

ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE ORIGEM FLORESTAL E
ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE CARBONO NO TRANSPORTE
MADEIREIRO EM RORAIMA | ANALYSIS OF DOCUMENTS OF FOREST
ORIGIN AND ESTIMATION OF CARBON EMISSIONS IN TIMBER TRANSPORT IN
RORAIMA

DOI: [10.24979/ambiente.v18i2.1585](https://doi.org/10.24979/ambiente.v18i2.1585)

Wesley Wilker Corrêa Morais 
Josué de Souza Aguiar 
Silvestre Lopes da Nóbrega Filho 
Silvestre Lopes da Nóbrega 

Resumo: O setor madeireiro da Amazônia desempenha um papel importante no desenvolvimento do país e no abastecimento madeireiro em todos os setores. Entretanto, embora haja benefícios econômicos, existem impactos negativos com o desflorestamento na Amazônia, como por exemplo, a emissão de carbono causada pelos caminhões que fazem o transporte da madeira. Para reduzir esse impacto, a estimativa de emissões de carbono no transporte de madeira pode servir de base para a criação de políticas de neutralidade de carbono. Neste sentido, destaca-se o Documento de Origem Florestal (DOF) como fonte de observação e análise para a estimativa das emissões de CO₂ por veículos automotores no transporte de produtos de origem florestal. Objetivou-se analisar os DOFs e estimar a emissão de CO₂ da cadeia madeireira em Roraima. Na página do IBAMA foi realizada a coleta de dados, considerando os DOFs emitidos em Roraima durante 2022. Observou-se que cinco municípios não emitiram DOFs em 2022, o produto e a espécie mais explorados foram toras e *Manikara huberi*, respectivamente. Os produtos que mais emitiram carbono foram as madeiras desdobradas (643,55 toneladas de COO₂ emitidos pelos caminhões simples, menor combinação utilizada para o transporte de madeira desdobrada), 11.766,19 toneladas de COO₂ nos rodotrens (maior combinação utilizada para o transporte de madeira desdobrada) e 5.232,00 toneladas de CO₂ de mediana). A estimativa dos limites de CO₂ emitidos pelo transporte madeireiro de Roraima foi no mínimo (962,34 toneladas de CO₂), máximo (13.922,11 toneladas de CO₂) e a mediana (6.480,98 toneladas de CO₂).

Palavras-chave: Amazônia. Exploração madeireira. Mitigação do aquecimento global

Abstract: The Amazon timber sector plays an important role in the country's development and timber supply across all sectors. However, although the economic benefits, there are negative impacts from deforestation in the Amazon, such as carbon emissions caused by trucks that transport wood. To reduce this impact, estimating carbon emissions from wood transport can serve as a basis for creating carbon neutrality policies. In this sense, the Forest Origin Document (DOF) stands out as a source of observation and analysis for estimating CO₂ emissions by motor vehicles in the transport of products of Forest Origin. The objective was to analyze DOFs and estimate CO₂ emissions from timber chain in Roraima. Data collection was carried out on the IBAMA website, considering the DOFs issued in Roraima during 2022. It is observed that 5 municipalities did not issue DOFs in 2022, the most exploited product and species were logs and *Manikara huberi*, respectively. According to the data analyzed, it is highlighted that the products that emitted the most carbon were the sawn woods (643.55 tons of CO₂ emitted by simple trucks, the smallest combination used to transport sawn woods), 11,766.19 tons of CO₂ in road train (9 axles) (largest combination used to transport sawn wood) and 5,232.00 tons of CO₂ median, a result explained by the larger routes in relation to other products. The estimated limits of CO₂ emitted by timber transport in Roraima were the minimum 962.34 tons of CO₂, maximum 13,922.11 tons of CO₂ and the median 6,480.98 tons of CO₂.

Keywords: Digital curation. Applied linguistics. CALL. Language Teaching.

1.1 Introdução

O setor madeireiro da Amazônia desempenha um papel importante no desenvolvimento do país e no abastecimento madeireiro em todos os setores (Lentini e Andrade, 2024). Entretanto, embora haja benefícios econômicos, existem impactos negativos com o desflorestamento na Amazônia, como a exploração ilegal madeireira, causando propensão à erosão do solo, redução da biodiversidade, impactos nas comunidades limítrofes à área explorada, maior vulnerabilidade a incêndios, deterioração das rodovias, devido ao elevado peso das cargas e emissão de gases causadores do efeito estufa, oriundos da logística de preparo, desbaste e transporte das toras e madeiras serradas. Ressalta-se que esses efeitos podem variar dos mais distintos níveis de impactos ambientais (Alencar *et al.*, 2004).

Deve-se considerar que há uma crescente preocupação com as emissões de carbono para a atmosfera, por isso existem diversos setores considerando políticas conhecidas como “*carbon free*”, ou carbono livre (Magalhaes, 2013). As empresas com selo “carbono livre” geralmente investem em uma série de programas e práticas para minimizar ou compensar suas emissões de carbono (Souza, 2018). Estas iniciativas para alguns setores têm impactos expressivos para a comercialização e valoração de seus produtos, sendo oriundos da escolha pessoal dos consumidores, ou da restrição impostas por leis, como por exemplo a proposta de Lei 528/21, que visa regular a compra e venda de créditos de carbono no Brasil (BRASIL, 2021).

Alguns dos programas e iniciativas comuns destas empresas incluem: Redução de emissões internas: 1. Medidas como eficiência energética, uso de energias renováveis, otimização de processos e transporte sustentável; 2. Compensação de emissões: realizado por meio do reflorestamento, conservação de florestas, projetos de energia renovável e de captura de carbono; 3. Certificados de energia verde: Compra de certificados de energia renovável para garantir que a eletricidade utilizada seja proveniente de fontes limpas, como solar, eólica ou hidrelétrica; 4. Educação e conscientização: Programas de conscientização e treinamento para funcionários sobre a importância da redução de emissões e práticas sustentáveis; 5. Inovação tecnológica: Investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais limpas e eficientes que possam substituir processos e produtos de alta pegada de carbono; 6. Participação em acordos climáticos internacionais; 7. Adesão a acordos climáticos globais; 8. Parcerias com ONGs: Colaboração com organizações não governamentais e iniciativas de sustentabilidade para apoiar projetos de redução de carbono e práticas responsáveis; 9. Transparência e relatórios: Divulgação pública de relatórios de emissões de carbono e metas de redução; 10. Certificações ambientais: atendimento a ISO 14001 (gestão ambiental) e aos selos de certificação de produtos com baixa pegada de carbono (Monzoni *et al.*, 2009).

