

DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA: CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E SOLUÇÕES

DEFORESTATION IN THE AMAZON: causes, consequences and solutions

SENA, Reinaldo¹; & MORGADO, Elsa²

Resumo

O desmatamento da Amazônia é um problema global e motivo de séria preocupação entre ambientalistas, políticos e cidadãos comuns. À medida que a maior floresta tropical do mundo enfrenta mudanças rápidas devido às atividades humanas, os impactos dessas mudanças estendem-se para além das fronteiras regionais, afetando o equilíbrio ecológico do planeta e a estabilidade climática. Portanto, este estudo bibliográfico visa aprofundar nossa compreensão sobre o desmatamento na Amazônia e suas consequências, causas e possíveis soluções, revisando uma variedade de fontes confiáveis e atualizadas. A Amazônia abriga uma biodiversidade incomparável, incluindo inúmeras espécies únicas de plantas e animais. Muitas dessas espécies ainda não foram devidamente investigadas. Além disso, a floresta amazônica desempenha um papel importante na regulação do clima global, atuando como sumidouro de carbono, absorvendo dióxido de carbono da atmosfera e ajudando a estabilizar os padrões climáticos em todo o mundo. Mudanças significativas no ecossistema amazônico têm, portanto, impacto direto não apenas na região, mas também no planeta como um todo. O estudo começa com uma análise das causas. Abordamos fatores como a expansão agrícola, a exploração madeireira, e as queimadas, examinamos como esses fatores interagem para criar o problema da deflorestação.

Abstract

Deforestation in the Amazon is a global problem and a cause for serious concern among environmentalists, politicians and ordinary citizens. As the world's largest rainforest faces rapid changes due to human activities, the impacts of these changes extend beyond regional borders, affecting the planet's ecological balance and climate stability. Therefore, this bibliographical study aims to deepen our understanding of deforestation in the Amazon and its consequences, causes and possible solutions by reviewing a variety of reliable and up-to-date sources. The Amazon is home to unrivalled biodiversity, including countless unique species of plants and animals. Many of these species have yet to be properly investigated. In addition, the Amazon rainforest plays an important role in regulating the global climate, acting as a carbon sink, absorbing carbon dioxide from the atmosphere and helping to stabilise weather patterns around the world. Significant changes in the Amazon ecosystem therefore have a direct impact not only on the region, but also on the planet as a whole. The study begins by analysing the causes. We look at factors such as agricultural expansion, logging and fires, and examine how these factors interact to create the problem of deforestation.

Palavras-chave: *Sustentabilidade; Ambiente; Mudanças climáticas; Desmatamento.*

Key-words: *Sustainability; Environment; Climate change; Deforestation.*

Data de submissão: setembro de 2023 | **Data de publicação:** dezembro 2023.

¹ REINALDO SENA | Universidade Federal de Minas Gerais. BRASIL. Email: reinaldosena96@hotmail.com

² ELSA MARIA GABRIEL MORGADO – Instituto Politécnico de Bragança. CEEI: Centro de Estudos em Educação e Inovação – Instituto Politécnico de Viseu. PORTUGAL. Email: elsa.morgado@ipb.pt

INTRODUÇÃO

O desmatamento da Amazônia é um dos principais desafios ambientais contemporâneos, gerando preocupações que vão além das fronteiras dos países sul-americanos e se estendem para o mundo todo. Como a maior floresta tropical do planeta, a Amazônia desempenha um papel crucial na manutenção da biodiversidade e na regulação climática global. A devastação dessa região não apenas ameaça inúmeras espécies de plantas e animais, muitas das quais ainda desconhecidas pela ciência, mas também compromete a capacidade da floresta de atuar como um sumidouro de carbono, essencial para a absorção de dióxido de carbono e para a mitigação das mudanças climáticas. Assim, o desmatamento da Amazônia representa um problema de dimensões globais, afetando a estabilidade ecológica e climática do planeta.

