ReGeo ISSN: 2177-3246

ESTUDO DO COEFICIENTE DE RENDIMENTO VOLUMÉTRICO - CRV DE DUAS ESPÉCIES

STUDY OF THE VOLUMETRIC PERFORMANCE COEFFICIENT (CPR) OF TWO SPECIES

ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO (CPR) DE DOS ESPECIES

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-044

Data de submissão: 09/09/2026 **Data de publicação:** 09/10/2026

Mayara Paula Oliveira Machado
Engenheira Florestal, com Pós-Graduação Stricto Sensu em nível de Mestrado
Instituição: Universidade de Brasília (UnB)
E-mail: machadomayarap@gmail.com

Camila Monteiro Braga Brazil
Bióloga, Professora
Instituição: Universidade do Carbono
E-mail: adm@tcfprojetos.com

RESUMO

O presente artigo, tem por objetivo apresentar os resultados do estudo de Coeficiente de Rendimento Volumétrico – CRV de 2 (duas) espécies, realizado em uma serraria localizada na cidade de Rio Branco – Acre e caracterizada de pequeno porte (produção menor que 50 m3/dia), à saber: *Apuleia leiocarpa* – Garapeira e *Cedrela odorata* – Cedro. Os dados foram coletados a partir da coleta e análise do processo de transformação da madeira em tora para madeira serrada em consonância com o Anexo III da Resolução CONAMA e os CRV's obetidos foram, respectivamente: 73,11% para Garapeira e 61,71% para Cedro.

Palavras-chave: Coeficiente de Rendimento Volumétrico – CRV. Serraria na Amazônia. Garapeira. Cedro.

ABSTRACT

This article aims to present the results of a study on the Volumetric Yield Coefficient (VRC) of two species, carried out in a small-scale sawmill located in the city of Rio Branco – Acre (Brazil), namely: *Apuleia leiocarpa* – Garapeira and *Cedrela odorata* – Cedar. Data were collected from the collection and analysis of the wood transformation process from logs to sawn timber, in accordance with Annex III of the CONAMA Resolution, and the VRCs obtained were, respectively: 73.11% for Garapeira and 61.71% for Cedar.

Keywords: Volumetric Yield Coefficient – VRC. Sawmill in the Amazon. Garapeira. Cedar.

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de un estudio sobre el Coeficiente de Rendimiento Volumétrico (CRV) de dos especies, realizado en un aserradero de pequeña escala ubicado en la ciudad de Rio Branco – Acre (Brasil): *Apuleia leiocarpa* (garapeira) y *Cedrela odorata* (cedro). Los datos se obtuvieron del proceso de recolección y análisis de la transformación de la madera, desde troncos hasta

madera aserrada, de acuerdo con el Anexo III de la Resolución CONAMA. Los CRV obtenidos fueron, respectivamente: 73,11% para la garapeira y 61,71% para el cedro.

Palabras clave: Coeficiente de Rendimiento Volumétrico – CRV. Aserradero en la Amazonía. Garapeira. Cedro.

1 INTRODUÇÃO

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).

A diferença entre o volume de matéria-prima que entra no processo industrial e o volume de produtos indica o Índice de Conversão, ou seja, a porcentagem de aproveitamento da madeira. Este índice, também chamado de Coeficiente de Rendimento Volumétrico – CRV depende de um conjunto de variáveis, quais sejam: espécie, maquinário utilizado, classificação da tora, diâmetro, formato da tora (simétrico ou assimétrico), dentre outras.

Levando em consideração estes fatores e a necessidade de controle na Cadeia Produtiva da Madeira, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, por meio da Resolução nº 411 de 06 de Maio de 2009, alterada pela resolução nº 474 de 06 de Abril de 2016 que "dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria", estabelece os procedimentos para estudo e definição do índice de conversão por empresa.

Visando sanar as discordâncias quanto a este índice, foi proposto que cada empresa realizasse Estudos de Rendimento Volumétrico de suas espécies, mostrando de fato o quanto ela consegue produzir.

Desta forma, com a necessidade de atender as normativas ambientais vigentes, aferindo o real índice de aproveitamento de diferentes espécies comerciais, de modo a adequar o CRV com sua real capacidade e produção, a Indústria e Comércio de Madeiras – ASSCON Ltda., apresenta, por meio deste, os resultados do estudo técnico para a determinação do Coeficiente de Rendimento Volumétrico de madeira serrada de ***duas*** espécies florestais (Garapeira e Cedro).