Diferentemente das empresas relatadas, o setor de exploração madeireira amazônica como um todo ainda não possui a preocupação com a redução ou compensação das emissões de carbono para atmosfera, devido aos custos adicionais para os empresários exploradores de madeira na Amazônia. A maior parte das emissões de carbono na exploração madeireira

ocorre na extração e transporte da madeira, pois na maioria das vezes os caminhões e máquinas são ultrapassados, em péssimas condições de conservação, sem manutenção adequada e com ausência de sistemas redutores de emissão de Dióxido de Carbono (CO₂) (Oliveira *et al.*, 2016). Diante disso, torna-se importante a cooperação entre empresas, governos e a sociedade em geral para a minimização dos efeitos negativos da exploração madeireira, como forma de equilíbrio entre a utilização dos recursos naturais e a preservação ambiental.

Dentre as medidas que podem ser consideradas mitigadoras ou auxiliadoras para a estimativa de emissões de carbono na exploração madeira destaca-se o Documento de Origem Florestal (DOF), instituído pela Portaria nº 253, de 18 de agosto de 2006, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), nos termos do art. 36 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa). O DOF foi criado com o intuito de garantir a rastreabilidade, monitorar e disciplinar a cadeia de custódia dos produtos madeireiros, garantindo-se assim a legalidade da madeira, e auxiliar na gestão da indústria madeireira (IBAMA, 2010).

Assim, os objetivos desta pesquisa foram obter informações (distâncias que os produtos de origem florestal percorrem, tipos de Autorização de Exploração Florestal (AUTEX), espécies, tipos do produtos, volumes, origens e destinos) sobre o setor madeireiro de Roraima, por meio de análise de DOFs, para a partir dessas informações estimar a emissão de CO₂ pela logística do setor madeireiro de Roraima; e verificar possíveis erros de preenchimentos e limitações do sistema DOF, como forma de incentivo para melhorias no sistema.

1.2 Materiais e Métodos

O estado de Roraima pertence à região norte do Brasil, possui fronteiras terrestres com os países da Guiana, Venezuela e Suriname. O estado é composto por 15 municípios e possui uma área total de 223.505,385 km², dos quais 67,7% correspondem a áreas protegidas (Roraima, 2021; IBGE, 2024). A população estimada é de aproximadamente 636.303 habitantes, de acordo com estimativas do IBGE para o ano de 2022 (IBGE, 2024).

O clima de Roraima é tipicamente equatorial, com temperaturas elevadas durante o ano e duas estações bem definidas: o período chuvoso, de abril a setembro, e o período de estiagem, de outubro a março. Quanto à infraestrutura rodoviária, destaca-se a BR-174, principal via terrestre de acesso ao estado, que liga, ao sul, Boa Vista a Manaus, AM, e, ao norte, Boa Vista a Santa Elena do Uairén, Venezuela.

No processo de obtenção dos dados para a estimativa da emissão de COO₂ foi necessário obter informações sobre as distâncias que os produtos de origem florestal percorrem, quantidades, tipo de Autorização de Exploração Florestal (AUTEX), espécie, tipo do produto, volume, origem e destinos. Para isso, foi realizada uma coleta de dados de Documento de Origem Florestal (DOF) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) por meio do banco de dados disponível em ende-

reço <https://dadosabertos.ibama.gov.br/dados/DOF/RR/transporte/2022.html>, na qual foram estabelecidos como critérios de pesquisa os DOFs emitidos em Roraima durante o ano de 2022, último ano completo disponível no sistema.

No sistema há informações disponíveis sobre nome/razão social do remetente e destinatário, CPF/CNPJ do remetente e destinatário, UF de origem e destino, Município de origem e destino, CTF do remetente e destino, tipo de origem e destino, nome do pátio de destino, data emissão, ano, validade inicial, validade final, produto, nome científico, nome popular, unidade, volume e valor do produto. As informações selecionadas para a análise foram nome/razão social do remetente e destinatário, município de origem e destino, nome do pátio de destino, rota do transporte, produto, nome científico, nome popular, unidade, volume e valor (R\$), sendo estas tabuladas em planilha eletrônica (Excel 365).

Devido à variabilidade de definições sobre parte dos produtos madeireiros, considerou-se as seguintes definições conforme Instrução Normativa 09 do IBAMA (2016):

- Alisar: Peça empregada para emoldurar o vão da porta e que cobre a junta presente entre a parede e o marco, também denominada alizar, guarnição, vista, moldura ou cobre-junta, podendo referir-se, em outras aplicações, à régua fixa na parede à altura do encosto das cadeiras para proteção;
- Bloco, quadrado ou filé: possui seção quadrada; portanto, uma peça de madeira somente poderá ser classificada desta forma quando coincidirem suas medidas de espessura e largura.;
- Caibrinho: Peça de madeira obtida a partir da conversão de resíduos da indústria madeireira, conforme disposto no Art. 55 desta Instrução Normativa, com comprimento máximo de 80 cm. O caibrinho será classificado de acordo com as dimensões, 4,0 - 8,0 cm de diâmetros e larguras de 4,0 - 7,9 cm;
- *Decking*: Madeira serrada capaz de suportar peso, semelhante a um piso, mas normalmente construídos ao ar livre, frequentemente elevado em relação ao solo e geralmente usados para circundar banheiras e piscinas;
- Forro (lambрил): Peças de madeira com encaixe tipo macho-fêmea pregadas nos caibros do telhado ou teto pelo lado de dentro do ambiente;
- Madeira serrada (caibro): É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretos, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada. O caibro será classificado de acordo com as dimensões, 4,0 - 8,0 cm de diâmetros e larguras superiores a 20,0 cm;
- Madeira serrada (prancha): É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretos, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada.

A prancha será classificada de acordo com as dimensões, 4,0 - 7,0 cm de diâmetro e 4,0 - 7,9 cm de largura;

- Madeira serrada (pranchão): É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretes, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada. A pranchão será classificada de acordo com as dimensões, de diâmetro superior a 7,0 cm e de largura superior a 20 cm;
- Madeira serrada (tábua): É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretes, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada. A tábua será classificada de acordo com as dimensões, 1,0 - 3,9 cm de diâmetro e largura superior a 10,0 cm;
- Madeira serrada (vareta): Peças de madeira serrada de formato retangular para produção de arcos de instrumentos musicais;
- Madeira serrada (viga): É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretes, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada. A viga será classificada de acordo com as dimensões, diâmetro superior a 4,0 cm e largura de 11,0 - 20,0 cm;
- Madeira serrada (vigota): É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretes, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada. A vigota será classificada de acordo com as dimensões, diâmetro de 4,0 - 11,0 cm e largura de 8,0 - 10,9 cm;
- Ripa: É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretes, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada. A ripa será classificada de acordo com as dimensões, diâmetro superior a 2,0 cm e largura superior a 10,0 cm;
- Rodapé: O rodapé é uma peça colocada no ponto de encontro entre a parede e o piso. Além da função principal de dar acabamento, ele protege a parede contra a umidade, em eventuais derramamentos de água ou na limpeza com água corrente; e contra atritos mecânicos, como pontapés, pancadas e riscos;
- Sarrafo: É a que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretes, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra ou motosserra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada. A Sarrafo será classificada de acordo com as dimensões, diâmetro de 2,0 - 3,9 cm e largura de 2,0 - 10,0 cm;

- Tora: Parte de uma árvore, seções do seu tronco ou sua principal parte, em formato rolo, destinada ao processamento industrial;
- Toretes: Seções aproveitáveis da árvore originadas a partir da galhada, destinadas à cadeia produtiva da madeira serrada.

