

CONFORMIDADE AMBIENTAL E CRÉDITO RURAL: COMPLIANCE PREVENTIVO E MITIGAÇÃO DE RISCOS REGULATÓRIOS

ENVIRONMENTAL COMPLIANCE AND RURAL CREDIT: PREVENTIVE COMPLIANCE AND REGULATORY RISK MITIGATION

CONFORMIDAD AMBIENTAL Y CRÉDITO RURAL: COMPLIANCE PREVENTIVO Y MITIGACIÓN DE RIESGOS REGULATORIOS

Heloísa Ferri¹, João Porto Silvério Junior²

DOI: 10.54899/dcs.v23i92.6361

Recibido: 22/06/2026 | Aceptado: 20/07/2026 | Publicación en línea: 28/07/2026.

RESUMO

O presente artigo investiga em que medida os sistemas de monitoramento ambiental remoto utilizados como subsídio para decisões de concessão de crédito rural podem produzir efeitos materialmente sancionatórios sem observância plena das garantias constitucionais do contraditório, da ampla defesa e do devido processo legal. O problema de pesquisa decorre da utilização regulatória de dados de sensoriamento remoto que não realizam a qualificação jurídica das intervenções detectadas, de modo que produtores rurais em conformidade com o Código Florestal podem ser submetidos a restrições creditícias antes da verificação da regularidade da supressão vegetal. A consequência da utilização de inferências algorítmicas para fins de avaliação de risco ambiental e de acesso ao crédito rural pode ser a formação de um modelo de responsabilização indireta, apto a produzir consequências jurídicas relevantes antes da efetiva comprovação de irregularidade ambiental. O objetivo geral é analisar a relação entre automação regulatória, conformidade ambiental e acesso ao crédito rural no Brasil, caracterizando o fenômeno da criminalização algorítmica. São objetivos específicos: examinar a cadeia normativa que condiciona o crédito rural à conformidade ambiental; investigar as limitações técnicas e jurídicas dos sistemas de sensoriamento remoto na qualificação da legalidade das intervenções; caracterizar a criminalização algorítmica como categoria analítica e seus efeitos materialmente sancionatórios; e sistematizar uma estrutura de compliance ambiental preventivo como possível resposta ao problema diagnosticado. Adotou-se metodologia qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, mediante análise da cadeia normativa formada pelas Resoluções CMN nº 5.081/2023, 5.158/2024, 5.193/2024, 5.268/2025 e 5.303/2026 e da literatura sobre governança algorítmica, opacidade decisória e compliance ambiental, tendo como referencial empírico a crise operacional decorrente da implementação da Resolução CMN nº 5.268/2025, posteriormente revista pela Resolução CMN nº 5.303/2026. Declara-se, para fins de transparência científica, o emprego de ferramenta de inteligência artificial generativa em etapas auxiliares de revisão linguística e de organização textual, tendo permanecido sob responsabilidade exclusiva

¹ Mestranda em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento, Universidade de Rio Verde (UNIRV), Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: heloisaferrivadvocacia@gmail.com

² Doutor em Direito Processual, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: portosilverio@uol.com.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0633-9318>

dos autores a concepção da pesquisa, a análise jurídica, a seleção das fontes e as conclusões apresentadas. As hipóteses indicam que o compliance ambiental pode atuar como mecanismo de mitigação de falsos positivos, de fortalecimento da segurança jurídica e de proteção do produtor rural regularizado diante da utilização crescente de processos decisórios automatizados na regulação ambiental e creditícia, reduzindo, ainda, o risco de que a pressão gerada por bloqueios indevidos induza condutas irregulares na regularização ambiental.

Palavras-chave: Crédito Rural. Monitoramento Ambiental Automatizado. Compliance Ambiental. Criminalização Algorítmica. Resoluções CMN.

ABSTRACT

This article examines the extent to which remote environmental monitoring systems used to support rural credit decisions may produce materially punitive effects without full observance of the constitutional guarantees of adversarial proceedings, the right to a full defense, and due process of law. The research problem arises from the regulatory use of remote sensing data that does not provide a legal assessment of the detected interventions, so that rural producers complying with the Brazilian Forest Code may face credit restrictions before the legality of vegetation suppression has been verified. The consequence of using algorithmic inferences for environmental risk assessment and rural credit eligibility may be the formation of a model of indirect liability capable of producing significant legal consequences before the effective confirmation of environmental violations. The general objective is to analyze the relationship between regulatory automation, environmental compliance, and access to rural credit in Brazil, characterizing the phenomenon of algorithmic criminalization. The specific objectives are: to examine the regulatory chain that conditions rural credit on environmental compliance; to investigate the technical and legal limitations of remote sensing systems in qualifying the legality of the detected interventions; to characterize algorithmic criminalization as an analytical category and its materially punitive effects; and to systematize a preventive environmental compliance framework as a possible response to the diagnosed problem. The study adopts a qualitative methodology based on bibliographic and documentary research, analyzing the regulatory framework established by CMN Resolutions No. 5,081/2023, 5,158/2024, 5,193/2024, 5,268/2025, and 5,303/2026, together with the literature on algorithmic governance, decision-making opacity, and environmental compliance, with the operational crisis resulting from CMN Resolution No. 5,268/2025, later revised by CMN Resolution No. 5,303/2026, as its empirical reference. For the sake of scientific transparency, the authors declare the use of a generative artificial intelligence tool in auxiliary stages of language revision and textual organization; the research design, the legal analysis, the selection of sources, and the conclusions remain their exclusive responsibility. The hypotheses indicate that environmental compliance may mitigate false positives, strengthen legal certainty, and protect compliant rural producers amid the growing use of automated decision-making processes in environmental and credit regulation, while also reducing the risk that undue credit restrictions may induce irregular conduct during environmental regularization processes.

Keywords: Rural Credit. Automated Environmental Monitoring. Environmental Compliance. Algorithmic Criminalization. CMN Resolutions.

