor de rendimento significativo desperdiçado pelas demais em função do comprimento mínimo.

Utilizando dados referentes a 1998, Lentini et al. (2003) apresentam um rendimento médio de 38,2% para 72 polos processadores de madeira na Amazônia Legal. Um estudo similar foi apresentado pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon) em 2009, onde são apresentados os dados referentes ao consumo de madeira em toras e a produção de madeira serrada para a Amazônia Legal, através dos quais chega-se a um rendimento médio de 41% (SFB; IMAZON, 2010). Para os mesmos dados, o Acre se destaca como o estado que apresentou a melhor média de aproveitamento, com 45,7% de rendimento no processo de desdobro (PEREIRA et al., 2010, p. 33).

Entretanto, levando em consideração apenas o balanço do volume de madeira em tora e o volume de madeira processada produzido no período, os autores não apresentam os métodos de obtenção dos dados, além de fazerem uma estimativa sem considerar as

especificidades das espécies, características dos maquinários utilizados ou a demanda mercadológica de cada empresa.

Por meio de entrevistas e aplicação de questionários, Lima et al., (2005) apresentaram um rendimento médio de 27% para indústrias madeireiras do estado do Amazonas. Apesar do método de obtenção dos dados ser válido, entrevistas e questionários não são aceitos para apresentação de CRV junto ao órgão ambiental responsável pela análise dos resultados. Desta forma, existe uma grande diferença entre o método apresentado no trabalho de Lima et al. e o método exigido pela Resolução Conama nº 411/2009 para a apresentação de coeficientes de rendimento acima de 35%.

Nascimento et al., (2006) encontraram um CRV de 36,50% para três espécies em uma serraria do município de Moju, PA. Segundo os autores, o rendimento inferior à média das serrarias tradicionais é decorrente do baixo nível tecnológico de conversão mecânica da tora em serrados (NASCIMENTO et al., 2006, p. 19). Segundo Gerwing et al. (2001), o uso de equipamentos com melhor manutenção, o treinamento da mão de obra e o desenvolvimento de novos produtos pode aumentar o rendimento em até 10%. Outro fator a ser analisado é o fato de que a amostragem utilizada foi de três toras por espécie, o que pode levar a uma inferência que não seja significativa, uma vez que a Resolução Conama nº 411 de 2009 exige que o tamanho da amostra por espécie deve ser determinado admitindo-se um erro-amostral máximo de 10% sobre o valor médio do CRV, de modo que o número de toras estudado deve ser sempre igual ou superior ao número determinado para o tamanho da amostra (BRASIL, 2009).

Nascimento (2006) avaliou o processo de beneficiamento de madeira em tora até o produto acabado em uma serraria de Itacoatiara, AM. Apesar de não ter acompanhado diretamente o processo produtivo na sede da indústria, através de informações fornecidas pela empresa, Nascimento apresenta um rendimento médio de 38,43% para diversas espécies. A autora conclui que o baixo rendimento se deve a qualidade superior exigida aos produtos que seguem para o mercado externo.

Acontece que, durante o desdobro de uma tora em uma serraria que atenda preferencialmente ao mercado externo, são produzidas peças de qualidade inferior que podem servir para o mercado local. Essas peças, por mais que tenham menor valor comercial, necessitam de DOF para serem comercializadas e muitas vezes não entram no cômputo do rendimento da empresa que está focada apenas em produtos para exportação.

Esse é um dos fatores que fazem com que uma serraria que atenda ao mercado externo apresente menores resultados de rendimento, conforme aponta Gerwing et al., (2001).

Danielli (2013) obteve um rendimento médio para toras de maçaranduba (*Manilkara* spp.) de 30,1%, variando de 11,5 a 59,6% entre as 71 toras amostradas em uma serraria de Rorainópolis, RR. O valor é inferior aos 49,34% obtido por este trabalho para a mesma espécie. Segundo Danielli, o baixo rendimento encontrado por ele está diretamente relacionado à qualidade das toras que foram processadas na serraria, uma vez que 56,3% das toras amostradas apresentaram defeitos, como rachaduras radiais, fissuras e trincas na parte central da tora e 43,7% das toras apresentaram podridões e oco (DANIELLI, 2013; p. 52).