Neste contexto, a compreensão das causas, consequências e possíveis soluções para o desmatamento amazônico torna-se fundamental. As causas do desmatamento são complexas e multifacetadas, envolvendo fatores econômicos, sociais e políticos. A expansão da fronteira agrícola, impulsionada pela demanda global por *commodities* como soja e carne bovina, é uma das principais forças motrizes. A exploração madeireira, muitas vezes ilegal, continua a ser uma fonte significativa de degradação, e as queimadas, frequentemente usadas para abrir espaço para a agricultura, agravam o cenário. Além disso, a falta de fiscalização eficaz e as políticas públicas que favorecem o crescimento econômico em detrimento da sustentabilidade ambiental contribuem para a crescente taxa de desmatamento.

As consequências são profundas e afetam diversos aspectos da vida no planeta. A perda de habitats resulta na extinção de espécies e na redução da biodiversidade, alterando os ecossistemas locais e globais. A liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono na atmosfera, resultado das queimadas e da decomposição da biomassa, contribui para o aquecimento global, acelerando as mudanças climáticas. A degradação dos solos, o aumento da temperatura regional e a alteração no ciclo hidrológico são algumas das consequências diretas para o clima local e global. Diante desses desafios, este estudo bibliográfico propõe-se a revisar e analisar uma gama de fontes confiáveis e atualizadas para entender melhor a magnitude do problema e as possíveis soluções. Serão exploradas iniciativas que vão desde políticas públicas e programas de conservação até o papel das comunidades indígenas e a utilização de novas tecnologias para monitoramento e fiscalização. A abordagem do estudo busca proporcionar uma visão abrangente das

complexidades do desmatamento na Amazônia, destacando a necessidade de uma ação coordenada que envolva governos, empresas, ONGs e cidadãos. Somente com um esforço global conjunto será possível reverter o processo de degradação da Amazônia e garantir sua preservação para as gerações futuras, assegurando o equilíbrio ecológico do planeta.

Ao abranger os impactos, origens e estratégias de redução do desmatamento na Amazônia, busca-se instigar um diálogo esclarecido sobre a necessidade de preservação desse ecossistema crucial e abordar os desafios que ele enfrenta.

Abordando Causas, Consequências e Soluções

A Amazônia Legal é o território compreendido pelos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e pelas regiões situadas ao norte do paralelo 13° S do Estado de Tocantins, e a oeste do meridiano 44° W do Estado do Maranhão, totalizando uma área de 5.114.798,30 km², sendo que, deste total, o que representa o Bioma Amazônia é aproximadamente de 4.221.420,81 km².

Da área total de 4.221.420,81 km² do Bioma Amazônia, 9,84% foi desmatado entre 1988 e 2022. Portanto, essa área desmatada nesse período de tempo equivale a 415.736 km² (cf. Tabela 4), sendo que a área mais representativa se localiza no arco do desmatamento. A taxa de desmatamento anual de 1988 até 2009 e o total de cada Estado podem ser verificados nas Tabelas 1.

Estados	Bioma Amazônia (km²)	Somatória do desmatamento
<i>Acre</i>	153.149,90	17.508,00 km² - (3.63%)
<i>Amazonas</i>	1.577.820,20	33.384,00 km² - (6.93%)
<i>Amapá</i>	143.453,70	1.670,00 km² - (0.35%)
<i>Maranhão</i>	113.344,30	26.374,00 km² - (5.47%)
<i>Mato Grosso</i>	489.675,71	152.078,00 km² - (31.56%)
<i>Pará</i>	1.253.164,50	166.774,00 km² - (34.61%)
<i>Rondônia</i>	235.650,64	103,00 km² - (13.72%)
<i>Roraima</i>	230.104	9.188,00 km² - (1.91%)
<i>Tocantins</i>	25.057,86	8.790,00 km² - (1.82%)
TOTAL	4.221.420,81	415.736

FONTE: Instituto Nacional de Pesquisa – INPE.