RESUMEN

El presente artículo investiga en qué medida los sistemas de monitoreo ambiental remoto utilizados para las decisiones de concesión de crédito rural pueden producir efectos materialmente sancionadores sin la observancia de las garantías del contradictorio, del derecho de defensa y del debido proceso legal. El problema de investigación surge del uso regulatorio de datos de teledetección que no realizan la calificación jurídica de las intervenciones detectadas, de modo que los productores rurales que cumplen con el Código Forestal Brasileño pueden quedar sujetos a restricciones crediticias antes de verificarse la legalidad de la supresión de la vegetación. La consecuencia del uso de inferencias algorítmicas para la evaluación del riesgo ambiental y el acceso al crédito rural puede ser la formación de un modelo de responsabilidad indirecta, capaz de producir consecuencias jurídicas relevantes antes de la comprobación de irregularidades ambientales. El objetivo general es analizar la relación entre la automatización regulatoria, la conformidad ambiental y el acceso al crédito rural en Brasil, caracterizando el fenómeno de la criminalización algorítmica. Son objetivos específicos: examinar la cadena normativa que condiciona el crédito rural a la conformidad ambiental; investigar las limitaciones técnicas y jurídicas de los sistemas de teledetección en la calificación de la legalidad de las intervenciones; caracterizar la criminalización algorítmica como categoría analítica y sus efectos materialmente sancionadores; y sistematizar una estructura de compliance ambiental preventivo como posible respuesta al problema diagnosticado. Se adoptó una metodología cualitativa, de naturaleza bibliográfica y documental, mediante el análisis del marco normativo formado por las Resoluciones del CMN n.º 5.081/2023, 5.158/2024, 5.193/2024, 5.268/2025 y 5.303/2026, así como de la literatura sobre gobernanza algorítmica, opacidad decisoria y compliance ambiental, teniendo como referente empírico la crisis operativa derivada de la implementación de la Resolución CMN n.º 5.268/2025, posteriormente revisada por la Resolución CMN n.º 5.303/2026. Se declara, con fines de transparencia científica, el empleo de una herramienta de inteligencia artificial generativa en etapas auxiliares de revisión lingüística y de organización textual, permaneciendo bajo responsabilidad exclusiva de los autores la concepción de la investigación, el análisis jurídico, la selección de las fuentes y las conclusiones presentadas. Las hipótesis indican que el compliance ambiental puede mitigar falsos positivos, fortalecer la seguridad jurídica y proteger a los productores rurales regularizados frente al uso de procesos automatizados de decisión en la regulación ambiental y crediticia, reduciendo el riesgo de conductas irregulares durante la regularización ambiental.

Palabras clave: Crédito Rural. Monitoreo Ambiental Automatizado. Compliance Ambiental. Criminalización Algorítmica. Resoluciones del CMN.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A política ambiental brasileira consolidou-se, nas últimas décadas, como um dos sistemas normativos mais complexos do mundo em matéria de proteção dos recursos naturais.

Paralelamente, o crédito rural firmou-se como o principal instrumento de financiamento da agropecuária nacional, responsável por viabilizar anualmente cifras que correspondem a aproximadamente 30% do Valor Bruto da Produção Agropecuária (BNDES, 2025; CEPEA, 2025). A interseção entre esses dois campos, a política ambiental e o financiamento agrícola, tem se intensificado de forma acelerada, gerando um novo conjunto de tensões jurídicas para os produtores rurais brasileiros, especialmente na medida em que a verificação da conformidade ambiental passou a ser progressivamente automatizada por sistemas de sensoriamento remoto.

A Constituição Federal de 1988 consagrou, em seu art. 225, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de sua proteção. O art. 186, por sua vez, estabeleceu a função socioambiental da propriedade rural, condicionando seu cumprimento à utilização adequada dos recursos naturais e à preservação do meio ambiente. Esses dispositivos forneceram as bases para a progressiva vinculação entre a concessão de crédito público e a conformidade com a legislação ambiental. O Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) operacionalizou essa vinculação ao instituir as Áreas de Preservação Permanente (APP), as Reservas Legais (RL), o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), tornando a inscrição no CAR condição obrigatória das propriedades rurais e critério de elegibilidade ao financiamento.

Alinhadas à estratégia de sustentabilidade do Plano Safra e às exigências do Regulamento de Desmatamento da União Europeia (EUDR), foram publicadas as Resoluções CMN nº 5.081/2023, nº 5.158/2024, nº 5.193/2024, nº 5.268/2025 e nº 5.303/2026, que ampliaram progressivamente os critérios de impedimento ambiental para a concessão de crédito rural. Entre tais normas, a Resolução CMN nº 5.268/2025 representou inflexão decisiva: pela primeira vez, um sistema de monitoramento remoto por satélite passou a operar, a partir de 1º de abril de 2026, como gatilho direto para a análise de crédito de propriedades com área superior a quatro módulos fiscais, mediante consulta obrigatória aos dados do PRODES/INPE (Brasil, 2024c).

Embora respaldadas em objetivos legítimos de sustentabilidade, tais normas revelaram, em sua aplicação, distorções operacionais capazes de penalizar produtores que se encontram em conformidade com a legislação, mas não conseguem demonstrá-la pelos sistemas vigentes. O ponto nevrálgico reside em uma limitação técnica reconhecida pelos próprios órgãos de monitoramento: as ferramentas de sensoriamento remoto identificam a supressão da cobertura vegetal, mas não realizam a qualificação jurídica dessa supressão. O PRODES detecta o desmatamento sem diferenciar automaticamente a supressão ilegal daquela autorizada por lei, o

que enseja o bloqueio indevido de crédito a produtores regularizados (Brasil, 2024c). Essa dissociação entre o dado técnico e a realidade jurídica constitui o núcleo do problema investigado.

A relevância empírica dessa dissociação encontra respaldo em estudo de Barbosa, Nabout e Cunha (2023), que, ao analisar o desmatamento no Cerrado goiano entre 2011 e 2021, constatou que, dos 1.054.701,23 hectares de supressão detectados por sensoriamento remoto, apenas 140.649,73 hectares, ou seja, 13,33% possuíam licenciamento ambiental regular. Se, por um lado, o dado revela grave déficit de governança ambiental, por outro evidencia que a mera detecção territorial não é apta, isoladamente, a comprovar a ilicitude da conduta, uma vez que o descompasso entre supressão observada e supressão licenciada pode decorrer tanto de ilegalidade quanto de falhas do próprio sistema de licenciamento e de anistias legais sucessivas.

A gravidade prática do problema pode ser dimensionada por dado divulgado pelo próprio setor financeiro: por meio do monitoramento via satélite do MapBiomas, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social evitou a concessão de R\$ 728 milhões em crédito rural a proprietários associados a desmatamento (BNDES, 2026). Ainda que o número seja apresentado como indicador de eficácia da política ambiental, ele também expressa a magnitude econômica das decisões tomadas com base em inferências automatizadas e decisões que, na ausência de verificação qualificada e de contraditório prévio, podem alcançar produtores regularizados.

Diante desse contexto, formula-se o seguinte problema de pesquisa: em que medida a utilização de sistemas de monitoramento ambiental remoto como subsídio para decisões de concessão de crédito rural, sem a garantia de contraditório e revisão humana, produz efeitos materialmente sancionatórios que configuram fenômeno de criminalização algorítmica, e quais instrumentos de governança preventiva podem mitigar esse risco?

O núcleo do problema que orienta a investigação é o de que a utilização de inferências algorítmicas para a avaliação de risco ambiental e o acesso ao crédito rural, na ausência de integração com as bases oficiais de licenciamento e de procedimentos estruturados de revisão humana, gera um modelo de responsabilização indireta, apto a produzir consequências jurídicas relevantes antes da efetiva comprovação de irregularidade ambiental. Delimitado esse núcleo, a investigação passa a examinar o compliance ambiental, compreendido como instrumento de governança e de gestão de risco regulatório, a fim de verificar se, e em que medida, ele é apto a atuar sobre os falsos positivos, sobre a segurança jurídica do produtor regularizado e sobre os efeitos econômicos dos bloqueios indevidos, inclusive quanto às possíveis repercussões no âmbito da Lei nº 9.605/1998. Os resultados desse exame são desenvolvidos nas seções

subsequentes.

