

Colombo, PR / Julho, 2026

Risco de redução da área de distribuição para espécies florestais sob mudanças climáticas: uma abordagem por indicadores ambientais

Elenice Fritzsons⁽¹⁾, Marcos Silveira Wrege⁽¹⁾, Samuel Freitas de Souza⁽²⁾, Maria Teresa Gomes Lopes⁽³⁾, Valderês Aparecida de Sousa⁽¹⁾, Ananda Virginia de Aguiar⁽¹⁾



⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Florestas, Colombo, PR. ⁽²⁾ Doutorando, Laboratório de genética e melhoramento vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. ⁽³⁾ Professora, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

Introdução

As mudanças climáticas têm intensificado a necessidade de desenvolver ferramentas eficazes para avaliar, monitorar e orientar a gestão dos recursos naturais. Nesse contexto, o uso de índices e indicadores constitui uma estratégia importante, pois permite identificar tendências, mudanças e impactos, além de subsidiar a tomada de decisão e a formulação de políticas públicas.

Indicadores ambientais, como exemplo o de biomassa florestal, quando monitorados continuamente, possibilitam detectar alterações significativas nos ecossistemas, contribuindo para o manejo sustentável e a conservação da biodiversidade (Baccini et al., 2017). De modo semelhante, indicadores socioambientais analisados em séries temporais ajudam a compreender a dinâmica dos sistemas sociais e ecológicos, permitindo ajustes frente às variações espaciais e temporais (Janssen et al., 2007). No contexto das mudanças climáticas, o acompanhamento de variáveis climáticas ao longo do tempo é fundamental para avaliar impactos sobre ecossistemas naturais e agrícolas, fornecendo subsídios para estratégias de adaptação e mitigação (Pörtner et al., 2022). Da mesma forma, a análise temporal de indicadores de biodiversidade é essencial

para detectar declínios populacionais e orientar ações de conservação (Pereira et al., 2013), enquanto indicadores socioeconômicos permitem avaliar mudanças no bem-estar das populações e na efetividade das políticas públicas (Stiglitz et al., 2010).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), indicadores ambientais são variáveis selecionadas para fornecer informações sobre o estado e as tendências do meio ambiente, além de subsidiar a tomada de decisão em diferentes níveis. Os índices, por sua vez, são medidas agregadas que sintetizam múltiplos indicadores em uma única unidade de análise, facilitando a comunicação dos resultados e a comparação entre regiões ou períodos. Nesse sentido, os índices apresentam maior complexidade que os indicadores, por resultarem da agregação de diferentes informações em uma medida sintética (Siche et al., 2007).

Em um contexto de mudanças climáticas, ocorrem transformações no uso e na cobertura da terra e crescente necessidade de monitoramento e proteção das espécies florestais. Este trabalho propõe um arcabouço metodológico baseado em índices e indicadores para avaliar o Risco de Redução de Área (RRA) de espécies florestais. Essa abordagem

pretende apoiar a gestão ambiental e subsidiar estratégias de conservação e adaptação diante das pressões ecológicas e climáticas.

O método apresentado neste trabalho foi desenvolvido especificamente para quatro espécies de palmeiras da Amazônia Legal e está detalhado em Fritzsons et al. (2025), estudo de referência que complementa este Comunicado e pode ser consultado para informações mais aprofundadas.

Na região amazônica, além do desmatamento associado às mudanças no uso da terra, cujos efeitos são frequentemente irreversíveis, a extração ilegal de espécies de interesse comercial representa uma importante ameaça à biodiversidade. Esse tipo de extrativismo compromete a diversidade genética das espécies florestais e reforça a necessidade de ações sistemáticas de vigilância e conservação. Nesse contexto, o RRA foi desenvolvido como ferramenta para apoiar o monitoramento e a proteção dessas espécies frente às pressões ambientais e antrópicas.

O Risco de Redução de Área (RRA) expressa o grau de ameaça a que uma espécie pode estar submetida em decorrência de alterações em seu nicho ecológico, entendido como a área favorável ao seu desenvolvimento, considerando cenários atuais e futuros. Para obter o nicho ecológico das espécies, é necessário estudar onde elas se encontram naturalmente, especialmente em relação às limitações edafoclimáticas (solos, temperaturas máximas e mínimas, etc.). Nas projeções futuras, o índice avalia a extensão desse nicho em função das mudanças climáticas, que podem ampliar ou restringir as condições ambientais adequadas à ocorrência da espécie. Na avaliação das condições atuais, o RRA incorpora fatores como o uso e a cobertura da terra na área de distribuição natural, o interesse em sua propagação, seja para cultivo ou manejo, e sua vulnerabilidade biológica. O índice foi concebido para uso comparativo, tanto entre diferentes espécies em uma mesma região quanto no monitoramento da dinâmica e da resiliência de uma mesma espécie ao longo do tempo, em uma área previamente delimitada.