2 OBJETIVO

Definir os Coeficientes de Rendimento Volumétrico – CRV's adequados para o aproveitamento de **duas** espécies madeireiras, a saber *Apuleia leiocarpa* – Garapeira e *Cedrela odorata* - Cedro e de acordo com a Resolução do CONAMA n º 411 de 06 de maio de 2009, levando em consideração a realidade da empresa.

3 METODOLOGIA

3.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Indústria e Comércio de Madeiras ASSCON Ltda., possui um complexo industrial para o beneficiamento de madeira, instalado no município de Rio Branco, estado do Acre. A empresa tem capacidade de produção de 40 a 50 m^3 toras/dia por serraria, o que a caracteriza como indústria de médio porte, de acordo com Biasi (2005). Atualmente conta com o funcionamento de 01 (uma) serraria completa e conta com a geração de 22 empregos direto.

Para este estudo, portanto, foi utilizado 30 (trinta) toras de Garapeira bem como 30 (trinta) toras de Cedro, onde estas madeiras foram provenientes do Plano de Manejo Florestal FAZENDA JURUPARI – UPA I e II, Número da Autorização nº: 2012,2,2025,77957, Registro Sinaflor nº: 2128477, Detentor da Autorização: AGROINDÚSTRIA JURUPARI ACRE S /A (AUTEX do projeto em anexo).

3.1.1 Dados Gerais

Nome da Indústria: Indústria e Comércio de Madeiras ASSCON Ltda.

Razão Social: Indústria e Comércio de Madeiras ASSCON Ltda.

CNPJ: 17.993.261/0001-52

Endereço Postal: Avenida das Acácias n° 1398

Telefone: (68) 99935-0467

Correio eletrônico: asscon.ac@gmail.com

Nome e função de pessoa para contato:

Mayara Paula Oliveira Machado – Sócia-Administradora da Indústria ASSCON e Responsável Técnica pela empresa.

3.1.2 Escopo de Produtos

3.1.2.1 Principais produtos produzidos nos últimos 12 meses

Madeira serrada para exportação (blocos, pranchões, pranchas, vigas, vigotas, caibros, tábuas,sarrafos e ripas), deckings e S4S.

3.1.2.2 Subprodutos comercializados nos últimos 12 meses

- Lenha;
- Pré-cortados.

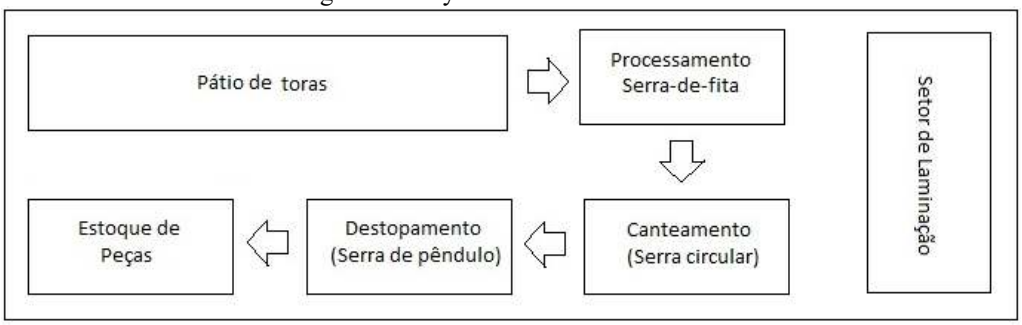
3.1.2.3 Resíduos gerados e não utilizados pela empresa, mas comercializados

Resíduos da indústria madeireira (aparas, costaneiras, serragem e demais restos de beneficiamento e de industrialização de madeira), porém eles são comercializados como pacotes de lenha para as olarias da cidade de Rio Branco.

3.1.3 Maquinários e Equipamentos

- 01 Serra-de-fita modelo LANGER, ano 1989, volante de 90cm e motor 20cv
- 01 Carro porta-toras mecânico de 3,0 metros de comprimento, dotado de bitolador manual e quatro garras fixadas na tora
- 02 serras circular ano 1989
- 02 destopadeiras ano 1989
- 01 setor de afiação de lâminas, como demonstra a Figura 1, o qual demonostra o fluxo produtivo mencionado logo abaixo.