O autor argumenta ainda que a baixa qualidade das toras pode ser justificada pelas técnicas utilizadas no momento da exploração, que podem ocasionar rachaduras; pelo tempo de permanência das toras na floresta após a exploração e pelo tempo de estocagem das toras no pátio da serraria.

De fato, muitas toras defeituosas e de qualidade inferior chegam a ser processadas nas serrarias. Considerando que o sucesso de um empreendimento madeireiro está diretamente ligado à variável rendimento, o empresário deve observar e planejar o consumo de matéria-prima de boa qualidade e em quantidade suficiente à sua demanda, evitando desperdícios.

O Ibama relata que nas concessões florestais da Floresta Nacional (Flona) do Jamari, geridas pelo SFB, aferiu-se um CRV médio de 34,4%, considerando a transformação de 42,7 mil metros cúbicos de madeira de 70 espécies diferentes por duas empresas concessionárias durante dois anos (BRASIL, 2015).

Marchesan (2012) analisou o rendimento de jatobá (*H. courbaril*), muiracatiara (*A. lecointei*) e muirapiranga (*Brosimum rubescens*) extraídas na Flona do Jamari e desdobradas em uma serraria de Itapuã do Oeste, RO. O estudo foi realizado com uma amostragem de 20 toras por espécie e apresentou resultados de rendimento médio de 26,44% para o jatobá, 33,99% para muiracatiara e 29,22% para muirapiranga.

Segundo a autora, o baixo rendimento do jatobá foi afetado pela presença de oco em 25% das toras e rachaduras radiais ocorrentes nas toras de maior diâmetro, de modo que o rendimento ficou abaixo do resultado encontrado neste trabalho para a mesma espécie, que apesar de ter o terceiro pior rendimento dentre as espécies estudadas, apresentou CRV de 48,62%.

Para a espécie muiracatiara, o CRV de 53% deste trabalho também foi superior ao resultado de Marchesan (2012), que relata o fato de que 55% das toras estudadas por ela apresentaram defeitos causados pelo ataque das brocas da madeira, ocasionado pelo grande tempo de estocagem das toras. Além disso, no trabalho de Marchesan eram produzidas apenas peças com 2,5 cm de espessura para as espécies avaliadas, reduzindo, assim, o leque de opções de produtos que podem ser gerados de uma tora.

Apesar dos estudos de Gerwing et al. (2001), Lentini et al. (2003), Lima et al. (2005), Nascimento et al. (2006), Nascimento (2006), Marchesan (2012) e Danielli (2013) apresentarem resultados de rendimento inferior ao estabelecido na Resolução Conama nº 411/2009, outros trabalhos realizados em serrarias da Amazônia apresentaram resultados superiores a 45% de rendimento.

Iwakiri (1990) obteve um rendimento médio de 52,9% para 20 espécies de madeiras tropicais com amostragem mínima de cinco toras por espécie na serraria do Centro de Pesquisa de Produtos Florestais – CPPF/INPA, sendo que seis das espécies estudadas apresentaram os valores de rendimento médio acima da faixa de 45 a 55%, considerada faixa normal para madeiras tropicais (ROCHA, 2002; VITAL, 2008) e apenas duas apresentaram rendimentos médios abaixo dessa faixa.

Em um estudo realizado para as 15 espécies florestais mais comercializadas em três serrarias de Jaru, RO, Oliveira et al. (2003) obtiveram um rendimento médio de desdobro de 49,28%. A amostragem realizada foi de 9 toras por espécie, mas, vale ressaltar que as toras foram cubadas pelo método paulista de cubagem, através do qual o volume da tora é calculado pelo produto do comprimento e do diâmetro sem casca da ponta mais fina, subtraindo-se 10 cm de cada lado desse diâmetro, resultando em um valor que corresponde a 79,8% do volume real da tora.

Em um estudo realizado em uma serraria de Boa Vista, RR, Tonini e Ferreira (2004) apresentaram um rendimento médio de 59,67% para três espécies de madeira tropical, com amostragem de seis toras por espécie. Das espécies estudadas por Tonini e Ferreira, o angelim-pedra apresentou o melhor rendimento, com média de 66,20%, resultado superior aos 59,16% obtidos por este trabalho para a mesma espécie.

