

## Gestão da inovação na rastreabilidade e comercialização da madeira sustentável amazônica: uma revisão sistemática qualitativa.

Túlio Oliveira Barbosa<sup>1</sup>; Leonardo Carneiro Freitas de Oliveira<sup>1</sup>; Cássio Furtado Lima<sup>2</sup>; Luciano José Minette<sup>3</sup>.

1: Acadêmicos do Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

2: Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Ananindeua

3: Professor Titular do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais

ODS 9 – Categoria

### Introdução

A redução do desmatamento, combinada com o papel das florestas como sumidouros de carbono, constitui uma estratégia fundamental para a mitigação das mudanças climáticas (VAN DER HOFF, 2022). Nesse contexto, a Floresta Amazônica, a maior floresta tropical do mundo, desempenha um papel crucial na regulação do clima global. Com 60% de sua extensão localizada no Brasil, a Amazônia Legal brasileira abrange aproximadamente 5.088.668,25 km<sup>2</sup>, onde diversos fatores influenciam a dinâmica da exploração florestal (BARBOSA et al., 2021).

A Amazônia, fundamental para a mitigação das mudanças climáticas e essencial para o desenvolvimento sustentável, enfrenta o desafio crítico da exploração ilegal, com o Pará destacando-se na liderança das estatísticas de desmatamento e incêndios (FURTADO LIMA et al., 2024). Para assegurar a legalidade e a rastreabilidade da madeira explorada, foram desenvolvidas ferramentas governamentais, como o Documento de Origem Florestal (DOF), sistema digital baseado em mecanismos de comando e controle, previsto na Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981). Contudo, os sistemas contemporâneos de produção madeireira devem se adaptar às tendências do mercado global, incorporando novas metodologias e ferramentas capazes de extrair informações estratégicas de grandes volumes de dados.

Para alcançar avanços tecnológicos no setor florestal e viabilizar a exploração comercial sustentável é essencial aprimorar a eficiência operacional, garantir a confiabilidade na disponibilização de dados e atender à crescente demanda por madeira (LIMA et al., 2019; HECHT et al., 2020; HUMPHRIES et al., 2020; ARAUJO et al., 2022). Dessa forma, a integração de soluções tecnológicas e analíticas pode contribuir de maneira significativa para a gestão da rastreabilidade e da comercialização da madeira sustentável amazônica, alinhando o desenvolvimento econômico à conservação ambiental.

### Objetivos

Realizar uma revisão sistemática qualitativa da última década, com foco na análise e discussão de soluções tecnológicas e analíticas para aprimorar a rastreabilidade e a comercialização da madeira sustentável Amazônica. Essa revisão servirá para compor o referencial teórico do projeto.

### Metodologia

O estudo tomou como base nas diretrizes PRISMA (Figura 1). O processo de revisão foi dividido em quatro etapas principais: (a) identificação dos registros por meio de buscas sistemáticas em bases de dados científicas e outras fontes pertinentes; (b) triagem dos registros recuperados, com a eliminação de duplicatas e exclusão dos estudos que não se enquadram no escopo da pesquisa; (c) avaliação detalhada da elegibilidade dos estudos selecionados, com base em critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, garantindo rigor metodológico e relevância; (d) inclusão final dos estudos que atenderam a todos os critérios estabelecidos para a síntese qualitativa.

Na fase de identificação, foram selecionadas três bases de indexação amplamente acessíveis: *Web of Science*, *ScienceDirect* e *Scopus*. A busca abrangeu o período de 2014 a 2024, com o objetivo de contemplar os avanços mais recentes e relevantes em tecnologias e técnicas relacionadas à rastreabilidade da madeira em florestas nativas em escala global. Após a triagem 51 artigos foram selecionados.

Figura 1 – Fluxo PRISMA de Seleção e Triagem de Estudos.

### Resultados

Em relação aos desafios e oportunidades do setor florestal brasileiro, a implementação de métodos como a análise isotópica, o uso de Big Data (e ferramentas como Power BI) e tecnologias avançadas como a espectrometria de massa e a Inteligência Artificial para reconhecimento de espécies são cruciais para aumentar a transparência, verificar a origem e combater a exploração ilegal (LIMA et al., 2025). O estado do Pará lidera o desmatamento e incêndios florestais na Amazônia (Tabela 1).