Figura 1 – Layout da serraria ASSCON.



Fonte: Autores.

Inicialmente as toras foram movidas do pátio de toras e armazenadas para que a equipe pudesse proceder com a cubagem destas.

Em seguida, as toras foram roladas para a rampa de abastecimento e posteriormente para o carro porta toras. O carro fez o movimento de mover as toras até a serra-de-fita vertical no intuito de realizar o desdobro principal.

Por fim, os produtos gerados na serra-de-fita foram levados para a bancada onde se encontra a serra-circular ou também chamada de alinhadeira. a qual conferiu as peças as larguras desejadas de acordo com as demandas de pedidos da empresa. Após o alinhamento das peças, elas foram até a destopadeira para obtenção dos comprimentos das peças (desdobro secundário), para, em seguida, serem levadas ao armazenamento.

3.2 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES

As espécies escolhidas para a realização do estudo foram determinas pelo seu potencial comercial e representatividade no estoque da empresa. A seleção das toras a serem amostradas obedeceram ao método de Amostragem Aleatória Simples, que foi adaptado às condições da indústria madeireira, onde as toras-amostra encontravam-se dispostas no pátio e eram coletadas por espécie, de acordo com a demanda e programação da empresa.

3.3 CUBAGEM DAS TORAS

As informações sobre as toras processadas foram agrupadas em planilhas para cada uma das espécies objeto deste estudo, conforme constam em anexo.

3.3.1 Espécies de Madeira

As espécies escolhidas para a realização deste estudo, estão descriminadas a seguir, na Tabela 1.

Tabela 1 – Espécies de madeira utilizadas para a determinação do CRV.

Nome Comum	***Nome Científico***	***Família***
Garapeira	*Apuleia leiocarpa*	Fabaceae
Cedro	*Cedrela odorata*	Meliaceae

Fonte: Autores.

3.3.2 Dimensões das Toras escolhidas

3.3.2.1 Diâmetro

Os diâmetros cruzados coletados das toras foram auferidos antes do processamento das mesmas e foram determinados desconsiderando-se a casca por meio da utilização de uma trena graduada em centímetros (cm), conforme. Nas planilhas que constam em anexo, pode-se observar que se encontram as quatro medidas de diâmetro para cada tora, apresentadas em centímetro, o que reduz consideravelmente a possiblidade de erros sistemáticos entre a observação e a anotação dos valores e que não compromete a precisão da determinação do volume da tora em comparação com medidas de diâmetro apresentadas em metros cúbicos (m^3).

3.3.2.2 Comprimento

Após a medição dos diâmetros foi medido o respectivo comprimento de cada tora, em metros. Como praticamente não há variações no comprimento de uma tora, uma vez que os cortes são

transversais ao eixo longitudinal das toras, não há necessidade de se tomar mais do que um comprimento (MMA/SFB, 2012).

3.3.3 Determinação do Voluma das Toras

O volume das toras foi determinado pelo método geométrico, utilizando-se a equação de *Smalian*, sendo utilizadas as médias dos diâmetros cruzados e o comprimento para cada tora**.**

$$V_t = 0{,}7854 \text{ x } \left[\frac{Db+Dt}{2}\right] L \qquad (1)$$

Onde:

V_t = Volume da tora em (m³);

L = Comprimento da tora em (m);

Db = Diâmetro da base da tora em (m), obtido a partir da média do maior do menor diâmetro na seção – em cruz;

Dt = Diâmetro do topo da tora em (m), obtido a partir da média do maior e diâmetro na seção - em cruz;

3.3.4 Determinação do Volume de Madeira Serrada

O volume de madeira serrada, obtido a partir das toras processadas, foi agrupado em planilhas para cada uma das espécies estudadas e constam nos anexos do relatório técnico-científico apresentado. O volume de madeira serrada foi dado por:

$$\text{CRV} = \sum_{n-1}^{n} \text{L x E x C x N} \qquad (2)$$

Onde:

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

L = largura da peça em (m);

E = espessura da peça em (m); e C = comprimento da peça em (m); e N = quantidade de peças produzidas;

3.3.5 Dimensões das peças produzidas

Após o processamento da tora, as dimensões das peças eram medidas com a utilização de uma trena quando elas eram dispostas no pacote.