O desmatamento na Amazônia, uma das regiões mais biodiversas e cruciais para a estabilidade climática global, é impulsionado por uma interseção complexa de fatores. A expansão agrícola e pecuária representa uma das principais causas, à medida que a demanda por terras para agricultura e pastagem aumenta. Além disso, a exploração madeireira, muitas vezes ilegal, contribui significativamente para a perda da cobertura florestal. Projetos de infraestrutura, como estradas e represas, também exercem pressão sobre a Amazônia, abrindo caminho para atividades humanas que resultam em desmatamento. A mineração, incluindo práticas ilegais, apresenta outra ameaça, comprometendo ecossistemas e desencadeando impactos adversos. Por fim, deficiências nas políticas e na governança criam um ambiente propício para práticas insustentáveis. O entendimento desses diversos fatores é crucial para implementar estratégias eficazes de conservação e gestão sustentável na Amazônia. Autores como Carvalho dos Santos et al. (2008) destacam que, a evolução do desmatamento está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento da agropecuária, cuja trajetória, por sua vez, encontra-se entrelaçada aos programas governamentais direcionados à região.

Além disso, outro fato determinante para o desmatamento da Floresta Amazônica são as queimadas. De acordo com a Nota Técnica intitulada “Queimadas, desmatamentos e imóveis rurais no bioma Amazônia” elaborada por Miranda et al. (2019) a pedido da EMBRAPA, os procedimentos de geoprocessamento utilizando o banco de dados do satélite AQUA M-T13 revelaram a ocorrência de 89.178 queimadas na área correspondente ao recorte total do bioma Amazônia ao longo de 2019. Em uma análise mais específica, considerando apenas as áreas monitoradas pelo programa Prodes do INPE, foram identificadas 84.632 queimadas no mesmo período, correspondendo a expressivos 94,9% do total registrado no bioma Amazônia.

Em um enfoque adicional, por meio de um tratamento geocodificado dos dados realizado pela equipe da Embrapa Territorial, foram identificadas 76.016 queimadas nas áreas de desmatamento acumulado no bioma Amazônia até julho de 2019. Essas áreas, caracterizadas por atividades agropecuárias consolidadas ao longo de anos, décadas e até séculos, correspondem a 89,8% das queimadas ocorridas em 2019 na área original florestal do bioma Amazônia. Esses resultados destacam a estreita relação entre desmatamento e incidência de queimadas na região.

Em síntese, a análise das causas do desmatamento na Amazônia revela uma teia complexa de fatores que ameaçam a estabilidade ecológica dessa região vital para o equilíbrio global. A expansão das atividades agropecuárias, a exploração madeireira ilícita, projetos de infraestrutura, a mineração e lacunas nas políticas e na governança convergem para resultar em perdas significativas na cobertura florestal. Os estudos de Carvalho dos Santos et al. (2008) enfatizam a interconexão entre o desmatamento e o desenvolvimento da agropecuária governamentais. Adicionalmente, a Nota Técnica de Miranda et al. (2019) revela a correlação expressiva entre áreas desmatadas e incidência de queimadas, conforme destacado na pesquisa, sublinha a urgência de abordagens abrangentes e sustentáveis para a conservação da Amazônia.

O desmatamento na Amazônia não apenas representa uma ameaça imediata à biodiversidade exuberante e à rica rede de ecossistemas, mas também desencadeia uma série de consequências significativas que reverberam em escala global. A perda constante da cobertura florestal contribui para mudanças climáticas, aumentando as emissões de carbono e comprometendo o papel vital da Amazônia na regulação do clima. Além disso, o desmatamento está intrinsecamente ligado ao surgimento de incêndios florestais, exacerbando os impactos ambientais e ameaçando comunidades locais e indígenas que dependem dessas florestas para seu sustento. O desequilíbrio ecológico resultante, afeta a disponibilidade de água, a diversidade genética e a estabilidade dos ecossistemas, representando não apenas uma perda localizada, mas uma preocupação global que exige abordagens urgentes e sustentáveis para mitigação e preservação.

No trabalho elaborado por Dietrich et al. (2020), “Desmatamento da Amazônia, Impactos Ambientais e Desafios para a Espiritualidade Cristã: Responsabilidade Mundial para uma Ecologia Integral” a profundidade dos impactos resultantes do desmatamento na Amazônia é minuciosamente explorada. O estudo aponta para uma relação intrínseca entre a degradação ambiental e fenômenos climáticos extremos, como secas, ondas de calor, furacões intensos e enchentes, destacando sua visibilidade em diversas regiões do mundo. A eliminação de reservas naturais, povos indígenas e espécies animais e vegetais é indicada como uma consequência direta do desmatamento, assim como o aumento significativo nas emissões de gás carbônico, intensificando o efeito estufa. Dietrich et al. (2020) citam dados do Sistema de Estimativa de Gases de Efeito Estufa (SEEG) que revelam um aumento expressivo na emissão de CO₂ relacionada ao desmatamento, ressaltando a urgência de abordagens eficazes para conter essas tendências preocupantes.