Tabela 1 – Taxa de Desmatamento e Incidência de Incêndio na Amazônia Legal

State	Deforestation (Km <sup>2</sup> )*	Forest fire alerts **
Pará	166.774,00 (34,61%)	27%
Mato Grosso	152.078,00 (31,56%)	26%
Rondônia	6.103,00 (13,72%)	10%
Amazonas	33.384,00 (6,93%)	6%
Maranhão	26.374,00 (5,47%)	15%
Acre	17.508,00 (3,63%)	4%
Roraima	9.188,00 (1,91%)	1%
Tocantins	8.790,00 (1,82%)	9%
Amapá	1.670,00 (0,35%)	1%
<b>Legal Amazon</b>	<b>421.869,00 (100%)</b>	<b>100%</b>

Notas: \*Acumulado do banco de dados PRODES no período de 1988 a 2022. \*\* Acumulado do banco de dados BDQueimadas no período de 1998 a 2022. **Fonte:** Furtado Lima et al. (2024).

Na Amazônia o Manejo Florestal Sustentável de corte de baixo impacto é vital para equilibrar a conservação e a viabilidade econômica, enquanto a melhoria na fiscalização com o apoio de ferramentas analíticas fortalece a conformidade legal e promove um mercado de madeira mais responsável.

Dentro deste instrumento dos Documentos de Origem Florestal exercem um papel de destaque. Essas estratégias sustentáveis devem equilibrar o avanço econômico dos plantios florestais com a conservação da Amazônia, garantindo a liderança do Brasil no setor florestal global, ao mesmo tempo em que promovem a sustentabilidade ecológica, econômica e social (CAETANO, 2021).

### Conclusões

Este estudo destaca o papel fundamental das soluções tecnológicas e analíticas na melhoria da rastreabilidade e comercialização da madeira proveniente de manejo sustentável na Amazônia, especialmente no estado do Pará. A análise das estratégias de Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do corte de baixo impacto evidencia a necessidade de conciliar viabilidade econômica com conservação ecológica. O Documento de Origem Florestal (DOF) é essencial para garantir a conformidade legal, mas sua eficácia depende de aprimoramentos contínuos em transparência e fiscalização. O uso de ferramentas inovadoras é essencial para avançar no MFS na Amazônia. O fortalecimento da fiscalização, a adoção tecnológica e a tomada de decisão baseada em dados são passos fundamentais para uma indústria madeireira mais transparente, eficiente e sustentável. Pesquisas futuras devem explorar abordagens interdisciplinares que integrem tecnologia e políticas públicas.

### Bibliografia

- BARBOSA, M. L. F. et al. Recent trends in the fire dynamics in Brazilian Legal Amazon: Interaction between the ENSO phenomenon, climate and land use. *Environmental Development*, v. 39, p. 1-24, 2021. doi: 10.1016/j.envdev.2021.100648
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.
- CAETANO, M. A. L. et al. Political activity in social media induces forest fires in the Brazilian Amazon. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 167, p. 120676, 2021. doi: 10.1016/j.techfore.2021.120676
- FURTADO LIMA, C. et al. Is there a relationship between forest fires and deforestation in the Brazilian Amazon? *PLoS One*, v. 19, n. 6, p. e0306238, 2024. doi: 10.1371/journal.pone.0306238.
- HECHT, S. et al. From “Green Hell” to “Amazonia Legal”: Land use models and the re-imagination of the rainforest as a new development frontier. *Land Use Policy*, v. 96, p. 103871, 2020. doi: 10.1016/j.landusepol.2019.02.030
- HUMPHRIES, S. et al. Searching for win-win forest outcomes: Learning-by-doing, financial viability, and income growth for a community-based forest management cooperative in the Brazilian Amazon. *World Development*, v. 125, p. 104336, 2020. doi: 10.1016/j.worlddev.2018.06.005
- LIMA, C. et al. Innovation management in the traceability and commercialization of sustainable Amazonian timber: a qualitative systematic review. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 6, p. e15306-e15306, 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n6-037>
- ARAUJO, R. O. et al. Renewable energy from biomass: an overview of the Amazon region. *BioEnergy Research*, p. 1-16, 2022. doi: 10.1007/s12155-021-10308-x
- LIMA, C. et al. Occupational noise and vibration assessments in forest harvesting equipment in North-eastern Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International*, 2019. doi: 10.9734/JEAI/2019/v40i530379

### Apoio Financeiro