A distância percorrida pelos veículos rodoviários foi calculada por meio das rotas disponibilizadas no DOF e analisadas por meio do *Google Maps* com a ferramenta Rotas, considerando a rota com a menor distância, utilizando-se das coordenadas geográficas de origem e destino. Ressalta-se que o transporte hidroviário foi desconsiderado, devido à ausência de legislação específica sobre a carga máxima, pelo uso de reboques fabricados de forma artesanal e dificuldades de obtenção de dados sobre a eficiência energética deste sistema de logística.

Acrescenta-se que devido às condições da Rodovia Transamazônica (BR-230), supôs-se que o transporte das cargas de madeira nos trechos Manaus AM – Belém PA, Manaus AM – Itaituba PA, Manaus AM – Santarém PA, Manaus AM – Bordo AM, Manaus AM – Novo Aripuanã AM e Manaus AM – Novo Oriximiná PA foram realizados de forma hidroviária.

Com as rotas obtidas, foi calculada a quantidade de carbono em dióxido de carbono (CO₂) liberado pelo transporte rodoviário de produtos madeireiros. Para isso, a estimativa da liberação de CO₂ do veículo automotor, utilizado no transporte madeireiro, foram considerados o consumo médio de combustível, distintos modelos de veículos automotores e as possíveis composições para veículos conjugados, por meio de metodologia estabelecida por Campos *et al.* (2011). Na referência citada, foi considerado que o teor de carbono presente no diesel, combustível normalmente utilizado para o transporte de madeira, varia de 12,8 g de CO₂/t.km a 50,6 g de CO₂/t.km, e mediana de 37,0 g de CO₂/t.km. Deve-se observar que a estimativa se fundamenta na queima completa do diesel, sendo assim o teor de carbono presente no combustível, representa a liberação de CO₂ do veículo automotor durante o transporte madeireiro.

O peso bruto total (Tara + Carga útil) foi obtido de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) nº 882 de 13/12/2021, sendo considerado como limite mínimo caminhões de eixo simples (toco com 2 rodas por eixo) e máximo conjunto cavalo mecânico, com dois semirreboques de eixo triplo (rodotrem com um eixo direcional com 2 rodas e 4 rodas nos demais eixos), respectivamente, com 16 e 74 toneladas (CONTRAN, 2021). Os veículos automotores variam conforme o tipo de produto transportado, no Quadro 1.1 foram estabelecidas as especificações mínimas e máximas dos automotores normalmente utilizados em Roraima.

Quadro 1.1: Veículos normalmente utilizados para o transporte madeireiro em Roraima.

Produto madeireiro	NE	NPE	Veículo	Limite	PBT (ton.)	PBT Mediana
Tora e outros materiais que não passaram por desdobro	2	2	Caminhão simples	Inferior	16,0	36,5
	7	2 e 4*	Biminhão	Superior	57,0	
Madeiras serradas	2	2	Caminhão simples	Inferior	16,0	45,0
	9	2 e 4*	Rodotrem	Superior	74,0	
Resíduos do desdobro	7	2 e 4*	Bitrem	Inferior	57,0	65,5
	9	2 e 4*	Rodotrem	Superior	74,0	

Fonte: Os autores (2025).

Em quê: PBT = Peso bruto total; NE = Número de eixos; NPE = Número de pneumáticos por eixo; * O primeiro e o segundo valores representam, respectivamente, os números de pneumáticos do eixo direcional e quantidade de pneumáticos dos demais eixos da composição.

Com a multiplicação dos valores de teor de carbono presente no diesel, distância percorrida pelos veículos e peso bruto total dos veículos, calculou-se a quantidade total de CO₂ emitida, considerando os valores mínimos, máximos e a mediana.

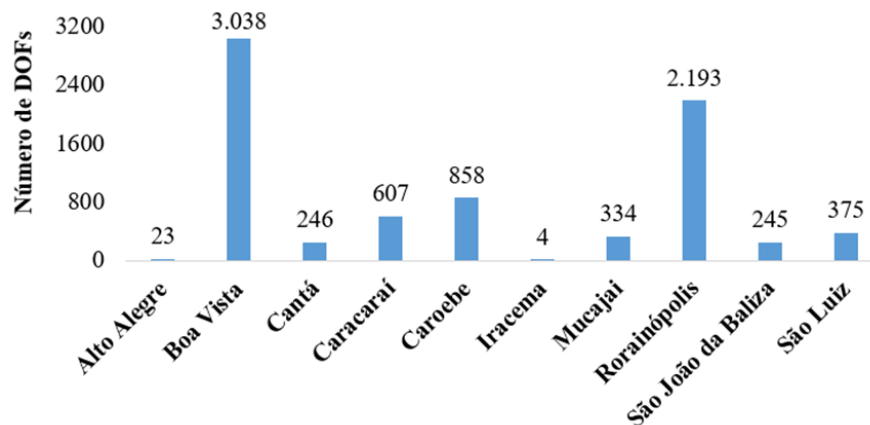
É importante lembrar que esses cálculos fornecem uma estimativa aproximada da emissão de CO₂. Pois há fatores tipo variáveis como a densidade e teor de umidade madeira transportada, modo de condução, desrespeito aos limites de carga estabelecidos por resolução, condições dos veículos e da estrada, que exercem influências nas emissões de CO₂.

1.3 Resultados e discussão

Durante a análise dos dados foram obtidos 7.923 documentos de origem florestal (DOFs), dos quais 3.734 ocorrências (47% do total) foram desconsideradas devido a ausências de informações sobre a latitude e longitude geográficas de destino. Sousa Júnior (2018) obteve uma média de 25.668,66 DOFs/por ano, entre os anos de 2011 e 2016, no estado do Rio Grande do Norte, quantidade 3 vezes superior ao obtido no presente estudo.