Além disso, o artigo contextualiza a problemática do desmatamento na Amazônia ao abordar as palavras de Ilmar Soares, que destaca os danos ambientais resultantes das práticas insustentáveis de empresas na região, visando lucros imediatos sem considerar as consequências a longo prazo. As observações de Bernard Smith sobre a perda significativa das florestas tropicais em diferentes continentes, devido à exploração madeireira e desmatamento, ressoam como um alerta sobre a fragilidade dos ecossistemas frente às atividades humanas. Harald Sioli, por sua vez, aponta os impactos negativos da construção de usinas hidrelétricas, destacando a correlação entre esses projetos e a propagação de doenças, como malária e leishmaniose, além da degradação das florestas. O conjunto dessas perspectivas sublinha a complexidade e a multiplicidade de impactos ambientais associados ao desmatamento na Amazônia, destacando a urgência de estratégias integradas para a conservação desse ecossistema fundamental.

O desafio do desmatamento na Amazônia demanda abordagens inovadoras e eficazes para garantir a preservação desse ecossistema vital. Diante da complexidade dos fatores que impulsionam a perda da cobertura florestal, a busca por soluções requer uma análise aprofundada e um compromisso abrangente. Encontrar maneiras sustentáveis de equilibrar as necessidades humanas com a conservação ambiental é crucial, e a construção de abordagens integradas torna-se essencial para promover um futuro mais resiliente para a Amazônia. As soluções efetivas devem considerar não apenas as dimensões ambientais, mas também os aspectos sociais e econômicos, visando um equilíbrio harmonioso entre o desenvolvimento humano e a preservação dos ecossistemas amazônicos.

Diante desses desafios, em 2003, Grupo Permanente de Trabalho Interministerial (GPTI) foi estabelecido pelo Governo Federal, conforme descrito no Decreto sem número, datado de 3 de julho. A principal responsabilidade deste grupo é formular e coordenar iniciativas destinadas a diminuir os níveis de desmatamento na região amazônica.

Assim, a partir de 2004, com o lançamento do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm, a taxa de desmatamento anual sofreu drástica redução, chegando a 6.418 km² para o período 2010-2011, de acordo com os dados do sistema PRODES, gerando, segundo dados recentes, uma área acumulada de desmatamento de cerca de 18% da floresta da região (cerca de 748 mil km²). Em 2012, a taxa de desmatamento atingiu o menor valor histórico da série de monitoramento do INPE chegando a 4.656 km², de acordo com os dados preliminares do sistema PRODES.