3.3.6 Volume de Madeira Serrada

Para cada tora amostrada, foi determinado o volume de madeira serrada obtido a partir da quantidade de peças.

3.4 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE RENDIMENTO VOLUMÉTRICO – CRV

O CRV foi determinado pela relação entre o volume da tora processada e o volume obtido de madeira serrada devidamente comercializada. O CRV por espécie foi determinado pela média dos CRV's obtidos individualmente para cada tora.

3.4.1 CRV individual por tora:

$$\mathrm{CRV} = \frac{\mathrm{V_{MS}}}{\mathrm{V_T}} \text{ x } 100 \qquad (3)$$

3.4.2 CRV médio por espécie:

$$CRV_{médio} = \sum_{n-1}^{n} \frac{\mathrm{CRV_i}}{n} \qquad (4)$$

Onde:

CRV = Coeficiente de Rendimento Volumétrico em porcentagem (%);

V_{MS}= Volume de madeira serrada em (m³); V_T = Volume de tora em (m³); $CRV_{médio}$ = Média aritmética de CRV em percentagem (%); e n = Número de toras;

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

3.5.1 Estatística Descritiva

As análises foram divididas de acordo com o maquinário utilizado no desdobro das toras.

As fórmulas utilizadas para o cálculo da variância, desvio-padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança foram aplicadas conforme apresentadas por Soares *et al.* (2011).

3.5.2 Determinação do tamanho de amostra

Para que o CRV obtido fosse representativo da espécie, foi determinado o tamanho da amostra (n) por espécie. De acordo com o Teorema do Limite Central (TLC), em amostragens aleatórias, quando o tamanho da amostra aumenta, a distribuição de probabilidade da média amostral se aproxima de uma distribuição normal. Dessa forma, se o tamanho amostral é suficientemente, podemos assumir que a média amostral tem distribuição normal (JAMES, 2004).

Compondo a amostragem com 45 toras no total e utilizando a distribuição t de Student, temos o que é considerado em estatística uma grande amostra, que permite, assim, inferências sobre a população atendendo à um erro-amostral máximo de 10% (SOARES *et al.,* 2011).

3.5.3 Determinação do Intervalo de Confiança

Os Intervalos de Confiança foram estabelecidos ao nível de 95% de probabilidade para cada espécie.

4 RESULTADOS

Através da aplicação dos métodos descritos neste relatório técnico-científico, foi possível encontrar os seguintes resultados para o Coeficiente de Rendimento Volumétrico, definidos por espécie, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Análise estatística dos dados por espécie.

Nome Científico	***Espécie***	***n***	***Média de CRV (%)***	***Erro REL (95%)***	***LI (%)***	***LS (%)***
Apuleia leiocarpa	***Garapeira***	30	**73,11%**	7,1197	67,91	78,32
Cedrela odorata	***Cedro***	30	**61,71%**	6,2021	57,88	65,54

Fonte: Autores.

Onde:

n = número de toras amostradas;

CRV = média do CRV por espécie (%);

LI = limite inferior do intervalo de confiança do CRV e LS = limite superior do intervalo de confiança do CRV;

Mediante os resultados obtidos, os Coeficientes de Rendimento Volumétrico para o desdobro de madeira em tora convertida em madeira serrada no Sistema DOF para as duas espécies avaliadas e suas sinonímias científicas, são, respectivamente:

Tabela 3 – Análise estatística dos CRV's por espécie.

Espécie	*Nome Científico*	*Desdobro*	*Média de CRV (%)*
Garapeira	*Apuleia leiocarpa*	Serra-de-fita	**73,11%**
Cedro	*Cedrela odorata*	Serra-de-fita	**61,71%**

Fonte: Autores.

O material digital contendo a planilha eletrônica com as medidas, os produtos gerados de cada tora e os cálculos realizados neste trabalho, assim como registros fotográficos da coleta dos dados encontram-se anexos em pen drive.

REFERÊNCIAS

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

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

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

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

MMA/SFB. **Guia para Medição de Produtos e Subprodutos Florestais Madeireiros das Concessões Florestais**. Brasília: MMA/SFB, 2012. 48p.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e inventário florestal**. 2º ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012, 272 p.