A justificativa da pesquisa apresenta dimensão tripla. No plano científico, o estudo propõe a criminalização algorítmica como chave analítica para compreender, de forma integrada, problemas tradicionalmente examinados de maneira fragmentada pelo Direito Ambiental, pelo Direito Administrativo, pela proteção de dados pessoais e pelo Direito Penal Econômico. No plano prático, a investigação enfrenta os impactos econômicos e jurídicos decorrentes da automação decisória desacompanhada de garantias fundamentais. No plano institucional, oferece fundamentos teórico-jurídicos para o aperfeiçoamento dos procedimentos de verificação ambiental adotados pelas instituições financeiras, bem como para o aprimoramento e eventual revisão das normativas regulatórias aplicáveis. Metodologicamente, trata-se de pesquisa qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, desenvolvida a partir da análise da cadeia normativa das Resoluções do Conselho Monetário Nacional, da literatura especializada sobre governança algorítmica e opacidade decisória, e do exame crítico da crise operacional decorrente da implementação da Resolução CMN nº 5.268/2025, posteriormente revisada pela Resolução CMN nº 5.303/2026.

Este artigo tem por objetivo geral analisar a relação entre a automação regulatória, a conformidade ambiental e o acesso ao crédito rural no Brasil, caracterizando o fenômeno da criminalização algorítmica. Como objetivos específicos, busca-se: examinar a cadeia normativa que condiciona o crédito rural à conformidade ambiental; investigar as limitações técnicas e jurídicas dos sistemas de sensoriamento remoto na qualificação da legalidade das intervenções; caracterizar a criminalização algorítmica como categoria analítica e seus efeitos materialmente sancionatórios; e sistematizar uma estrutura de compliance ambiental preventivo como possível resposta ao problema diagnosticado.

CONFORMIDADE AMBIENTAL E CRÉDITO RURAL: FUNDAMENTOS E MARCO REGULATÓRIO

A Função Socioambiental da Propriedade Rural e o Código Florestal

A Constituição Federal de 1988 condicionou o exercício do direito de propriedade ao atendimento de sua função social, estabelecendo, no art. 186, que a função social da propriedade rural é cumprida quando ela atende, simultaneamente, a critérios de aproveitamento racional e

adequado, de utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e de preservação do meio ambiente. A formulação constitucional incorporou à função social da propriedade rural uma dimensão ambiental explícita, que a doutrina passou a denominar função socioambiental (Milaré, 2020; Canotilho; Leite, 2021). Essa concepção rompe com a visão liberal clássica da propriedade como direito absoluto e insere o proprietário rural em uma relação de responsabilidade ambiental que transcende os interesses individuais.

Como enfatiza Milaré (2020), a propriedade que não cumpre sua função socioambiental perde o caráter de direito subjetivo absoluto e pode ser objeto de intervenção estatal, inclusive por meio da restrição ao acesso a benefícios públicos. Essa perspectiva fornece a base jurídica para a vinculação entre a concessão de crédito rural que envolve recursos públicos subsidiados e o cumprimento das obrigações ambientais pelo proprietário. Todavia, Canotilho e Leite (2021) situam essa exigência no campo de um Estado de Direito Ambiental que não dispensa, antes pressupõe, a observância das garantias clássicas do Estado de Direito: a legalidade, a motivação e o devido processo. A restrição ao crédito como consequência do descumprimento ambiental tem, portanto, fundamento constitucional sólido, mas encontra limite na exigência de que tal restrição seja comprovada por meios idôneos e de que ao produtor seja assegurado o contraditório e a ampla defesa.

O Código Florestal Brasileiro operacionalizou os deveres ambientais inerentes à função socioambiental, estabelecendo obrigações específicas de manutenção de APP e Reserva Legal e criando mecanismos de regularização para as propriedades que apresentem passivos. É precisamente nesse arranjo que se instala a tensão central deste trabalho: a legitimidade do fim a proteção ambiental não convalida, por si só, a ilegitimidade do meio, isto é, a restrição creditícia automatizada, desprovida de verificação prévia da legalidade concreta da conduta detectada.

A Progressiva Vinculação entre Crédito Rural e Conformidade Ambiental

O crédito rural no Brasil foi sistematizado pela Lei nº 4.829/1965, que o definiu como o suprimento de recursos financeiros a produtores rurais para aplicação exclusiva em atividades agropecuárias. A normatização coube ao Conselho Monetário Nacional, nos termos da Lei nº 4.595/1964, cabendo ao Banco Central a execução e a fiscalização de suas deliberações. Essa estrutura institucional explica a centralidade das Resoluções CMN no ordenamento do crédito rural, inclusive quanto aos critérios ambientais. Por operar com recursos em parte subsidiados

pelo Tesouro Nacional e sujeitos a condicionalidades de política pública, o crédito rural brasileiro distingue-se do crédito privado comum, o que fundamenta juridicamente a imposição de requisitos socioambientais como condição de elegibilidade (Alves; Vieira Filho; Branco, 2025).

A trajetória de vinculação entre crédito e conformidade ambiental desenvolveu-se em fases sucessivas. A primeira, inaugurada pela Resolução CMN nº 3.545/2008, restringiu a concessão de crédito na Amazônia Legal a produtores que comprovassem regularidade fundiária e ambiental. A segunda, com a Resolução BCB nº 140/2021, expandiu os critérios de impedimento para todo o território nacional. A terceira e atual fase, inaugurada pelas Resoluções CMN nº 5.081/2023, nº 5.158/2024 e nº 5.193/2024 e aprofundada pelas Resoluções CMN nº 5.268/2025 e nº 5.303/2026, representou ampliação significativa do escopo, estendendo os critérios ambientais a todos os biomas e introduzindo, de forma escalonada por porte de propriedade, requisitos documentais baseados nos dados do PRODES (Brasil, 2023; 2024a; 2024b; 2024c; 2026).

A Resolução CMN nº 5.081/2023 ajustou as normas relativas a impedimentos sociais, ambientais e climáticos, alterando a Seção 9 do Capítulo 2 do Manual de Crédito Rural (MCR) e determinando que não se concederá crédito a empreendimento situado em imóvel não inscrito, com inscrição cancelada ou suspensa no CAR, inserido em Unidade de Conservação ou terra indígena, ou sujeito a embargo ambiental (Brasil, 2023). A norma estabeleceu o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) como referência primária de identificação dos imóveis. A prática das instituições financeiras, contudo, passou a empregar o MapBiomas como ferramenta de triagem prévia, anterior à própria consulta aos sistemas oficiais, o que introduziu distorções na aplicação das restrições.