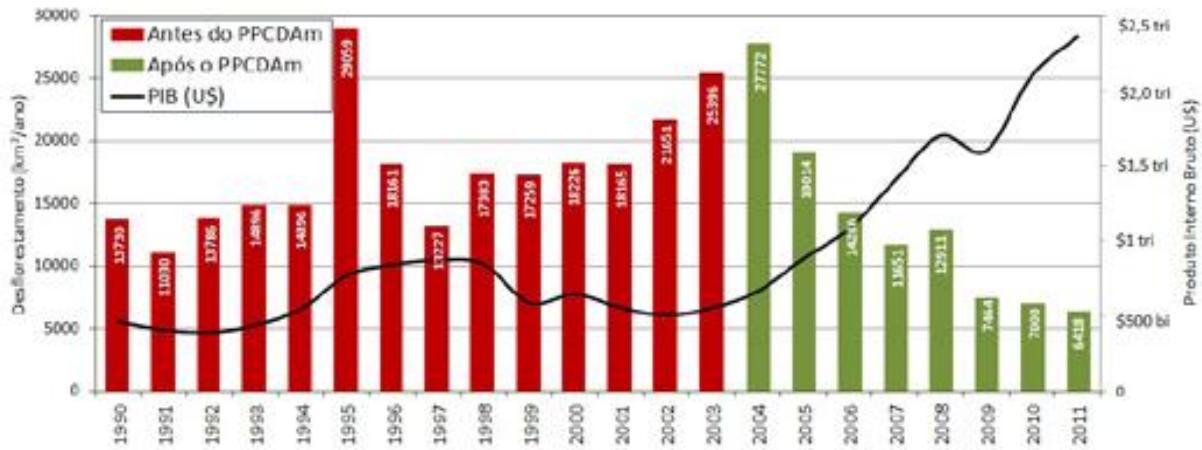


Gráfico 1 -Taxas de desmatamento na Amazônia Legal medidos por meio do PRODES/INPE e a evolução do Produto Interno Bruto brasileiro no mesmo período.

A análise do gráfico revela que a taxa anual de desmatamento da Amazônia em 2011, registrando 6.418 km², atingiu o ponto mais baixo na série histórica, indicando uma redução significativa de 77% em comparação com a taxa anual observada em 2004. Paralelamente, durante esse período, a economia do país experimentou um crescimento extraordinário, com o Produto Interno Bruto (PIB) aumentando mais de 300%.

Embora não haja uma relação direta de causa e efeito evidente, essa correlação sugere a possibilidade de conciliar o desenvolvimento econômico e o crescimento com a conservação da Amazônia. Nesse contexto político-institucional, o governo federal tem fortalecido políticas e instrumentos para reduzir o desmatamento e promover o desenvolvimento sustentável. Essas abordagens fundamentam-se na conservação dos biomas e na utilização sustentável e economicamente viável dos recursos ambientais, com foco na inclusão social e geração de renda. No entanto, o desafio persiste, uma vez que o compromisso do país demanda uma redução ainda mais acentuada do desmatamento na Amazônia, abaixo dos níveis registrados pelo INPE em 2011.

O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) apresentou uma série de ações e resultados abrangentes em suas diversas áreas de atuação. No âmbito da preservação ambiental, foram criados mais de 50 milhões de hectares em Unidades de Conservação federais e estaduais, principalmente nas regiões sob pressão do desmatamento. Além disso, mais de 10 milhões de hectares em Terras Indígenas foram homologados, mais de 60.000 títulos de imóveis rurais foram inibidos, e houve demarcação e sinalização do perímetro de Unidades de Conservação na área de influência da BR-319.

No que diz respeito ao monitoramento e controle, destaca-se a criação do sistema DETER para detecção quase em tempo real do desmatamento, o aprimoramento do PRODES e a realização de operações de fiscalização em parceria com diversas forças de segurança. Foram aplicadas multas totalizando R\$ 7,2 bilhões, apreendidos 864 mil m³ de madeira, e cerca de 600 mil hectares foram embargados. Adicionalmente, mais de 600 pessoas envolvidas em crimes ambientais foram presas, evidenciando o combate à corrupção e a criação de instâncias de investigação, como a Comissão Interministerial de Combate a Crimes e Infrações Ambientais (CICCIA).

Em conclusão, a eficácia na redução das taxas de desmatamento na Amazônia Legal depende da colaboração contínua e efetiva entre os governos federal e estaduais. A trajetória do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento (PPCDAm) destaca a importância crescente da atuação estadual, evidenciada desde a segunda fase do programa. Com a elaboração e revisão dos Planos Estaduais de Prevenção e Controle do Desmatamento (PPCDs), os estados têm se posicionado como agentes cruciais na implementação de ações estratégicas.

O diálogo aprimorado entre as esferas federal e estadual, marcado por oficinas de integração e seminários técnicos, promove uma compreensão abrangente dos desafios e das oportunidades. Os PPCDs, alinhados aos eixos principais do PPCDAm, desempenham um papel essencial ao ampliar as ações federais e incorporar particularidades locais, especialmente diante da crescente relevância dos pequenos polígonos no cenário de desmatamento.