Este índice pode subsidiar a atuação de órgãos públicos no monitoramento, na conservação e na definição de estratégias de gestão de espécies.

Elaboração dos índices e indicadores

O desenvolvimento dos índices e indicadores apresentados neste trabalho baseou-se na adaptação de conceitos do Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas

(AdaptaBrasil), criado por meio de uma cooperação entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), com apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) (Brasil, 2022). A estrutura de governança do AdaptaBrasil MCTI – iniciativa voltada à contribuição científica para medidas de adaptação – foi formalmente instituída pela Portaria nº 3.896, de 16 de outubro de 2020.

Risco de redução de área para espécies florestais – base teórica

O risco de impacto climático adotado pelo AdaptaBrasil é definido a partir da interação entre três dimensões fundamentais: a) ameaça climática, b) vulnerabilidade e c) exposição. Essas dimensões compõem um arcabouço metodológico (*framework*) fundamentado em conceitos propostos por Gallopín (2006) e pelo IPCC (Field et al., 2014a, 2014b).

Neste estudo, o conceito de risco de impacto climático foi adaptado para avaliar o RRA para espécies florestais. Para isso, além das três dimensões anteriormente mencionadas, foi incorporado um quarto componente, denominado “indicador de demanda”. Desse modo, o RRA é composto por quatro componentes de risco:

- Ameaça climática (IAC);
- Exposição (IE);
- Vulnerabilidade (IV);
- Demanda (ID).

Esses componentes integram a seguinte equação:

$$RRA = IAC \times IE \times IV \times ID$$

Cada um dos índices (ou indicadores) é constituído por pesos que são atribuídos em função de categorias de gradação de risco (alto, médio e baixo) e são multiplicados entre si para gerar o RRA. Diferentemente de índices convencionais, valores menores de RRA indicam maior risco.

Detalhamento dos indicadores e índices utilizados

Ameaça climática (IAC)

O Indicador de Ameaça Climática (IAC) expressa o potencial efeito das mudanças climáticas sobre

uma espécie em determinada área, indicando se as condições futuras tendem a favorecê-la ou desfavorecê-la. Sua elaboração baseia-se em duas variáveis quantificadas por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG): a) a área atualmente favorável à ocorrência da espécie, denominada nicho atual (NA), em km² e b) a área potencialmente favorável em cenários climáticos futuros, denominada nicho futuro (NF), também em km². As projeções do nicho futuro baseiam-se no Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Pörtner et al., 2022), considerando os horizontes de 2030 e 2070.

$$IAC = NF/NA$$

Dessa forma, quando o valor do IAC for igual a 1, não ocorre alteração na extensão do nicho ecológico, isto é, a área favorável à espécie permanece constante entre o cenário atual e futuro. Valores superiores a 1 indicam expansão da área favorável nos cenários projetados, enquanto valores inferiores a 1 apontam retração dessa área. Assim, quanto menor o valor do IAC, maior a redução da área ambientalmente favorável ao desenvolvimento da espécie e, consequentemente, maior o risco à sua sobrevivência frente às mudanças climáticas.

Exposição (IE)

O Índice de Exposição (IE) expressa o grau de pressão antrópica incidente sobre o entorno das áreas de ocorrência das espécies. Para sua composição, considera-se a proximidade a ambientes antropizados, como estradas, áreas urbanizadas, zonas agrícolas, regiões de mineração e empreendimentos hidrelétricos. A intensificação da presença humana nessas áreas constitui uma ameaça à integridade dos ecossistemas. Em contrapartida, territórios protegidos, como terras indígenas e Unidades de Conservação, tendem a apresentar menor pressão antrópica, o que os torna relativamente mais favoráveis à manutenção das espécies.

Para a composição do IE, são necessários dados espaciais sobre a infraestrutura viária e o uso e cobertura da terra. As informações sobre a malha viária podem ser obtidas no vGeo, visualizador de Informações Geográficas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Os dados de uso e cobertura da terra, por sua vez, estão disponíveis para todo o território brasileiro no Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas) (Souza Junior et al., 2020).