A Resolução CMN nº 5.268/2025, publicada em dezembro de 2024 e vigente a partir de 1º de abril de 2026, estendeu a exigência de consulta ao PRODES/INPE como condição prévia à concessão de crédito para imóveis com mais de quatro módulos fiscais, mantendo o marco temporal de 31 de julho de 2019 para a verificação da supressão de vegetação nativa. Sua aplicação inicial revelou as limitações operacionais do próprio sistema oficial: o PRODES detecta a supressão sem diferenciar automaticamente o desmatamento ilegal do manejo autorizado por lei, gerando bloqueios indevidos de crédito a produtores regularizados. A crise resultante forçou o CMN a promover recalibração normativa extraordinária, consubstanciada na Resolução CMN nº 5.303/2026, de 12 de maio de 2026, que escalonou os prazos por porte de propriedade, janeiro de 2027 para imóveis acima de quinze módulos fiscais, julho de 2027 para os situados entre quatro

e quinze, e janeiro de 2028 para os de até quatro, e ampliou os documentos aceitos como comprovação de regularidade, incluindo o Termo de Compromisso firmado com o órgão ambiental estadual competente (Brasil, 2024c; 2026).

O episódio é juridicamente eloquente. A edição de norma corretiva, poucos meses após a entrada em vigor da regra anterior, constitui reconhecimento institucional oficial de que a automação regulatória, desacompanhada de análise humana qualificada e de integração adequada com as bases de licenciamento, produz consequências indesejadas e materialmente injustas. A efetividade da política de crédito condicionado à conformidade ambiental depende, assim, não apenas da qualidade das normas, mas da robustez técnica dos sistemas de verificação que as operacionalizam.

SISTEMAS DE MONITORAMENTO REMOTO, NATUREZA DOS DADOS E OPACIDADE DECISÓRIA

A incorporação de tecnologias de sensoriamento remoto ao controle ambiental rural representa um dos fenômenos mais significativos da governança ambiental contemporânea. O uso de imagens de satélite, o georreferenciamento e o cruzamento automatizado de bases territoriais ampliaram substancialmente a capacidade de identificar alterações na cobertura vegetal, tornando o monitoramento mais célere e abrangente. Contudo, a utilização desses instrumentos como fundamento decisório para a restrição de crédito introduz tensões jurídicas que exigem exame cuidadoso, sobretudo quanto à natureza dos dados empregados e à opacidade dos processos decisórios que deles derivam.

A Ambivalência da Técnica: o Monitoramento Remoto como *pharmakon*

Antes de examinar as limitações específicas dos sistemas de monitoramento, importa situá-los sob a perspectiva mais ampla da técnica. Toda técnica é adotada para reduzir complexidade, para obter um resultado mais célere, mais abrangente e menos oneroso, e o sensoriamento remoto aplicado ao controle ambiental não é exceção: substitui a fiscalização in loco, dispendiosa e pontual, por uma verificação territorial contínua e de larga escala. Sucede que a técnica é, na imagem do *pharmakon* grego que Silvério Júnior (2014) recupera a partir de Derrida, simultaneamente remédio e veneno: os mesmos atributos que a tornam eficaz,

automação, escala e velocidade, produzem, desde a sua instauração, efeitos colaterais que reintroduzem, por outra via, a complexidade que se pretendia eliminar. No caso do monitoramento ambiental, esse efeito colateral tem nome preciso: o alerta inadequado, o falso positivo que, desacompanhado de verificação qualificada, converte um polígono de satélite em presunção de ilicitude e bloqueia o crédito do produtor regularizado.

Daí decorre que o problema não reside na técnica em si, mas na sua dose. Governar a técnica de controle exige a escolha de uma dose adequada, escolha que Silvério Júnior (2014), na esteira de Calabresi e Bobbitt, qualifica como trágica, porquanto todo ganho de eficiência carrega um custo correlato em garantias. A dose adequada suporia o aprimoramento da própria técnica, a integração com as bases oficiais de licenciamento, a reintrodução da verificação humana e a contextualização do dado, de modo a suprimir os efeitos colaterais na origem. Tal aprimoramento, contudo, escapa ao controle do produtor rural e do próprio intérprete, que não detêm a governança dos sistemas de monitoramento. Diante dessa impossibilidade, este trabalho desloca o eixo da resposta: já que não se pode reformar a técnica desde dentro, propõe-se um mecanismo apto a mitigar seus efeitos colaterais desde fora, o compliance ambiental, adiante desenvolvido, compreendido como hipótese de ajuste da dose e de neutralização do falso positivo.

A Distinção entre Supressão Detectada e Ilicitude: a Limitação Técnica dos Sistemas

O primeiro problema reside na natureza técnica dos sistemas de monitoramento. O PRODES, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, limita-se à identificação da supressão da cobertura vegetal, sem qualquer capacidade de aferir a legalidade dessa supressão. Trata-se de instrumento concebido para finalidade científica e de política pública ambiental, e não para a qualificação jurídica de condutas individuais. Do ponto de vista jurídico, a distinção entre supressão e ilicitude é fundamental: a alteração territorial pode decorrer de autorização válida emitida por órgão competente, de compensação ambiental documentada, de manejo sustentável autorizado ou de hipóteses legais de supressão previstas no próprio Código Florestal. A equiparação automática entre o dado geoespacial e a infração ambiental constitui simplificação incompatível com os princípios da legalidade e da individualização administrativa.

Essa limitação é agravada pela persistência cartográfica dos registros, característica que decorre da própria metodologia oficial de monitoramento. O PRODES adota mapeamento incremental: a cada ano, uma máscara de exclusão é atualizada com todos os desmatamentos

detectados nos anos anteriores, impedindo que os fotointérpretes mapeiem novos incrementos em áreas já registradas como desmatadas (Almeida et al., 2022). Como o sistema se destina a estimar a supressão de vegetação primária, a eventual regeneração da vegetação não devolve o polígono à condição de área monitorada como vegetação nativa: o registro da supressão permanece na base cartográfica ainda que sobrevenha alteração material do cenário ambiental. O sistema opera, portanto, com memória espacial da supressão, e não necessariamente com a atualização jurídica ou ecológica da realidade. A esse fator soma-se a tolerância cartográfica inerente ao sensoriamento remoto, também documentada na metodologia oficial: o PRODES identifica polígonos com área superior a um hectare, mas, na Amazônia, apenas os superiores a 6,25 hectares são publicados e computados na taxa, permanecendo os demais em máscara interna até que sejam agregados a polígonos maiores (Almeida et al., 2022). Registre-se, ainda, que o próprio Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais consigna que os avisos produzidos para apoio à fiscalização não discriminam as áreas de supressão autorizadas pelo órgão ambiental competente daquelas realizadas à margem da lei (Almeida et al., 2022), o que confirma, na origem técnica do dado, a impossibilidade de dele extrair, isoladamente, juízo de ilicitude. Tais características impõem a contextualização técnica e a prudência decisória como condições prévias a qualquer imputação de irregularidade.