A sinergia entre os PPCDs, embora com variações na execução, reflete uma abordagem coesa e integrada, visando fomento, ordenamento e monitoramento. A proximidade dos governos estaduais com os problemas locais e sua articulação eficaz com os municípios reforçam a importância dessa atuação descentralizada.

A implementação bem-sucedida das ações propostas exige uma abordagem conjunta de União, Estado e Município, conforme delineado no novo modelo de governança do PPCDAm. A participação ativa dos estados, ao impulsionar seus planos e fortalecer institucionalmente suas Secretarias de Meio Ambiente, é fundamental para alcançar as metas de redução do desmatamento na região. Em última análise, a colaboração contínua entre todas as esferas governamentais é essencial para preservar a Amazônia e promover um desenvolvimento sustentável para as gerações futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desmatamento na Amazônia continua sendo um dos maiores desafios ambientais do século XXI, impulsionado principalmente pela expansão agrícola, pecuária, extração ilegal de madeira e mineração. Essas atividades são frequentemente motivadas por fatores econômicos e pela falta de políticas públicas eficazes que promovam o uso sustentável da floresta. As consequências desse desmatamento são graves e abrangem desde a perda de biodiversidade até o agravamento das mudanças climáticas, já que a Amazônia desempenha um papel crucial na regulação do clima global, sendo um dos maiores sumidouros de carbono do planeta.

Recentemente, a COP29 destacou a urgência de ações mais concretas para frear o desmatamento, colocando em evidência a necessidade de políticas internacionais coordenadas. A conferência enfatizou a importância de financiar iniciativas de conservação e restaurar áreas degradadas, além de incentivar a economia sustentável que valorize a floresta em pé. O G20, por sua vez, reiterou o compromisso de fortalecer o financiamento climático para países em desenvolvimento, reconhecendo que a proteção da Amazônia não é apenas uma responsabilidade local, mas global, dada sua importância para o equilíbrio climático. Como soluções, é essencial intensificar a fiscalização contra atividades ilegais, promover práticas agropecuárias sustentáveis e aumentar os incentivos para a preservação. A adoção de tecnologias de monitoramento e a valorização das comunidades indígenas, que desempenham um papel crucial na conservação, são caminhos necessários. O compromisso das potências mundiais, reforçado na COP29 e nas reuniões do G20, demonstra que a comunidade internacional está mais atenta à importância de proteger a Amazônia. No entanto, é preciso transformar essas promessas em ações concretas, garantindo recursos e apoio técnico para que o Brasil e outros países amazônicos possam implementar um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, preservando a floresta para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, A., Asner, G. P., & Knapp, D. E. (2020). Land use, deforestation, and forest fragmentation in the Amazon. *Environmental Research Letters*, 15(11), 115008. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abbc92>

Aragão, L. E. O. C., & Shimabukuro, Y. E. (2016). The incidence of fire in Amazonian forests with implications for REDD policy. *Global Change Biology*, 22(5), 1741-1752. <https://doi.org/10.1111/gcb.13153>

Barlow, J., & Peres, C. A. (2016). Fire-mediated dieback and compositional cascade in Amazonian forests. *Science Advances*, 2(11), e1600936. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600936>

Barona, E., Ramankutty, N., Hyman, G., & Coomes, O. T. (2016). The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 11(9), 094020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/094020>

Brando, P. M., & Coe, M. T. (2017). Deforestation and its impact on the Amazon's carbon cycle. *Environmental Research Letters*, 12(2), 024014. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa690b>

Bustamante, M. M. C., Nobre, A. D., & Sampaio, G. (2019). Changes in climate and land use in Amazonia. *Science Advances*, 5(12), eaav1758. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav1758>

Butler, R. A., & Laurance, W. F. (2018). New strategies for conserving tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 33(4), 299-301. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.01.005>

Carvalho dos Santos, J., José Braga, M., & Kingo Oyama Homma, A. (2008, julho). *Determinantes de desmatamento em pólos de produção agropecuária no estado do Acre, Amazônia Brasileira*. Trabalho apresentado no XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco, AC. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.

Dietrich, L. J., & Almeida, N. M. (2020). Desmatamento da Amazônia, impactos ambientais e desafios para a espiritualidade cristã: responsabilidade mundial para uma ecologia integral. *Franciscanum*, 173(62), 1-29.