Souza (2006) avaliou o rendimento em madeira serrada para cinco espécies tropicais nativas no município de Presidente Figueiredo, AM, desdobradas em uma serraria móvel Lucas Mill e obteve um resultado médio de 45,16%.

Biasi e Rocha (2007) realizaram um estudo para determinar o rendimento de três espécies de importância econômica da região amazônica, em uma serraria de Sinop, MT. Com uma amostragem de 20 toras por espécie, os autores chegaram a um resultado de 57,96% de rendimento médio, ficando acima do rendimento médio geral de 55,53% obtido por este trabalho.

Garcia et al., (2012) apresentaram um rendimento médio de 49,64% para a espécie itaúba (*Mezilaurus itauba*) e de 46,39% para a espécie tauari (*C. guianensis*). O rendimento do tauari foi inferior ao obtido por este trabalho, de 61,93%. Porém, a amostragem utilizada por Garcia et al. foi de apenas três toras por espécie.

Em um estudo realizado na serraria Triângulo, em Rio Branco, AC, Gomes (2013) avaliou o rendimento no desdobro de 50 toras de cumaru-ferro (*D. odorata*), chegando ao CRV médio de 50,06%. O valor obtido foi inferior tanto aos 57,32% obtido para a média geral da espécie quanto aos 54,14% obtido para o cumaru-ferro por este trabalho para a mesma indústria, o que pode ser explicado considerando que o maquinário utilizado para o desdobro das toras no momento da pesquisa de Gomes era diferente do utilizado atualmente, sendo composto, na época, por uma serradora induspam, uma serra circular simples e uma destopadeira manual.

A substituição de uma induspam por uma serra fita como equipamento utilizado no desdobro principal das toras pode resultar em melhores rendimentos, pois a menor espessura da lâmina da serra fita produz uma menor perda de madeira em forma de serragem (VITAL, 2008).

Para o rendimento de ipê (*H. serratifolius*), Piovesan et al. (2013) obtiveram uma média de aproveitamento de 49,91% através do desdobro de 15 toras em uma serraria de Uruará, PA. O valor apresentado pelos autores citados ficou abaixo do encontrado por este trabalho para a espécie, que foi de 53,70%.

Araújo et al. (2014) também obtiveram um resultado de rendimento superior ao estabelecido na Resolução Conama nº 474/2016. Com uma amostragem de 5 toras da espécie faveira (*Parkia multijuga*), o rendimento médio foi de 44,12%.

Para a espécie cambará (*Qualea albiflora*), Garcia (2013) obteve um rendimento médio de 48,90% para 895 toras desdobradas em uma serraria de Alta Floresta, MT. O resultado foi superior ao obtido por Stragliotto (2017) para o mesmo gênero (*Q. paraensis*) desdobrado em uma serraria de Nova Maringá, MT, cujo rendimento foi de 43,97. No mesmo estudo, Stragliotto também aferiu um rendimento de 42,05% para a

espécie cedrinho (*Erismia uncinatum*), sendo a amostragem composta por 12 toras por espécie. Ambos os resultados foram superiores ao determinado pelo Conama para o processamento de madeira em tora desdobrada em madeira serrada. Também para a espécie cambará, Melo et al., (2016) obtiveram um rendimento médio de desdobro de 52,18%, através de uma amostragem de 60 toras processadas em uma serraria de Sorriso, MT. Assim como a média geral para as 23 espécies desdobradas em quatro serrarias do Acre, o trabalho de Melo et al. apresentou rendimento acima de 50%.

Estabelecer um rendimento médio para um grupo de espécies é útil pois cria um referencial para espécies sobre as quais não se tem informações. Além disso, pode ser comparado com o que é estabelecido pelo Conama, que também determina um valor geral sem variações por espécie.

CONCLUSÃO

A média de rendimento para as quatro indústrias avaliadas por este estudo foi superior ao determinado pela Resolução Conama 474/2016 para a conversão de madeira em tora em madeira serrada, assim como as médias de rendimento individualizadas para todas as espécies.

A adoção de um índice de conversão adequado à capacidade de processamento das indústrias madeireiras avaliadas trouxe grandes benefícios, uma vez que toda a produção de madeira serrada pode ser comercializada com a devida documentação.