A Dualidade das Fontes de Dados e a Questão da Soberania

Um segundo problema, de natureza institucional, decorre da coexistência de fontes de dados de regime jurídico distinto. As instituições financeiras operam simultaneamente com dados de origem pública, produzidos pelo INPE, e com dados de origem privada, gerados pelo MapBiomass, iniciativa desenvolvida por rede colaborativa formada por organizações não governamentais, universidades e empresas de tecnologia. Essa dualidade não é normativamente disciplinada quanto ao regime de responsabilidade aplicável a cada fonte. O MapBiomass utiliza imagens de satélite processadas por algoritmos de aprendizado de máquina em infraestrutura da plataforma Google Earth Engine, o que significa que parte substancial do processamento ocorre em infraestrutura de empresa estrangeira, suscitando questões relativas à soberania dos dados e à jurisdição aplicável, sem avaliação formal de conformidade com o Marco Civil da Internet (Lei nº 12.965/2014) e a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018).

A distinção entre as fontes não é meramente formal. Enquanto os dados públicos submetem-se ao regime de responsabilidade estatal e ao controle de legalidade próprio da Administração, os dados privados operam sob lógica colaborativa cujos critérios metodológicos, ainda que tecnicamente sofisticados, não se sujeitam ao mesmo regime de prestação de contas. A ausência de disciplina normativa sobre o regime de responsabilidade e soberania aplicável a cada fonte configura lacuna que amplia a insegurança jurídica do produtor rural, cujo acesso ao crédito pode ser condicionado por dados cuja cadeia de produção e validação escapa ao controle jurisdicional interno.

Opacidade Algorítmica e o Direito à Revisão Humana

O terceiro problema é a opacidade algorítmica. Quando as bases de monitoramento são empregadas como filtros automáticos de elegibilidade creditícia, os critérios internos que convertem o dado territorial em decisão restritiva permanecem, em regra, inacessíveis ao produtor impactado. Pasquale (2015), ao cunhar a metáfora da sociedade da caixa-preta, denuncia a opacidade dos sistemas que decidem sobre crédito, reputação e risco sem prestar contas dos critérios empregados. Cheong (2024), por sua vez, demonstra que modelos automatizados escalam erros sistêmicos e penalizam, de modo opaco e em larga escala, indivíduos que não controlam os dados que os descrevem, comprometendo a confiabilidade desses sistemas e dificultando a identificação, a revisão e a responsabilização por eventuais erros ou vieses algorítmicos. Engelmann (2023) sustenta que a transparência algorítmica constitui requisito essencial para a legitimidade de sistemas empregados em processos decisórios, exigindo que seus critérios sejam passíveis de compreensão, fiscalização e controle. Zuboff (2020) situa esse fenômeno em uma arquitetura mais ampla de extração de dados e execução automatizada de consequências econômicas

No direito brasileiro, esse repertório crítico encontra ancoragem no art. 20 da Lei Geral de Proteção de Dados, que assegura ao titular o direito de solicitar a revisão de decisões tomadas unicamente com base em tratamento automatizado que afetem seus interesses. Doneda (2021) sublinha que a proteção de dados é, antes de tudo, instrumento de tutela da pessoa diante de decisões que a classificam e restringem sem transparência. Transposto ao crédito rural, o dispositivo oferece fundamento normativo direto para exigir a intervenção humana qualificada e a revisão do bloqueio deflagrado por mero alerta de satélite. A opacidade, contudo, não decorre

apenas da tecnologia: reforça-se pela ausência de procedimento padronizado de contraditório, pois nenhum instrumento normativo vigente prevê, de forma expressa, a possibilidade de contestação prévia à negativa de crédito fundada em dados de sensoriamento remoto.

A CRIMINALIZAÇÃO ALGORÍTMICA E A RESPONSABILIZAÇÃO INDIRETA NO CRÉDITO RURAL

A articulação entre a limitação técnica dos sistemas de monitoramento, a opacidade decisória e a ausência de contraditório prévio autoriza propor, como hipótese analítica deste trabalho, a categoria da *criminalização algorítmica*. Registre-se, desde já, que o termo "criminalização" é aqui empregado em acepção material, e não em sentido técnico-penal estrito (criminalização primária e secundária): não se sustenta a aplicação direta de sanção penal por sistema automatizado, hipótese incompatível com o ordenamento, mas a transposição, ao plano administrativo-sancionador do crédito rural, de uma lógica de antecipação punitiva fundada em inferências de risco, própria da expansão do poder punitivo para esferas difusas de controle (Carvalho, 2022). Compreende-se por criminalização algorítmica o fenômeno pelo qual sistemas automatizados de classificação, monitoramento e perfilização produzem consequências juridicamente restritivas ao produtor rural, notadamente o bloqueio ou a negativa de crédito, sem intervenção humana adequada, sem contraditório efetivo e sem verificação prévia da legalidade da conduta detectada, convertendo dados territoriais em presunções de risco, irregularidade ou ilicitude. O núcleo do fenômeno reside precisamente nesse salto inferencial: o alerta de sensoriamento remoto registra, quando muito, uma alteração da cobertura vegetal ou um indício de risco, e não um ilícito juridicamente apurado. Plataformas como o MapBiomas sequer realizam análise de legalidade da supressão detectada, limitando-se a disponibilizar alertas destinados a uso conjunto com outras fontes; o sistema de crédito, contudo, tende a tratar o alerta como se ilicitude fosse. É nessa passagem indevida de *risco* a *ilícito*, sem etapa de apuração, que se localiza o déficit de legitimidade aqui investigado. Nesse sentido, a criminalização algorítmica não traduz simples defeito do sistema, mas o efeito colateral, o veneno, na acepção do *pharmakon* antes examinada, de uma técnica de controle estruturalmente ambivalente (Silvério Júnior, 2014).

Embora a literatura nacional ainda não consolide essa expressão como categoria autônoma, sua formulação dialoga com a crítica de Doneda (2021) acerca dos impactos jurídicos das decisões automatizadas, especialmente quando operam com baixa transparência e reduzida

possibilidade de contestação; com Mendes e Fonseca (2022), ao reconhecerem a centralidade da revisão humana como garantia contra automatismos decisórios; e com Bioni (2022), ao demonstrar como processos de perfilização produzem assimetrias informacionais e restrições materiais sobre os titulares de dados. Sob essa perspectiva, a criminalização algorítmica representa uma forma de antecipação sancionatória fundada em inferências automatizadas de risco, sem prévia comprovação jurídica da infração.