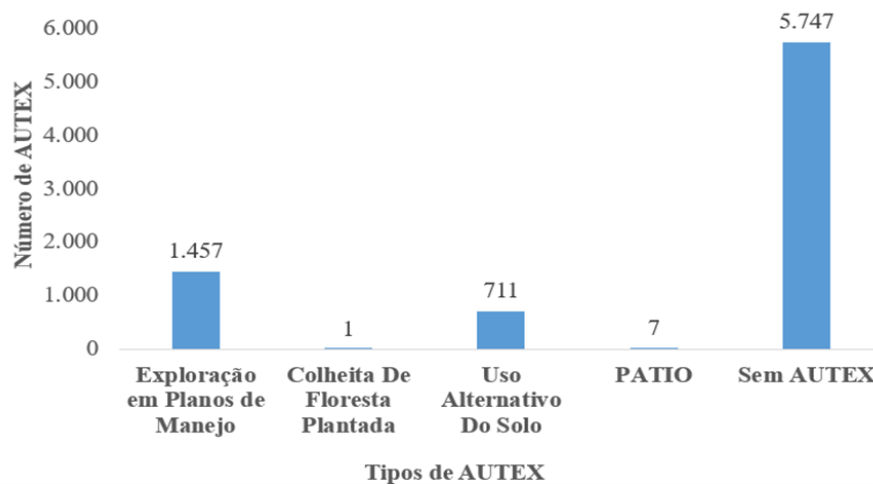
Dos 7.923 emitidos em todo o estado, Boa Vista foi o município com maior destaque, com 3.038 DOFs, seguido por Rorainópolis com 2.193 DOFs. Iracema (4) e Alto Alegre (23) foram os municípios que tiveram menores ocorrências. Dos 15 municípios de Roraima, apenas 5 não tiveram nenhuma ocorrência de DOFs, são eles, Amajari, Bonfim, Normandia, Pacaraima e Uiramutã (Figura 1.2).

Figura 1.2: Número de emissões de Documentos de Origem Florestais (DOFs) por municípios no ano de 2022 em Roraima.



Fonte: Os autores (2025).

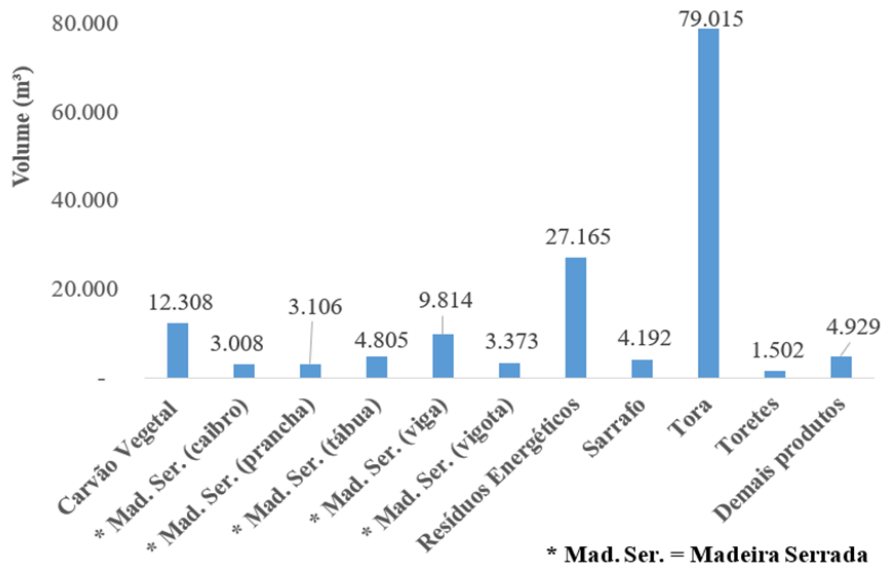
Foram identificados cinco tipos de Autorizações de Exploração Florestal (AUTEX) no relatório de DOFs disponibilizados pelo sistema do IBAMA referente a 2022, no estado de Roraima. Os tipos de AUTEX foram: Colheita de Floresta Plantada Matéria-Prima (documento autorizando a transposição de toras de árvores plantadas podendo ser exóticas ou nativas), AUTEX-Exploração em Planos de Manejo (documento autorizando a transposição de toras oriundas de plano de manejo florestal sustentável), AUTEX-Uso Alternativo do Solo (documento de autorização da supressão vegetal) e PATIO AUTEX-Uso Alternativo do Solo (documento autorizando a transposição de toras retidas de um pátio de serraria), totalizando 4.342 autorizações (Figura 1.3). As AUTEX de exploração em plano de manejo e Uso Alternativo do Solo obtiveram os maiores destaques com 1.457 e 711 autorizações, respectivamente, ressalta-se que foram identificadas 5.747 DOFs sem a especificação de Autorização no relatório. Os resultados divergem de Moraes *et al.* (2023), no qual em 2017 foi observado que 78% das madeiras utilizadas pelos comércios de Boa Vista foram oriundas de licenças de conversão de áreas para o uso alternativo do solo, e no presente estudo apenas 16,4% do total. O destaque conferido à exploração madeireira por meio de planos de manejo, neste estudo, evidencia a preocupação com a sustentabilidade e a continuidade da oferta de recursos madeireiros. Cabe ressaltar que a presença da AUTEX no sistema DOF está associada a empreendimentos madeireiros que atuam na exploração de toras.

Figura 1.3: Tipos de AUTEX emitidas nos DOFs do ano de 2022 em Roraima.

Fonte: Os autores (2025).

Dos 28 produtos previstos na Instrução Normativa 09 do IBAMA (2016), foram observados 27 produtos presentes no relatório de DOFs do ano de 2022, com destaque para Carvão Vegetal de resíduo, Madeira serrada (caibro), Madeira serrada (prancha), Madeira serrada (tábua), Madeira serrada (viga), Madeira serrada (vigota), resíduo para Fins Energéticos, Sarrafo, Tora e Toretes (Figura 1.4). Os produtos de origem florestal obtiveram o volume total de 150.731,7234 m³, dos quais 4.928,5553 m³ representaram os demais produtos considerados de menor destaque. Nas AUTEXs o produto definido como tora obteve o maior valor em volume (79.014,5301 m³), seguido pelos resíduos para fins energéticos (27.165,3303 m³). Andrade (2018) e Luemba (2021) obtiveram resultados similares ao presente estudo, pois o produto destaque no período de 2016 a 2018 em todo o país e entre 2007 e 2016 no estado do Amazonas, também foi a tora representando a soma de 827 mil m³ e 4.095.581,6 m³, respectivamente nos intervalos analisados.

Figura 1.4: Relação dos produtos madeireiros registrados nos DOFs 2022 em Roraima.