Após a obtenção das tipologias de uso e cobertura da terra, estas são quantificadas e agrupadas em classes de impacto. Em seguida, atribuem-se pesos às diferentes categorias de acordo com o grau de exposição, de modo que valores menores correspondem a maior exposição da espécie à pressão antrópica. As áreas mais protegidas recebem peso 1, enquanto as mais expostas recebem peso 0,10. A Tabela 1 apresenta os pesos e categorias adotados no estudo de referência.

Tabela 1. Tipologias de uso e cobertura da terra e respectivos pesos atribuídos, conforme o grau de exposição.

Tipologias de uso da terra	Porcentagem de ocupação das tipologias na área de distribuição atual da espécie				
	De 0 a 20%	De 20 a 40%	De 40 a 60%	De 60 a 80%	De 80 a 100%
Áreas florestadas e naturais	0,10	0,25	0,5	0,75	1
Reflorestamentos e cultivos perenes	0,80	0,60	0,40	0,20	0,10
Áreas urbanizadas e estradas	1	0,75	0,5	0,25	0,10
Áreas de agricultura e pastagens	1	0,75	0,5	0,25	0,10
Áreas de mineração	1	0,75	0,5	0,25	0,10

Fonte: Fritzsons et al. (2025)

Vulnerabilidade (IV)

A vulnerabilidade está associada aos atributos biológicos e ecológicos das espécies que condicionam sua capacidade de resistir ou adaptar-se a impactos ambientais. Entre esses atributos incluem-se os padrões de distribuição populacional, o grau de endemismo, a idade de florescimento, o hábito sucessional, o modo de reprodução e a biologia reprodutiva, especialmente os sistemas de dispersão de pólen e sementes. Espécies com germinação dependente de condições ecológicas específicas, assim como aquelas que dependem de polinizadores ou dispersores especializados, tendem a apresentar maior vulnerabilidade em contextos de desmatamento, pois a perda desses agentes compromete diretamente sua reprodução e sobrevivência.

As características biológicas e ecológicas utilizadas na composição do IV podem ser obtidas junto ao Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal>. A seleção dessas características e a atribuição

de pesos são realizadas por especialistas, que classificam a vulnerabilidade das espécies em três níveis: baixa, média ou alta. Os valores atribuídos seguem uma lógica inversa, de modo que, quanto menor o peso, maior a vulnerabilidade da espécie, assim como os demais índices. A Tabela 2 apresenta os pesos e categorias adotados no estudo de referência.

Tabela 2. Pesos atribuídos ao índice de vulnerabilidade para espécies de palmeiras.

Característica avaliada	Alta (0,25)	Média (0,5)	Baixa (1,0)
Resistência ao fogo	0,25	0,5	1,0
Facilidade de perfilhamento	0,25	0,5	1,0
Dispersão por sementes e perfilho	0,25	0,5	1,0
Capacidade de adaptação a ambientes degradados	0,25	0,5	1,0

Fonte: Fritzsons et al. (2025).

Demanda (ID)

O Indicador de Demanda (ID) foi incluído na composição do RRA para contemplar diferenças no interesse econômico e ecológico associado às espécies, especialmente no caso dos frutos de palmeiras. Esse indicador parte do princípio de que uma maior demanda tende a estar associada a um maior interesse na conservação da espécie nos sistemas naturais ou em sua propagação nos sistemas produtivos. Para expressar essa variação, foram atribuídos pesos às faixas de demanda alta (1,0), média (0,5) e baixa (0,25). Dessa forma, espécies com maior valor de mercado ou relevância socioeconômica recebem peso 1,0; espécies de interesse intermediário, peso 0,5; e aquelas de menor interesse, peso 0,25. Sua definição requer informações sobre a procura pela espécie, a existência de comercialização e o interesse potencial em seu consumo ou comercialização. A atribuição dos pesos, entretanto, deve ser feita de forma relativa entre as espécies consideradas na análise.

Índice de risco de redução da área (RRA)

O Risco de Redução de Área (RRA) é obtido pela multiplicação dos quatro componentes previamente apresentados: Ameaça Climática (IAC), Exposição (IE), Vulnerabilidade (IV) e Demanda (ID). Essa abordagem integrada permite avaliar, de forma comparativa, o grau de ameaça a diferentes espécies florestais em determinada área. A Tabela 3 apresenta um

exemplo de aplicação do RRA para quatro espécies de palmeiras da Amazônia Legal, com base nos valores atribuídos a cada componente.