A expressão não designa a aplicação direta de sanção penal por máquina, hipótese incompatível com o ordenamento jurídico brasileiro, mas a transposição, para o plano administrativo-sancionador do crédito rural, de uma lógica de antecipação sancionatória fundada em inferências de risco, característica das novas formas difusas de controle punitivo. O produtor passa a ser tratado como presumido infrator a partir de um polígono de satélite, invertendo-se o ônus da prova e suprimindo-se a etapa de apuração da legalidade da conduta. Trata-se, portanto, de categoria empregada em perspectiva material, apta a descrever a expansão de efeitos materialmente sancionatórios, próprios do poder punitivo, para esferas administrativas e econômicas pré-processuais.

Essa expansão encontra respaldo na teoria crítica contemporânea. Salo de Carvalho (2022) identifica a expansão do poder punitivo para além das fronteiras clássicas do Direito Penal, por meio de mecanismos difusos de controle e disciplina social. No crédito rural, a negativa de financiamento fundada exclusivamente em alertas territoriais produz consequências severas: a impossibilidade de acesso ao custeio compromete o ciclo produtivo, restringe investimentos, inviabiliza contratos de compra futura e pode afetar a própria continuidade econômica da atividade. Sob perspectiva material, tais efeitos assumem natureza equivalente à de sanção administrativa, sem que tenham sido observadas as garantias mínimas que legitimariam a imposição de qualquer penalidade.

A esse núcleo soma-se relevante problema de motivação administrativa. Embora formalmente privadas, as instituições financeiras operam no crédito rural em regime fortemente regulado, executando política pública estruturada pelo Sistema Nacional de Crédito Rural e disciplinada pelo Conselho Monetário Nacional e pelo Banco Central. Isso confere às suas decisões conteúdo materialmente administrativo. Nessa perspectiva, aplica-se o raciocínio de Justen Filho (2023), segundo o qual todo ato restritivo de direitos deve observar motivação suficiente, racionalidade, revisibilidade e possibilidade de controle externo. A referência genérica

à existência de inconsistência ambiental ou de alerta territorial não satisfaz o dever de motivação qualificada, tampouco viabiliza o exercício do contraditório.

A dimensão constitucional do problema revela tensão normativa relevante. A restrição de crédito baseada em dados de sensoriamento remoto situa-se entre o dever de proteção ambiental (art. 225 da Constituição Federal), a função social da propriedade condicionada ao uso adequado dos recursos naturais (art. 186, II) e as garantias fundamentais do produtor rural, notadamente o direito de propriedade (art. 5º, XXII), o contraditório e a ampla defesa (art. 5º, LV) e a segurança jurídica (art. 5º, XXXVI). Embora a restrição encontre fundamento constitucional, sua implementação carece de regulamentação específica que assegure proporcionalidade, transparência e contraditório, nos termos da estrutura de ponderação entre direitos fundamentais desenvolvida por Alexy (2015). A jurisprudência do Supremo Tribunal Federal, especialmente no julgamento da ADPF nº 760, reforça a necessidade de coerência, efetividade e racionalidade na governança ambiental.

Da caracterização do fenômeno decorre a noção de responsabilização indireta, que sintetiza o problema jurídico central. O produtor sofre consequência econômica severa a impossibilidade de financiar a safra antes mesmo de poder demonstrar a licitude de sua conduta. Não há condenação formal, mas há bloqueio efetivo de direito, deflagrado por inferência automatizada e sustentado pela inversão do ônus probatório. A ausência de integração entre os sistemas de licenciamento, o Cadastro Ambiental Rural (CAR), os Programas de Regularização Ambiental (PRA) e as bases financeiras que operam de forma fragmentada, com verificação pontual e não contínua produz ambiente de alta incerteza regulatória, no qual o produtor regularizado é equiparado ao infrator até que consiga, por seus próprios meios, desconstituir o alerta territorial.

Há, ainda, um efeito perverso que merece destaque, por conectar a esfera administrativa à esfera penal. A pressão econômica extrema decorrente de bloqueios indevidos pode gerar incentivos econômicos perversos para práticas de regularização apressada ou documentalmente inconsistentes, especialmente em contextos de risco de insolvência e perda da safra. Nessas hipóteses, inconsistências documentais ou declarações imprecisas podem desencadear investigações por falsidade ideológica (art. 299 do Código Penal), fraude ou outras repercussões previstas na Lei nº 9.605/1998. Saad-Diniz (2023) observa que a gestão inadequada de riscos regulatórios em cadeias econômicas complexas amplia zonas de exposição penal difusa. A criminalização algorítmica pode, assim, converter-se paradoxalmente em indutora de ilegalidade

ambiental: o sistema concebido para prevenir a irregularidade termina por criar incentivos econômicos para a sua ocorrência.

COMPLIANCE AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE MITIGAÇÃO E DE SEGURANÇA JURÍDICA

Diagnosticado o problema, cumpre examinar a resposta. Retomando a lógica do *pharmakon*, se a técnica de controle não pode ser reformada desde dentro, pois sua governança escapa ao produtor e ao intérprete, resta mitigar seus efeitos colaterais desde fora, ajustando a dose por instrumentos que reintroduzam, no circuito decisório, a verificação qualificada suprimida pela automação (Silvério Júnior, 2014). O compliance ambiental, compreendido como instrumento de governança, organização documental e gestão de risco regulatório, apresenta-se como mecanismo apto a mitigar os falsos positivos, fortalecer a segurança jurídica e proteger o produtor regularizado diante da automação decisória. Não se trata de ferramenta tecnológica em desenvolvimento, mas de modelo teórico de governança preventiva que emerge da própria análise do problema. Diferentemente de uma lógica reativa de atuação apenas após a constatação do bloqueio, o compliance ambiental opera na antecipação de vulnerabilidades, reintroduzindo, no circuito decisório, a verificação qualificada e a rastreabilidade da decisão.

Conforme observa Milaré (2020), a prevenção constitui fundamento estruturante do Direito Ambiental, sendo mais eficiente, menos onerosa e juridicamente mais segura do que as intervenções corretivas posteriores. Transposto ao crédito rural, esse princípio recomenda que a conformidade seja organizada e demonstrável anteriormente à tomada de crédito, de modo a evitar que a assimetria informacional entre produtor e instituição financeira se converta em bloqueio indevido. A estrutura preventiva do compliance ambiental pode ser sistematizada em cinco eixos complementares, a seguir descritos.

Organização Documental Preventiva

O primeiro eixo consiste na organização sistemática e auditável da documentação ambiental e fundiária indispensável à análise de crédito, incluindo o CAR ativo, o Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR), a quitação do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), as licenças ambientais, as autorizações de supressão vegetal, a adesão ao Programa de

Regularização Ambiental e as certidões negativas de embargo. A centralização e a atualização contínua desses documentos reduzem falhas formais, ampliam a rastreabilidade e fortalecem a previsibilidade jurídica. Como sustenta Justen Filho (2023), a estabilidade documental constitui elemento essencial de segurança jurídica em ambientes de alta densidade regulatória.