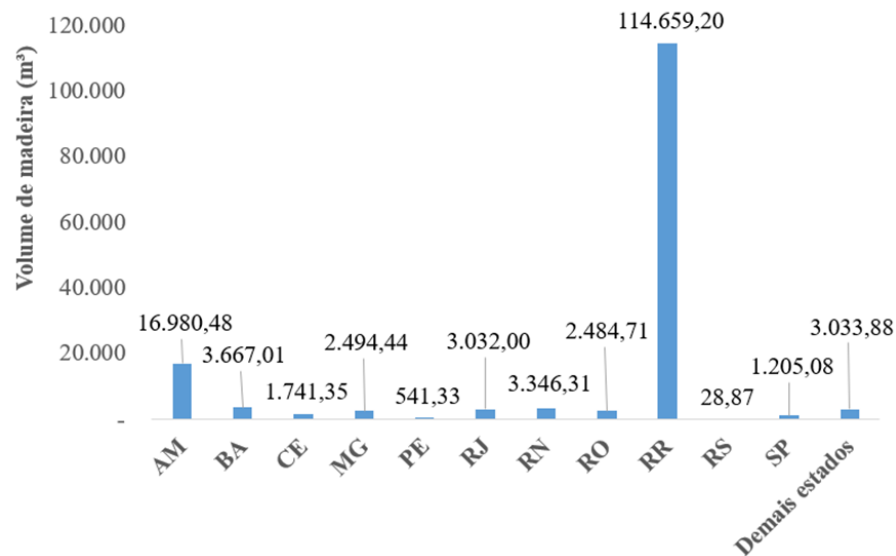


Fonte: Os autores (2025).

Outro destaque importante se trata da segunda colocação dos resíduos energéticos com 27.165 m³, o resultado é justificado devido a Roraima ser o único estado brasileiro não interligado ao sistema interligado nacional de fornecimento de energia elétrica. Devido a isso, e as frequentes quedas de energia, Roraima iniciou o processo de produção de eletricidade por meio de indústrias termelétricas, com destaque o uso de resíduos madeireiros, atraindo diversas empresas para atender a demanda local, favorecendo a criação de outras indústrias por conta da segurança energética (Morais *et al.*, 2023).

Ao considerar os estados brasileiros de destino da madeira oriunda de Roraima, observa-se que os maiores destaques são Roraima (14.659,2027 m³), Amazonas (16.980,4799 m³) e Bahia (3.667,0095 m³) (Figura 1.5). O destaque é justificado devido a Roraima ser um estado tradicionalmente produtor de madeira, conforme observado na Figura 1.4 (destaque a exploração de toras). Acrescenta-se que em Roraima não há empresas que produzem painéis, portanto a aquisição de móveis de madeira reconstituída torna-se onerosa, devido à necessidade do pagamento do frete, aumentando a competitividade e a opção por móveis de madeira maciça, com matéria-prima oriunda da exploração florestal local.

Na Figura 1.5, observa-se que dos 26 estados brasileiros de destino da madeira oriunda de Roraima, apenas o estado do Acre não aparece nos registros DOFs. A explicação pode ser devido à autossuficiência madeireira do Acre, portanto, não sendo necessária a importação de madeira serrada de outros estados.

Figura 1.5: Destinos interestaduais dos produtos madeireiros provenientes da exploração em Roraima.

Fonte: Os autores (2025).

No quadro 1.6 foram dispostos os três estados de destaque com os respectivos municípios que apresentaram maior volumetria de madeira de acordo com os DOFs emitidos em Roraima durante o ano de 2022. Em Roraima, o município de Rorainópolis obteve o maior volume total de madeira (51.331,88 m³), segundo os DOFs analisados. Este destaque é justificado pela tradicional origem da madeira, já que o referido município apresenta florestas ombrófilas com potencial madeireiro, pelo polo de madeireiro de Rorainópolis e a maior quantidade dos DOFs relacionados a toras e madeira não desdobradas. O segundo lugar, obtido por Boa Vista, é justificado por ser o maior município de Roraima com 413.486 habitantes (IBGE, 2024), representando o maior mercado consumidor interno do estado, devido à maior quantidade de DOFs relacionados a produtos de madeira desdobrada.

Quadro 1.6: Três estados de destaque com os respectivos municípios que apresentaram maior volumetria de madeira de acordo com os DOFs emitidos em Roraima durante o ano de 2022.

Estado	Município	Volume de madeira (m³)
Roraima	Rorainópolis	51.331,88
	Boa Vista	17.584,77
Amazonas	Manaus	13.694,38
	Manicoré	1.437,27
Bahia	Salvador	741,35
	Camaçari	590,25

Fonte: Os autores (2025).

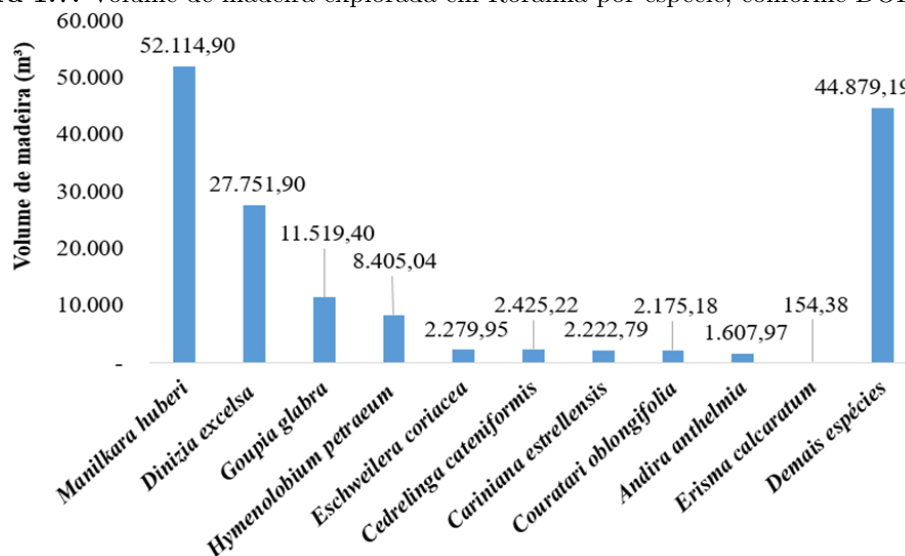
No estado do Amazonas, os destaques foram Manaus (capital do estado) e Manicoré; No caso específico de Manaus, o destaque para o consumo em volume de madeira pode ser explicado pela zona franca que concentra diversas indústrias dos mais distintos setores,

pela quantidade de habitantes, sendo a sétima maior cidade do Brasil com 2.063.547 habitantes no ano de 2022, 13º porto com maior volume de exportação do Brasil, e por ser a principal rota comercial da madeira explorada em Roraima, fatores que exercem influência na emissão de DOFs para este destino (ANTAQ, 2022; IBGE, 2024).