Um rendimento maior do que o estabelecido pelo Conama, indica que as referidas indústrias obtiveram um melhor aproveitamento dos recursos florestais madeireiros, o que deve ser cada vez mais estimulado e priorizado, tendo em vista a grande pressão antrópica exercida sobre as florestas.

Deve-se considerar que o rendimento obtido se refere ao estudo específico das indústrias avaliadas, já que pode sofrer variações por diversos fatores, dentre os quais, podemos destacar: a espécie avaliada, o maquinário utilizado, o produto fabricado e o tipo de desdobro utilizado.

REFERÊNCIAS

ADEODATO, S.; VILLELA, M.; BETIOL, L. S.; MONZONI, M. **Madeira de ponta a ponta**: o caminho desde a floresta até o consumo. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2011, 128 p.

ANGELO, H.; SILVA, G. F. da; SILVA, V. S. M. Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: o caso do polo de Sinop, MT. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 91-101, 2004.

ARAUJO, H. J. B. de. **Aproveitamento de resíduos das indústrias de serraria do Acre para fins energéticos**. Documentos, 82. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003, 38 p.

ARAUJO, J. de A.; COSTA, N. S. da; LIMA, R. da S.; CALDERON, C.; CALDERON, F. Rendimento e eficiência operacional do desdobro da madeira de faveira (*Parkia multijuga* Benth. – Fabaceae). **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 1656-1667, 2014.

BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. J.; ABREU, R. L. S. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias Estratégicas**, n.12, p. 42-61, 2001.

BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. **Floresta**, v. 37, n. 1, p. 95-108, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 411, de 6 de maio de 2009**. Brasília, 2009.

BRASIL. **Resolução nº 474, de 6 de abril de 2016**. Brasília, 2016.

BRASIL. **Proposta para revisão do coeficiente de rendimento volumétrico para o desdobro de tora em madeira serrada na Resolução CONAMA 411/2009**. Brasília, 2015. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/D7F20C87/Parecer_IBAMA.pdf. Acesso em: 29 ago. 2017.

DANIELLI, F. E.; GIMENEZ, B. O.; OLIVEIRA, C. K. A.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (Sapotaceae) em serraria do estado de Roraima, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 641-651, 2016.

DANIELLI, F. E. **Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (Sapotaceae) em serraria na nova fronteira madeireira do estado de Roraima, Brasil**. 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Global forest resources assessment 2015: How are the world's forests changing?** 2nd edition. Rome: FAO, 2016.

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**, v. 14, n. 4, p. 468-474, 2012.

GARCIA, F. M. **Rendimento operacional de uma serraria com a espécie cambará (*Qualea albiflora* Warm.) na região amazônica**. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013.

GERWING, J.; VIDAL, E.; VERÍSSIMO, A.; UHL, C. **Rendimento no processamento de madeira no estado do Pará**. Belém: Imazon, 2001.

GOMES, J. da C. **Rendimento volumétrico da espécie *Dipterix odorata* em uma serraria no município de Rio Branco – AC**. 2013. 46 f. Monografia (Graduação em engenharia florestal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2013.

HUBBEL, S. P.; HE, F.; CONDIT, R. et al. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC – USA, vol. 105, suppl. 1, p. 11498-11504, 2008.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015, v. 20.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2015**: Acre. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ac&tema=extracaovegetal2015>. Acesso em: 29 ago. 2017.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS **DOF**: Informação estratégica para a gestão florestal no Brasil: período 2007-2009. Brasília: Ibama, 2010, 56 p.

IBAMA, INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa nº 10, de 8 de maio de 2015**. Publicada no DOU de 12 de maio de 2015, Brasília, 2015.

IBAMA INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Portaria nº 441, de 9 de agosto de 1989**. Brasília, 1989.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Portaria nº 29, de 26 de abril de 1996**. Brasília, 1996.

IBAMA. INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION – ITTO. **Biennial review and assessment of the world timber situation 2013-2014**. Japan: ITTO, 2014.

IWAKIRI, Setsuo. Rendimento e condições de desdobro de 20 espécies de madeiras da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, p. 271-281, 1990.

JAMES, Barry. R. **Probabilidade**: um curso em nível intermediário. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. IMPA, 2004. 299p.