Verificação Territorial Prévia e Contextualizada

O segundo eixo refere-se à análise preventiva das bases territoriais, com o objetivo de identificar, antes da solicitação de crédito, eventuais sobreposições com áreas embargadas, inconsistências cartográficas, alertas de supressão e divergências entre as áreas declaradas no CAR e as efetivamente monitoradas. A relevância dessa etapa decorre precisamente da limitação técnica reconhecida dos sistemas de monitoramento, que não aferem a legalidade da supressão. A verificação prévia contextualizada permite que o produtor reúna, com antecedência, a prova documental da regularidade de eventuais intervenções detectadas, antecipando-se ao alerta automatizado e reduzindo o risco de falso positivo.

Monitoramento Normativo Contínuo

O terceiro eixo consiste no acompanhamento permanente das obrigações normativas e administrativas relacionadas à conformidade ambiental, o que abrange a renovação de licenças, os prazos de regularização, as atualizações do Manual de Crédito Rural, as novas Resoluções do CMN e as exigências das políticas socioambientais das instituições financeiras. Em um cenário normativo marcado por sucessivas alterações, como demonstra a própria cadeia das Resoluções CMN entre 2023 e 2026, o monitoramento contínuo converte-se em condição de previsibilidade e evita que o produtor seja surpreendido por exigências supervenientes.

Procedimentos de Contraditório Técnico Prévio

O quarto eixo consiste na institucionalização de mecanismos de contestação e correção de inconsistências antes da formalização das operações de crédito, permitindo a revisão documental, a correção de georreferenciamento, a juntada de licenças válidas, a apresentação de esclarecimentos técnicos e a produção de relatórios de conformidade. Sua importância reside na

materialização do contraditório técnico preventivo. Na lógica da criminalização algorítmica, a ausência de espaço de revisão prévia amplia o risco de decisões injustas e tecnicamente equivocadas. Nesse sentido, Doneda (2021) sustenta que a revisão humana constitui garantia essencial em decisões automatizadas com efeitos jurídicos relevantes, em consonância com o art. 20 da Lei Geral de Proteção de Dados.

Matriz Integrada de Risco Jurídico-Ambiental

O quinto eixo consiste na classificação preventiva da exposição regulatória em três dimensões complementares. No plano do risco ambiental, consideram-se os passivos ambientais, os embargos e as inconsistências territoriais. No plano do risco administrativo, avaliam-se a ausência documental, as pendências de regularização e as licenças vencidas. No plano do risco penal-econômico, examinam-se a documentação inconsistente, a potencial falsidade ideológica e as operações em áreas de alta sensibilidade regulatória. Como observa Saad-Diniz (2023), a antecipação e a gestão adequada de riscos constituem elemento essencial de integridade em cadeias econômicas altamente reguladas.

Implementados de forma integrada, esses cinco eixos não configuram mero instrumento operacional de eficiência bancária, mas modelo de governança preventiva capaz de reduzir a incidência da criminalização algorítmica, fortalecer a segurança jurídica do produtor e da própria instituição financeira, materializar o direito à revisão humana previsto no art. 20 da LGPD, assegurar o respeito ao devido processo administrativo consagrado na Lei nº 9.784/1999 e, sobretudo, reduzir a pressão econômica que, na ausência de mecanismos preventivos, pode induzir o produtor regularizado a condutas irregulares. O compliance ambiental atua, assim, simultaneamente na proteção do produtor e na preservação da integridade do próprio regime ambiental.

CONCLUSÃO

A pesquisa investigou em que medida os sistemas de monitoramento ambiental remoto, utilizados como subsídio para decisões de concessão de crédito rural, podem produzir efeitos materialmente sancionatórios sem a observância plena das garantias constitucionais do contraditório, da ampla defesa e do devido processo legal. A resposta a essa indagação foi

construída pelo percurso dos quatro objetivos específicos, cujas conclusões parciais se articulam a seguir.

Quanto ao primeiro objetivo específico, o exame da cadeia normativa que condiciona o crédito rural à conformidade ambiental demonstrou que a vinculação entre financiamento e regularidade ambiental possui fundamento constitucional sólido, mas que sua operacionalização se deslocou, entre 2023 e 2026, da verificação documental para o gatilho automatizado. As Resoluções CMN nº 5.081/2023, nº 5.158/2024 e nº 5.193/2024 estruturaram os impedimentos sociais, ambientais e climáticos; a Resolução CMN nº 5.268/2025 converteu a consulta a sistema de sensoriamento remoto em condição prévia à concessão do crédito; e a Resolução CMN nº 5.303/2026, editada poucas semanas após o início da vigência da norma anterior, escalonou os prazos por porte de imóvel e ampliou os documentos aptos a comprovar a regularidade. A conclusão parcial é a de que a própria autoridade reguladora reconheceu, por ato normativo corretivo, que a automação da verificação, desacompanhada de integração com as bases de licenciamento, produz bloqueios indevidos. Trata-se de evidência normativa, e não meramente doutrinária, do problema investigado, e é ela que confere concretude à hipótese de solução adiante sustentada.

Quanto ao segundo objetivo específico, a investigação das limitações técnicas e jurídicas dos sistemas de sensoriamento remoto confirmou que o PRODES/INPE e o MapBiomas identificam alterações na cobertura vegetal, mas não realizam a qualificação jurídica das intervenções detectadas. A metodologia oficial de monitoramento é explícita ao registrar que os avisos produzidos para apoio à fiscalização não discriminam supressões autorizadas pelo órgão ambiental competente daquelas realizadas à margem da lei, além de operar com mapeamento incremental, máscara de exclusão e área mínima de detecção (Almeida et al., 2022). A conclusão parcial é a de que o alerta territorial constitui, quando muito, indício de risco, jamais prova de ilicitude, de modo que a conversão direta do dado geoespacial em decisão restritiva carece de suporte técnico e, por consequência, de legitimidade jurídica. Essa conclusão delimita com precisão o ponto em que a mitigação deve incidir: a etapa de qualificação do alerta.

Quanto ao terceiro objetivo específico, a caracterização da criminalização algorítmica como categoria analítica permitiu descrever de forma unificada o efeito materialmente sancionatório produzido pela conjugação entre limitação técnica dos sistemas, opacidade decisória e ausência de contraditório prévio. A negativa de crédito fundada em polígono de satélite impõe ao produtor consequência econômica severa, inverte o ônus da prova e antecipa a

punição à apuração, sem a motivação qualificada exigida de todo ato restritivo de direitos (Justen Filho, 2023) e sem a revisão humana assegurada pelo art. 20 da Lei Geral de Proteção de Dados. A conclusão parcial é a de que se está diante de um modelo de responsabilização indireta: não há condenação formal, mas há restrição efetiva de direito, deflagrada por inferência automatizada e sustentada pela inversão do ônus probatório.