Já o destaque da cidade de Manicoré chama a atenção, pois o município é cercado de floresta amazônica, com a possibilidade da exploração madeireira local. Entretanto, deve ser considerado que o município está localizado próximo à Reserva Extrativista do Lago do Capanã Grande e do Parque Estadual do Matupiri. De posse destas informações, possivelmente as madeiras encomendadas de Roraima para o referido município sejam complemento de encomendas, considerando que há a possibilidade do transporte hidroviário de Manicoré, utilizando o rio Madeira até Humaitá como uma alternativa à BR 319, que se encontrava no período em condições precárias.

No estado da Bahia, os destaques foram Salvador (capital do estado) e Camaçari. Em relação a Salvador, o destaque para o consumo em volume de madeira pode ser explicado pelo seu porto marítimo que no ano de 2022 foi o 6º colocado no ranking dos portos que mais exportaram (ANTAQ, 2022), outro possível motivo é a necessidade do uso da madeira na própria capital, ocupando o 5º lugar das maiores cidades do Brasil, com 2.418.005 habitantes (IBGE, 2024). Entretanto, não foram encontradas na literatura informações que abordem sobre o uso de madeiras nativas exploradas em Roraima. Sobre Camaçari, sabe-se que é a 4º maior a cidade do estado da Bahia em habitantes (300.372 habitantes), não há portos, portanto, supõe-se que a madeira explorada seja para o consumo local (IBGE, 2024). Entretanto, assim como em Salvador, observou-se ausência de informações na literatura que abordem sobre o uso de madeiras nativas exploradas em Roraima.

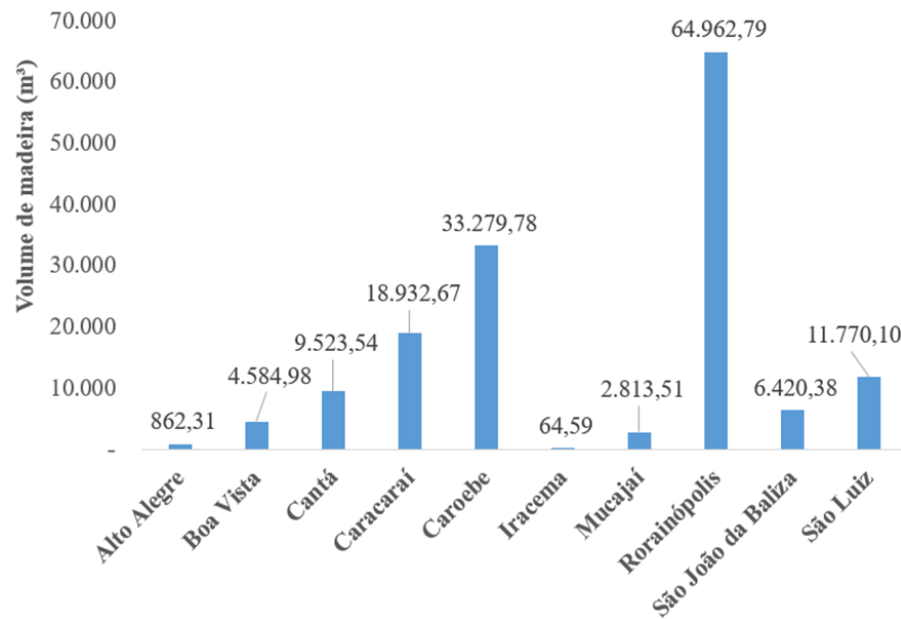
Foram identificadas 199 espécies e 452 sem identificação, totalizando 155.535,73 m³ no relatório de DOFs 2022. As dez espécies com maiores volumes de madeira foram maçaran-duba (*Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev.), angelim-ferro (*Dinizia excelsa* Ducke), cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum* (Ducke) A. Chev.), esto-peiro (*Eschweilera coriácea* (DC.) S.A. Mori), cedroarana (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), cachimbeiro (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth), angelim-amargoso (*Andira anthelmia* (Vell.) J.F. Macbr.) e cafearana (*Erisma calcaratum* (Link) Warm.), totalizando 110.656,73 m³ de madeiras comercializadas em todo o país saindo do estado de Roraima (Figura 1.7). Ressalta-se que historicamente *M. huberi* e *D. excelsa* representam a maioria do volume de madeira desdobradas pelas serrarias de Roraima (BARBOSA, 1990; CUNHA *et al.*, 2009; CRIVELLI *et al.*, 2017; IBAMA, 2022).

Figura 1.7: Volume de madeira explorada em Roraima por espécie, conforme DOFs 2022.

Fonte: Os autores (2025).

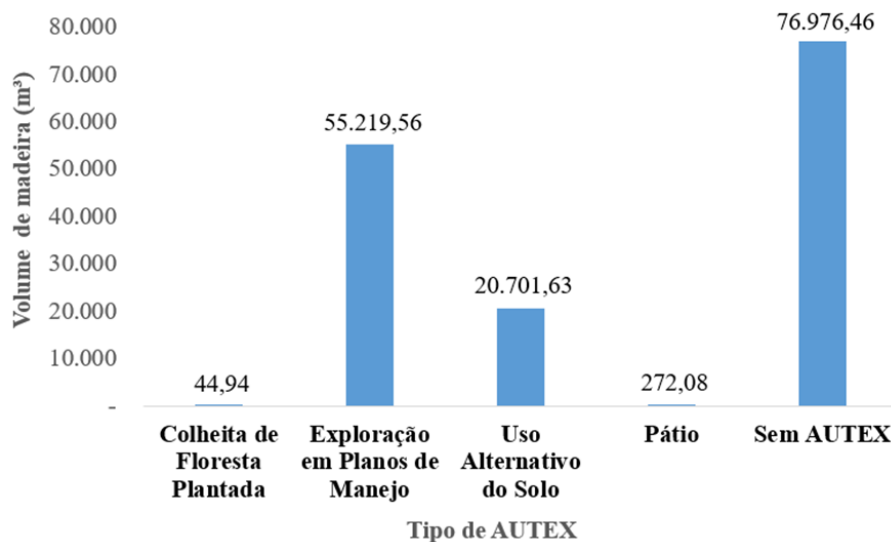
De acordo com a Figura 1.8, os municípios de Roraima que obtiveram uma maior quantidade em volume de madeira considerando a origem da matéria-prima foram Rorainópolis (64.962,79 m³), seguido por Caroebe (33.279,78 m³). O destaque desses dois municípios, considerando a análise de dados, foi devido à logística das toras para as serrarias e o uso dos resíduos de desdobro para fins energéticos, ressalta-se que estes dois produtos foram os maiores destaques em volume (Figura 1.3). O desempenho de Caroebe merece destaque, pois em Roraima havia apenas dois polos madeireiros, localizados nos municípios de Rorainópolis e Caracaraí. Ressalta-se que anteriormente ao ano de 1995, as serrarias estavam presentes em São Luiz, São João da Baliza e Caroebe, entretanto, devido às condições de trafegabilidade da BR 210, estas foram realocadas em Rorainópolis e Caracaraí (Moraes, 2018). Entretanto, no ano de 2014 iniciou-se uma nova pavimentação, houve melhorias na trafegabilidade da BR 210, reduzindo os custos de logística, possibilitando a maior proximidade de áreas florestais que permaneceram inexploradas, devido à inviabilidade econômica da exploração madeireira.