JUIZO, C. G. F.; LOIOLA, P. L.; MARCHESAN, R.; JOSSEFA, C. G.; CHAORA, I. J.; ROCHA, M. P.; KLITZKE, R. J. Influência da classe diamétrica no rendimento em madeira serrada de duas espécies nativas de Moçambique. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 293-298, 2015.

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

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

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

MARCHESAN, R.; ROCHA, M. P. da; SILVA, J. B. da; KLITZKE, R. J. Eficiência técnica no desdobro principal de toras de três espécies tropicais. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 629-636, 2014.

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

MELO, R. M.; ROCHA, M. J.; RODOLFO JUNIOR, F.; STANGERLIN, D. N. Análise da influência do diâmetro no rendimento em madeira serrada de cambará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 393- 398, 2016.

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

NASCIMENTO, K, G, S. **Avaliação do processo de beneficiamento da madeira em três segmentos da indústria florestal**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

NASCIMENTO, S. M.; DUTRA, R. I. J. P.; NUMAZAWA, S. Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências sobre o meio-ambiente e opções de uso. **Holos Environment**, v. 6, n. 1, p. 8-21, 2006.

- OLIVEIRA, A. D. de; MARTINS, E. P.; SCOLFORO, J. R. S.; RESEDE, J. L. P.; SOUZA, A. N. Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do município de Jaru, estado de Rondônia. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2003.
- PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos Florestais da Amazônia 2010**. Belém: Imazon, 2010.
- PIOVESAN, P. R. R.; REIS, A. R. S.; SOUZA, D. V. Rendimento na produção de madeira serrada de ipê (*Handroanthus* sp.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2315-2329, 2013.
- RIBEIRO JÚNIOR, José Ivo. **Análises estatísticas no Excel: Guia prático**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2013, 311 p.
- ROCHA, Márcio Pereira da. **Técnicas de planejamento em serrarias**. Série Didática FUPEF, Curitiba, n. 02/01, 2002.
- SFB. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Boletim SNIF 2016**. Sistema Nacional de Informações Florestais. Brasília, v. 2, ed. 2, jan. 2017. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/snif>. Acesso em: 29 ago. 2017.
- SFB. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo – 2013: Dados de 2007-2012**. Brasília: SFB, 2013, 188 p.
- SFB. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Guia para medição de produtos e subprodutos florestais madeireiros das Concessões Florestais**. Brasília: SFB, 2012.
- SFB. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Recursos Florestais**. Sistema Nacional de Informações Florestais. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/especies-florestais>. Acesso em: 29 ago. 2017.
- SFB. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA – IMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém: SFB; Imazon, 2010.
- SILVA, F. A. P. da R. C.; ROBERT, R. C. G.; SANTOS, A. S.; MENDONÇA, S. D. Quantificação e avaliação das principais espécies florestais licenciadas no estado do Acre de 2005 a 2012. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 567-574, 2015.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e inventário florestal**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012, 272 p.
- SOUZA, C. I. F. de. **Rendimento do desdobro de toras, utilização dos resíduos e otimização do tempo de trabalho com uma serraria portátil (Lucas Mill) numa comunidade rural na Amazônia**. 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2006.
- STRAGLIOTTO, M. C. **Rendimento volumétrico do desdobro de cambará (*Qualea paraensis* Ducke) e cedrinho (*Erismia uncinatum* Warm.)** 2017. 37 f. Monografia (Graduação em engenharia florestal) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2017.
- TONINI, H.; FERREIRA, L. M. M. Rendimento em madeira serrada de cupiuba (*Goupia glabra*), caferana (*Erismia uncinatum*) e anjelim-pedra (*Dinizia excelsa*). **Comunicado Técnico 07**, Boa Vista: Embrapa, nov. 2004.
- VALÉRIO, Á. F.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R. et al. Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobro de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Floresta**, v. 39, n. 3, p. 619-628, 2009.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA JUNIOR, C.; CELENTANO, D. et al. **Áreas para a produção florestal manejada**: detalhamento do macrozoneamento ecológico econômico do estado do Pará. Belém: Imazon, 2006, 81 p.

VITAL, B. R. **Planejamento e operações de serrarias**. Viçosa: Ed. UFV, 2008, 211 p.