Tabela 3. Resultado do Risco de Redução de Área para as quatro espécies de palmeiras.

Espécies	IAC	IE	IV	ID	RRA
<i>Euterpe precatoria</i>	0,82	0,6	0,5	0,25	0,0615
<i>Euterpe oleracea</i>	0,81	0,6	1,0	1,0	0,4860
<i>Astrocaryum acaule</i>	0,68	0,6	0,125	0,25	0,0128
<i>Astrocaryum aculeatum</i>	0,01	0,6	0,125	0,25	0,0002

IAC: Indicador de Ameaça Climática; IE: Índice de Exposição; IV: Índice de Vulnerabilidade; ID: Indicador de Demanda; RRA: Risco de Redução de Área.

Fonte: Fritzsons et al. (2025).

Quanto menor o valor do RRA, maior o risco de retração da área ambientalmente favorável à ocorrência da espécie avaliada. Entre as espécies analisadas neste estudo, *Astrocaryum aculeatum* apresenta o maior risco de redução de área, enquanto *Euterpe oleracea* apresenta o menor. *Astrocaryum acaule* e *Euterpe precatoria* ocupam posição intermediária nesse gradiente de risco. Esses resultados evidenciam o potencial do RRA como instrumento de apoio à formulação de políticas públicas voltadas à proteção e ao manejo sustentável das palmeiras da Amazônia Legal, especialmente daquelas mais vulneráveis às mudanças climáticas e às pressões antrópicas.

Considerações importantes para aplicação do método

A aplicação do método de avaliação do RRA requer atenção aos aspectos temporais, espaciais e conceituais dos indicadores que o compõem.

1. Temporalidade dos indicadores

- O Indicador de Ameaça Climática (IAC) baseia-se em projeções para cenários futuros, considerando as décadas de 2030 e 2070. Caso novos modelos climáticos sejam disponibilizados ou outras ameaças relevantes sejam identificadas, recomenda-se a reavaliação desse indicador.
- O Índice de Exposição (IE) e o Indicador de Demanda (ID) refletem o contexto atual, mas podem variar ao longo do tempo em decorrência de mudanças no uso e na cobertura

da terra, bem como na demanda por produtos florestais, como frutos e madeira.

- c) O Índice de Vulnerabilidade (IV) constitui o único componente estático do método, por expressar características intrínsecas das espécies, como biologia reprodutiva, resistência ao fogo e capacidade de regeneração.

2. Interpretação do Indicador de Demanda

- a) Para espécies cujo principal interesse de uso está nos frutos, uma maior demanda, ao longo do tempo, pode favorecer ações de conservação ou cultivo, contribuindo para a redução do risco.
- b) Para espécies de interesse madeireiro, o raciocínio se inverte: maior demanda, sem manejo adequado, pode intensificar o extrativismo predatório e elevar o risco para a espécie, situação ainda presente em diversas regiões da Amazônia Legal para espécies madeireiras de alto valor.

3. Uso comparativo e monitoramento

- a) Em comparações entre espécies, o índice de vulnerabilidade (IV) é essencial para a diferenciação dos níveis de risco.
- b) Em monitoramentos temporais de uma mesma espécie, o IV pode ser excluído, uma vez que não se altera ao longo do tempo.

4. Classificação por agrupamento

- a) Quando o número de espécies avaliadas for elevado, por exemplo, superior a 20, os valores de RRA podem ser agrupados em classes de risco, como alto, médio e baixo.
- b) Essa classificação pode ser realizada por meio de análise de agrupamento (cluster), permitindo que cada grupo receba estratégias específicas de mitigação, adaptação, conservação e formulação de políticas públicas.

5. Escalabilidade e adaptação local

- a) O método pode ser aplicado em diferentes escalas, como regional, estadual, municipal ou por bacias hidrográficas de distintas ordens.
- b) Uma de suas principais vantagens é a flexibilidade e a capacidade de adaptação, permitindo a incorporação de novos indicadores conforme as especificidades locais e as demandas dos especialistas.

6. Abordagem multidisciplinar

- a) A aplicação eficaz do método requer uma equipe multidisciplinar, composta por especialistas em geotecnologia, agrometeorologia, agronomia, biologia, engenharia florestal e engenharia agrônoma, entre outras áreas.
- b) Além disso, podem ser incorporados indicadores econômicos, com a participação de profissionais da área de economia, de modo a enriquecer a análise.