Figura 1.8: Municípios com suas respectivas produções em volume de madeira em Roraima, conforme DOFs 2022.



Fonte: Os autores (2025).

No campo tipo de origem da madeira, as Autorizações de Exploração Florestal (AUTEX) são usadas para toras e toretes. Os demais produtos madeireiros desdobrados, resíduos e lenha, de acordo com os dados DOFs 2022, não possuíam informações relativas ao tipo AUTEX em 5.747 documentos (Figura 1.10), devido a isso, o conjunto supracitado obteve o maior destaque em volume (76.976,46 m³). Ao comparar a questão do tipo de AUTEX com os dados dos DOFs do estado do Acre em 2022, observa-se que todas as AUTEX (Exploração em Plano de Manejo e Uso Alternativo do Solo) foram apenas para os produtos toras e toretes, já os demais produtos desdobrados, resíduos e lenha não apresentam tipo de AUTEX, resultado igual entre os DOFs de Roraima e Acre, justificando o destaque sem AUTEX na Figura 1.9.

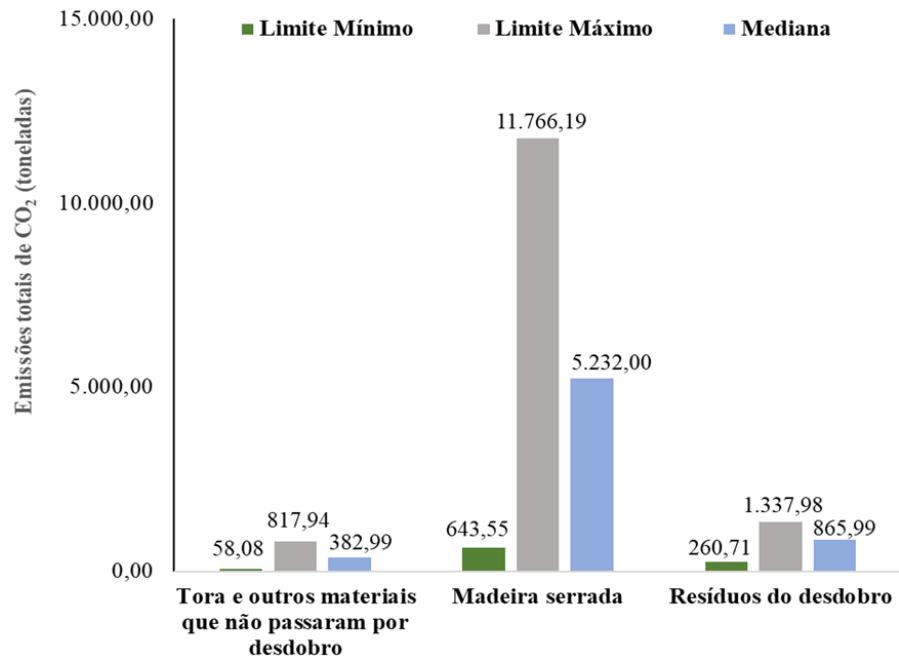
Figura 1.9: Tipos de AUTEX com seus respectivos volumes madeireiros em Roraima, conforme DOFs 2022.

Fonte: Os autores (2025).

Considerando apenas os produtos com tipo de AUTEX, houve destaque para a Exploração em Plano de Manejo (55.219,56 m³), este resultado deve ser analisado com cautela devido ao elevado número de DOFs sem o tipo de origem. Entretanto, considerando os dados coletados, o maior volume de madeira obtido da Exploração em Plano de Manejo em relação ao Uso Alternativo do Solo é interessante para o setor madeireiro, pois os planos de manejo visam à sustentabilidade do volume de madeira em campo, reduzindo a possibilidade da escassez madeireira para ser explorada.

Foram quantificadas a quantidade de emissões de CO₂ de três produtos (madeira desdobrada, resíduos para fins energéticos e toras/toretos) nos quais a madeira serrada teve um maior destaque com 643,55 toneladas de CO₂ emitidos pelos caminhões simples (menor combinação utilizada para o transporte de madeira desdobrada), 11.766,19 toneladas de CO₂ nos rodotrens (maior combinação utilizada para o transporte de madeira desdobrada) e 5.232,00 toneladas de CO₂ de mediana (Figura 1.10). A madeira desdobrada se destacou devido às maiores distâncias obtidas no estudo, na qual a maior rota rodoviária foi Cantá, RR a São José, SC, totalizando 7.445 km. Ao comparar as rotas das madeiras desdobradas e das toras observa-se que não há exportação de toras para outros estados, sendo assim reduzindo a distância percorrida e por consequência a emissão de CO₂ para a atmosfera.

Figura 1.10: Estimativa de emissões de CO₂ no transporte madeireiro, por tipo de produto madeireiro, conforme os DOFs emitidos em Roraima no ano de 2022.



Fonte: Os autores (2025).

Já em segundo lugar ficou a categoria dos resíduos do desdobro, representada pelos resíduos para fins energéticos, com 260,71 toneladas de CO₂ nos bitrens, 1.337,98 toneladas de CO₂ nos rodotrens, e 865,99 toneladas de CO₂ de mediana e, por fim a tora/toretos com 58,08 toneladas de CO₂ caminhões simples, 817,94 toneladas de CO₂ nos biminhões e 382,99 toneladas de CO₂ de mediana. Dos 7.892 DOFs analisados, 3.773 não tinham distâncias definidas, pois no relatório não constava o destino exato da madeira, geralmente, dentro do mesmo município.

Somando a quantidade de emissões de CO₂ separadamente para os limites mínimo (962,34 toneladas de CO₂), máximo (13.922,11 toneladas de CO₂) e a mediana (6.480,98 toneladas de CO₂), ao comparar com os dados obtidos por Campos *et al.* (2011), em estudo realizado com dados DOFs de madeiras nativas de 2017 para a Amazônia, verificou-se mínimo (142.119,00 toneladas de CO₂), máximo (561.813,00 toneladas de CO₂) e a mediana (410.812,00 toneladas de CO₂), observa-se que os limites de emissões de Roraima representaram aproximadamente 0,68%, 2,48% e 1,58%, respectivamente para os limites mínimo, máximo e mediana.