Fearnside, P. M. (2018). Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences. *Conservation Biology*, 32(5), 1386-1397.

<https://doi.org/10.1111/cobi.13122>

Ferrante, L., & Fearnside, P. M. (2020). Amazonian forest fires: A global challenge. *Environmental Conservation*, 47(4), 267-269.

<https://doi.org/10.1017/S0376892920000373>

Gatti, L. V., Basso, L. S., Miller, J. B., & Gloor, E. (2021). Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*, 595(7868), 388-393.

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>

Gibbs, H. K., Rausch, L., Munger, J., & Schelly, I. (2019). Commodity-driven deforestation and the post-2020 agenda. *Global Environmental Change*, 56, 28-39.

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.02.001>

Laurance, W. F., & Williamson, G. B. (2020). Amazonian deforestation and fragmentation: Implications for wildlife conservation. *Biodiversity and Conservation*, 29(10), 2483-2496. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01962-5>

Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2019). Amazon tipping point: Last chance for action. *Science Advances*, 5(12), eaax7449. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax7449>

Malhi, Y., Roberts, J. T., Betts, R. A., & Nobre, C. A. (2019). Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Annual Review of Environment and Resources*, 44(1), 509-534. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033239>

Matricardi, E. A. T., & Pedlowski, M. A. (2017). Remote sensing of deforestation in Brazilian Amazonia. *Remote Sensing of Environment*, 231, 111246.

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111246>

Ministério da Ciência, Tecnologia e Educação. (2022, 1 de dezembro). *Bases de dados das Coleções Biológicas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Recuperado de <https://www.gov.br/inpe/pt-br>

Ministério do Meio Ambiente. (2013). *Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 3ª fase (2012-2015) pelo uso sustentável e conservação da floresta*. Recuperado de <file:///C:/Users/reina/Downloads/PPCDAM-3aFase.pdf>

Miranda, E. E. de, Martinho, P. R., & Carvalho, C. A. de. (2020). Nota técnica sobre queimadas, desmatamentos e imóveis rurais no bioma Amazônia em 2019. Recuperado de <https://www.embrapa.br>

Morton, D. C., & Defries, R. S. (2018). Tackling the drivers of deforestation in the Amazon. *Environmental Research Letters*, 13(3), 030201. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaafb>

Moutinho, P., & Nepstad, D. (2018). The Amazon and global climate change: Carbon emissions from deforestation and forest degradation. *Climatic Change*, 147(1), 5-12. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2129-5>

Nepstad, D. C., Schwartzman, S., & Moutinho, P. (2019). Interactions among agricultural expansion, deforestation, and climate change in the Amazon. *Nature Sustainability*, 2(8), 659-667. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0350-1>

Nobre, A. D., & Sampaio, G. (2020). Climate impacts of Amazon deforestation: A review of evidence and research directions. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 516. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00516>

Oliveira, P. J. C., Anderson, L. O., & Landau, E. C. (2020). Deforestation in Brazilian Amazonia: A review of contemporary issues. *Global Environmental Change*, 65, 102183. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102183>

Ray, D., Nepstad, D., & Moutinho, P. (2019). Micrometeorological influences on carbon exchange and evapotranspiration in Amazonia. *Ecological Applications*, 29(2), e01861. <https://doi.org/10.1002/eap.1861>

Richards, P. D., Walker, R. T., & Arima, E. (2021). Deforestation dynamics in the Amazon. *Environmental Research Communications*, 3(4), 045002. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/abf5cc>

Silva, J. M. C., Rylands, A. B., & Fonseca, G. A. B. (2017). The fate of the Amazonian areas protected in the conservation strategy. *BioScience*, 67(6), 506-512. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix060>

Soares-Filho, B. S., Rajão, R., Macedo, M., & Carneiro, A. (2018). Cracking Brazil's forest code. *Science*, 344(6182), 363-364. <https://doi.org/10.1126/science.1246663>

Tollefson, J. (2019). Brazil's deforestation is rising—but there are signs of hope. *Nature News*, 574(7776), 159-160. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02998-8>