Quanto ao quarto objetivo específico, a sistematização de uma estrutura de compliance ambiental preventivo, organizada em cinco eixos complementares (organização documental preventiva, verificação territorial prévia e contextualizada, monitoramento normativo contínuo, contraditório técnico prévio e matriz integrada de risco jurídico-ambiental), indicou mecanismo apto a reintroduzir, no circuito decisório, a verificação qualificada e a rastreabilidade que a automação isoladamente suprime. A conclusão parcial é a de que, embora o produtor não detenha a governança da técnica de monitoramento e não possa, portanto, corrigi-la desde dentro, é possível mitigar seus efeitos colaterais desde fora, antecipando a produção da prova da regularidade ao próprio momento do alerta.

A articulação dessas conclusões parciais responde à pergunta de pesquisa. A utilização de sistemas de monitoramento ambiental remoto como subsídio decisório no crédito rural, sem contraditório e sem revisão humana, produz efeitos materialmente sancionatórios sobre produtores regularizados, e o compliance ambiental preventivo apresenta-se como hipótese consistente de mitigação desse risco. A essa resposta soma-se uma dimensão preventiva de ordem penal: ao reduzir a incidência de bloqueios indevidos, o compliance reduz também os incentivos econômicos que a pressão financeira decorrente dessas restrições pode gerar para práticas de regularização apressada ou documentalmente inconsistente, com potenciais repercussões no âmbito da Lei nº 9.605/1998. Evita-se, assim, que a automação regulatória, concebida para prevenir a irregularidade, converta-se em fator de sua indução.

REFERÊNCIAS

ALEXY, Robert. **Teoria dos direitos fundamentais**. Tradução de Virgílio Afonso da Silva. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 2015.

ALMEIDA, Claudio Aparecido de et al. **Metodologia utilizada nos sistemas PRODES e DETER**. 2. ed. atual. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2022. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34T/47GAF6S>. Acesso em: 13 jul. 2026.

ALVES, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; BRANCO, M. C. Sustainability-Related Rural Credit

Policy Implementation and Effectiveness in Brazil. **Systems**, v. 13, n. 11, e1041, 2025.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Crédito rural do BNDES e considerações sobre concentração fundiária no Brasil. BNDES, 2025. Disponível em: <https://blogdodesenvolvimento.bndes.gov.br/serie/estudos-especiais/pCredito-rural-do-BNDES-e-consideracoes-sobre-concentracao-fundiaria-no-Brasil-p/>. Acesso em: 02 jul. 2026.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Com monitoramento via satélite do MapBiomass, BNDES evita R\$ 728 milhões de crédito rural a proprietários que desmatam. BNDES, 2026. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br>. Acesso em: 30 jun. 2026.

BARBOSA, Victor Alves; NABOUT, João Carlos; CUNHA, Héli da. Spatial and temporal deforestation in the Brazilian Savanna: the discrepancy between observed and licensed deforestation in the state of Goiás. **Land Use Policy**, v. 131, p. 106730, 2023.

BIONI, Bruno Ricardo. **Proteção de dados pessoais: a função e os limites do consentimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 30 jun. 2026.

BRASIL. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. **Código Penal**. Diário Oficial da União: Rio de Janeiro, DF, 31 dez. 1940.

BRASIL. Lei nº 4.595, de 31 de dezembro de 1964. Dispõe sobre a Política e as Instituições Monetárias, Bancárias e Creditícias. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 31 dez. 1964.

BRASIL. Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965. Institucionaliza o crédito rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 8 nov. 1965.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Lei nº 9.784, de 29 de janeiro de 1999. Regula o processo administrativo no âmbito da Administração Pública Federal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 1 fev. 1999.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014. Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 24 abr. 2014.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 15 ago. 2018.

BRASIL. Banco Central do Brasil. Resolução BCB nº 140, de 15 de setembro de 2021. Dispõe sobre a criação da Seção 9 (Impedimentos Sociais, Ambientais e Climáticos) no Capítulo 2 do Manual de Crédito Rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Conselho Monetário Nacional. Resolução CMN nº 5.081, de 29 de junho de 2023. Ajusta normas referentes a impedimentos sociais, ambientais e climáticos para concessão de crédito rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2023.

BRASIL. Conselho Monetário Nacional. Resolução CMN nº 5.158, de 24 de julho de 2024. Altera normas relativas a impedimentos ambientais para concessão de crédito rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Conselho Monetário Nacional. Resolução CMN nº 5.193, de 19 de dezembro de 2024. Consolida e atualiza normas referentes a impedimentos sociais, ambientais e climáticos para concessão de crédito rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Conselho Monetário Nacional. Resolução CMN nº 5.268, de 19 de dezembro de 2024. Dispõe sobre impedimentos sociais, ambientais e climáticos para a concessão de crédito rural, alterando a Seção 9 do Capítulo 2 do Manual de Crédito Rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 20 dez. 2024.

BRASIL. Conselho Monetário Nacional. Resolução CMN nº 5.303, de 12 de maio de 2026. Altera normas da Seção 9 (Impedimentos Sociais, Ambientais e Climáticos) do Capítulo 2 do Manual de Crédito Rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 12 maio 2026.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental nº 760**. Relatora: Min. Cármen Lúcia. Brasília, DF: STF, 2024.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (org.). **Direito constitucional ambiental brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2021.

CARVALHO, Salo de. **Antimanual de criminologia**. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2022.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). PIB do Agronegócio Brasileiro. Esalq/USP, 2025. Disponível em: <https://cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 02 jul 2026.

CHEONG, B. C. Transparency and accountability in AI systems: safeguarding wellbeing in the age of algorithmic decision-making. **Frontiers in Human Dynamics**, v. 6, e1421273, 2024.

DONEDA, Danilo. **Da privacidade à proteção de dados pessoais: fundamentos da Lei Geral de Proteção de Dados**. 3. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021.

ENGELMANN, A. G. Algorithmic transparency as a fundamental right in the democratic rule of law: a comparative approach to regulation in European, North American, and Brazilian Contexts. **Brazilian Journal of Law, Technology and Innovation**, v. 1, n. 2, p. 169-188, 2023.

JUSTEN FILHO, Marçal. **Curso de direito administrativo**. 14. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2023.

MENDES, Laura Schertel; FONSECA, Gabriel Campos Soares da. **Decisões automatizadas e proteção de dados pessoais**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 12. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020.

PASQUALE, Frank. **The Black Box Society**: the secret algorithms that control money and information. Cambridge: Harvard University Press, 2015.

SAAD-DINIZ, Eduardo. **Compliance e direito penal econômico**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2023.

SILVÉRIO JÚNIOR, João Porto. **Processo penal fraterno**: o dever de fundamentar o provimento acusatório pelo Ministério Público no sistema processual brasileiro. Curitiba: Juruá, 2014.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2023/1115 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 31 de maio de 2023, relativo à disponibilização no mercado da União e à exportação de determinadas mercadorias associadas à desflorestação. **Jornal Oficial da União Europeia**, L 150, 9 jun. 2023.

ZUBOFF, Shoshana. **A era do capitalismo de vigilância: a luta por um futuro humano na nova fronteira do poder**. Tradução de George Schlesinger. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2020.