Durante a realização do presente estudo, foram identificadas, no sistema de Relatório de DOFs de 2022 em Roraima, as seguintes falhas: (i) problemas no carregamento dos dados, recomendando-se a adequação do sistema para permitir o download nos formatos PDF e xls/xlsx; (ii) ausência de coordenadas geográficas de destino, quando a madeira possui origem e destino no mesmo município; (iii) presença de rotas sem o devido detalhamento, como no caso de transporte com origem em Boa Vista e destino Brasília. Nesse último

exemplo, a rota poderia ter sido realizada por via aérea, considerando o baixo volume de madeira transportado (0,0037 m³). Assim, para evitar incertezas, sugere-se a inclusão obrigatória da especificação do tipo de transporte utilizado em cada trecho.

1.4 Considerações finais

Apenas cinco municípios (Amajari, Bonfim, Normandia, Pacaraima e Uiramutã) não emitiram DOFs em 2022, o produto e a espécie mais explorados foram toras e *M. huberi*, respectivamente. Observa-se que em 2022 o polo madeireiro de Rorainópolis manteve o destaque estadual, seguido de Caroebe e Caracaraí, considerando o volume de madeira.

A estimativa dos limites de CO₂ emitidos pelo transporte madeireiro de Roraima foi 962,34, 13.922,11 e 13.922,11 toneladas de CO₂, correspondentes, respectivamente para os valores mínimo, máximo e da mediana.

Com a promoção dos produtos conhecidos como de produção carbono zero, observa-se que o transporte madeireiro contribui para o aumento das emissões de CO₂, sendo o presente estudo uma das iniciativas para promover maior discussão sobre o tema. Inclusive, por iniciativa pública, a compensação das emissões de CO₂ poderia ser mais uma exigência legal para a aprovação dos planos de manejos e das demais licenças de exploração florestal.

1.5 Referências

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Portos brasileiros movimentaram 179,8 milhões de toneladas no primeiro bimestre**. Brasília, 07 de abril de 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2022/portos-brasileiros-movimentaram-179-8-milhoes-de-toneladas-no-primeiro-bimestre>. Acesso em: 27 nov. 2023.

ALENCAR, A, NEPSTAD, D, MCGRATH, D, MOUTINHO, P, PACHECO, P, DIAZ, M. V, SOARES FILHO, B. **Desmatamento na Amazônia: indo além da "emergência crônica"**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Belém, 17 de março de 2004. Disponível em: <https://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/859>. Acesso em: 12 set. 2023.

ANDRADE, C. T. Movimentação de madeira legal no estado do Amazonas no período de 2007 a 2016. 2018. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília.

BARBOSA, R. I. **Análise do setor madeireiro do estado de Roraima**. Revista Acta Amazônica, v. 20, n. 1, p. 193-209, 1990. <https://doi.org/10.1590/1809-43921990201209>

BRASIL. Lei 528/21. **Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), determinado pela Política Nacional de Mudança do Clima – Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Brasília, 23 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2270639>. Acesso em: 15 set. 2023.

CAMPOS, É. F, PUNHAGUI, K. R. G, JOHN, V. M. **Emissão de CO₂ do transporte da madeira nativa da Amazônia.** Ambiente Construído, v. 11, n. 2, p. 157-172, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212011000200011>.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito (2021). **Resolução CONTRAN Nº 882 DE 13/12/2021.** Brasília, 24 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8822021.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

CRIVELLI, B. D. S, GOMES, J. P., MORAIS, W. W. C, CONDÉ, T. M, SANTOS, R. D. L, BONFIM FILHO, O. S. **Caracterização do setor madeireiro de Rorainópolis, sul de Roraima.** Ciência da Madeira, v. 8, n. 3, p. 142-150, 2017. <https://doi.org/10.12953/2177-6830/rcm.v8n3p142-150>

CUNHA, P. S. D. C, SOUZA, R. B. D. L. D, SOUZA, P. L. D. **Análise do setor madeireiro de Roraima e sua interação com a contabilidade ambiental e o desenvolvimento sustentável.** ConTexto, v. 9, n. 15 p. 1-21. 2009.

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Relatórios DOF.** Brasília, 29 de novembro de 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/flora-e-madeira/arquivos/do f/relatorios/2017/ibama-dof-2017-rr.xlsx>. Acesso em: 11 out. 2023.

IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **DOF: informação estratégica para a gestão florestal.** Brasília, 28 de outubro de 2010. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/dofcaoestrategicaparaagestaoflorestalnobrasildigital.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022.** Brasília, 10 de jun de 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rr>. Acesso em: 10 jun. 2024.

LENTINI, M. W., ANDRADE, M. B. T. **O manejo de florestas naturais e o setor madeireiro da Amazônia brasileira: situação atual e perspectivas.** Amazônia 30, Belém, 19 de novembro de 2024. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2025/04/O-manejo-de-florestas-naturais-e-o-setor-madeireiro-da-Amazonia-brasileira.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2025

LUEMBA, M. E, KUNZAYILA, N, CASACA, W. **Exploratory Analysis and Visualization of Brazilian Forest Data from the Forest Document System of the Brazilian Institute of the Environment.** Computational Science and Its Applications, v. 12953, n. 1, p. 145-159, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86976-2_10

MAGALHAES, A. S. **Economia de baixo carbono no Brasil: alternativas de políticas e custos de redução de emissões de gases de efeito estufa.** 2013. 290 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais.

MONZONI, M. **Diretrizes para formulação de políticas públicas em mudanças climáticas no Brasil**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP, São Paulo, 29 de junho de 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10438/15412>. Acesso em: 14 set. 2023.

MORAIS, W. C. **Potencial de resíduos madeireiros gerados em Roraima para a produção de energia e carvão vegetal**. 2018. 111 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MORAIS, W. W. C., SOUSA, E. H. D., MORAIS, J. B. F., VIVIAN, M. A. **Diagnóstico sobre o setor madeireiro de Boa Vista-RR**. *Advances in Forestry Science*, v. 10, n. 1, p. 1941-1948, 2023. <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v10i1.14160>

OLIVEIRA, L. S., PACCA, S. A., JOHN, V. M. **Variability in the life cycle of concrete block CO2 emissions and cumulative energy demand in the Brazilian Market**. *Construction and Building Materials*, v. 114, n. 1, p. 588-594, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.134>

RORAIMA, **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Roraima**. Governo do Estado de Roraima, Boa Vista. Disponível em: <https://zee-rr.institutopiatam.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Areas-Institucionais-1.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2025.

SOUSA JÚNIOR, A D. **Documento de origem florestal-DOF: análise da comercialização de produtos florestais nativos legalizados no estado do Rio Grande do Norte**. 2018. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba.

SOUZA, A. L. R. D. **Empresas participantes do índice carbono eficiente (ico2) -BM&FBOVESPA: iniciativas empresariais em clima e retorno e sensibilidade das ações ao risco de mercado**. 2018. 412 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.