7. Uso de tecnologias avançadas

- a) Em aplicações em larga escala e com grandes volumes de dados, recomenda-se o emprego de modelagem computacional e inteligência artificial, de modo a automatizar cálculos, análises espaciais e projeções.

Esta publicação apresenta aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente aos ODS 8, 12, 13, 15 e 17, por apresentar abordagens voltadas à preservação ambiental e à sustentabilidade, incluindo a proteção dos ecossistemas terrestres e da biodiversidade, o enfrentamento das mudanças climáticas e a promoção de práticas de produção e consumo responsáveis.

Referências

- BACCINI, A.; WALKER, W.; CARVALHO, L.; FARINA, M.; SULLA-MENASHE, D.; HOUGHTON, R. A. Tropical forests are a net carbon source based on aboveground measurements of gain and loss. **Science**, v. 358, n. 6360, p. 230-234, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aam5962>.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **AdaptaBrasil MCTI**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/paginas/adaptabrasil-mcti>. Acesso em: 30 jun. 2026.
- FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (ed.). **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014a. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>. Acesso em: 8 jul. 2026.

FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (ed.). **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2014b.

Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.

Acesso em: 8 jul. 2026.

FRITZSON, E.; WREGE, M. S.; RAMOS, S. L. F.; MENESES, C. H. S. G.; TOMAZ, J. S.; BEZERRA, C. de S.; SOUZA, S. F. de; LOPES, M. T. G.; SOUSA, V. A. de; AGUIAR, A. V. de; LOPES, R. The use of indices and indicators for the conservation of palms in the Amazon, considering global climate change. **Nativa**, v. 13, n. 3, p. 469-477, 2025.

DOI: <https://doi.org/10.31413/nat.v13i3.19422>.

GALLOPÍN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 293-303, 2006.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>.

JANSSEN, M. A.; ANDERIES, J. M.; OSTROM, E. Robustness of social-ecological systems to spatial and temporal variability. **Society & Natural Resources**, v. 20, p. 307-322, 2007.

DOI: <https://doi.org/10.1080/08941920601161320>.

PEREIRA, H. M.; FERRIER, S.; WALTERS, M.; GELLER, G. N.; JONGMAN, R. H. G.; SCHOLLES, R. J.; BRUFORD, M. W.; BRUMMITT, N.; BUTCHART, S. H. M.; CARDOSO, A. C.; COOPS, N. C.; DULLOO, E.; FAITH, D. P.; FREYHOF, J.; GREGORY, R. D.; HEIP, C.; HÖFT, R.; HURTT, G.; JETZ, W.; KARP, D. S.; MCGEOCH, M. A.; OBURO, D.; ONODA, Y.; PETTORELLI, N.; REYERS, B.; SAYRE, R.; SCHARLEMANN, J. P. W.; STUART, S. N.; TURAK, E.; WALPOLE, M.; WEGMANN, M. Essential biodiversity variables. **Science**, v. 339, n. 6117, p. 277-278, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1229931>.

PÖRTNER, H. -O.; ROBERTS, D. C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E. S.; MINTENBEECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. (ed.). **IPCC: 2022: climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.

Acesso em: 24 set. 2025.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SOUZA JÚNIOR, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFT, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W. de; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIEIRA, J. L.; FERREIRA NETO, L. C.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T.

Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian Biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 2735, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.

STIGLITZ, J. E.; SEN, A.; FITOUSSI, J.-P. **Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.** Paris: Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 2010.

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba
Caixa Postal 319
83411-000 Colombo, PR
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Cristiane Aparecida Fioravante Reis*Vice-presidente: *Marina Moura Morales*Secretária-executiva: *Elisabete Marques Oaida*

Membros: *Annete Bonnet, Douglas Lau, Elene Yamazaki Lau, Guilherme Schnell e Schühli, José Elidney Pinto Júnior, Luís Cláudio Maranhão Froufe, Paulo Marcelo Veras de Paiva e Sandra Bos Mikich.*

Comunicado Técnico 526

ISSN 1517-5030 / e-ISSN 1980-3982
Julho, 2026

Edição executiva: *Cristiane Aparecida Fioravante Reis*

Revisão de texto: Paula Geron Saiz

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
(CRB-9/1204)Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*Diagramação: *Celso Alexandre de Oliveira Eduardo*
Elisabete Marques Oaida

Publicação digital: PDF



**Ministério da
Agricultura e Pecuária**

Todos os direitos reservados à Embrapa.