

Artigo

## Governança e sustentabilidade em atividades do agro: perspectivas sobre gestão socioambiental e responsabilidade empresarial

*Governance and sustainability in agribusiness activities: perspectives on socio-environmental management and corporate responsibility*

Guerrison Araújo Pereira de Andrade<sup>1</sup>, Sibelle Rachel Domiciano Dantas Martins<sup>2</sup>, Márcia Luciana Gurgel Assunção do Nascimento<sup>3</sup>, Watson Rhydan Alves Oliveira Pinto<sup>4</sup>, João Leandro Evangelista Neto<sup>5</sup>, Medeiros Júnior<sup>6</sup>, Rogaciana de Almeida Borges Santos<sup>7</sup> e Amanda Holanda Rocha de Aquino<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Doutor em Ciências Jurídicas e Sociais na Universidade Museu Social da Argentina UMSA e Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. ORCID: 0000-0001-6989-5621. E-mail: guerrison.araujo@professor.ufcg.edu.br;

<sup>2</sup>Assessora Jurídica da FAPESQ/PB, Graduada em Direito pela Universidade Estadual da Paraíba, Especialista em Direito Público com ênfase em gestão pública pela FAMEESP- Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo e pela Faculdade Damásio- SP, Especialista em Advocacia Tributária pela EBRADI; Especialista em Direito do Trabalho pela FAMEESP- Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo, São Paulo, São Paulo. ORCID: 0009-0009-9807-4983. E-mail: sibellemartins.adv@gmail.com;

<sup>3</sup>Mestranda em Administração pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Graduação em Administração Pública pela UFRN Graduação em Ciências Sociais e Especialização em Gestão de Pessoas pela Faculdade do Vale do Jaguaribe, Pombal, Paraíba. ORCID: 0009-0002-3036-4254. E-mail: lu\_gurgel@hotmail.com;

<sup>4</sup>Graduado em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. ORCID: 0009-0004-8047-7462. E-mail: watson.rhydan@gmail.com;

<sup>5</sup>Graduado em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. ORCID: 0009-0008-9785-0963. E-mail: joaoabsolution@gmail.com;

<sup>6</sup>Mestrando em Administração pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Especialista e Graduado em Direito pela Faculdade de Ciências e Tecnologia Mater Christi. ORCID: 0009-0007-9199-941X. E-mail: eudes.medeirosjr@gmail.com;

<sup>7</sup>Bacharela em Direito pela UFCG. Licenciatura Plena em Ciências Exatas e da Natureza pela UFCG. Especialista em Gestão Social: Políticas Públicas, Redes e Defesas de Direitos. Policial Penal da Colônia Penal Agrícola de Sousa. ORCID: 0009-0005-1733-5397. E-mail: rogacianaborges@gmail.com;

<sup>8</sup>Mestra em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. ORCID: 0009-0000-6272-0239. E-mail: ahrochaaquino@gmail.com.

Submetido em: 12/04/2025, revisado em: 15/04/2026 e aceito para publicação em: 17/04/2026.

**RESUMO:** O artigo discute a incorporação da governança climática corporativa e do compliance tecnológico no agronegócio brasileiro diante das metas globais de sustentabilidade discutidas nas COP 28 e 29. Parte-se da hipótese de que a crescente pressão internacional por transparência e neutralidade de carbono transformou a forma como empresas rurais lidam com riscos ambientais e responsabilidade socioambiental. Sob esse prisma, o objetivo é compreender até que ponto os instrumentos de autorregulação e as tecnologias de monitoramento digital, como rastreabilidade por satélite, *blockchain* e inteligência artificial, podem fortalecer a conformidade ambiental e tornar o setor mais legítimo no mercado global. À luz disso, adota-se uma abordagem qualitativa e exploratória, com base em análise bibliográfica, documental e comparativa de marcos regulatórios, relatórios das conferências climáticas e experiências corporativas nacionais e estrangeiras. A partir de tal método, a discussão mostra o avanço da governança climática no agronegócio depende, cada vez mais, da capacidade de transformar tecnologia em ferramenta real de transparência. Como exemplo, iniciativas como o Cadastro Ambiental Rural e o MapBiomass já permitem cruzar dados de solo, vegetação e produção, apresentando de forma quase imediata onde há desmatamento ou irregularidades. Bem como, plataformas privadas, como a *Transparent Livestock Farming*, ampliam esse controle ao registrar, por *blockchain*, a trajetória dos animais desde a fazenda até o frigorífico, criando cadeias produtivas rastreáveis e auditáveis. Da mesma forma, sensores conectados por Internet das Coisas e sistemas de inteligência artificial têm otimizado o uso de água e energia, além de gerar inventários de emissões mais precisos e verificáveis, indicando que o *compliance* é um novo modo de gestão, em que dados e governança caminham juntos.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Política climática; Transformação digital; Novas tecnologias.

**ABSTRACT:** The article discusses the incorporation of corporate climate governance and technological compliance in Brazilian agribusiness in light of the global sustainability goals debated at COP 28 and 29. It is based on the hypothesis that the growing international pressure for transparency and carbon neutrality has transformed the way rural enterprises deal with environmental risks and socio-environmental responsibility. From this perspective, the objective is to understand to what extent self-regulation mechanisms and digital monitoring technologies — such as satellite traceability, blockchain, and artificial intelligence — can strengthen environmental compliance and make the sector more legitimate in the global market. Accordingly, a qualitative and exploratory approach is adopted, based on bibliographical, documentary, and

comparative analysis of regulatory frameworks, climate conference reports, and corporate experiences from both domestic and international contexts. Through this method, the discussion demonstrates that the advancement of climate governance in agribusiness increasingly depends on the ability to transform technology into a real tool for transparency. For instance, initiatives such as the Rural Environmental Registry and MapBiomass already enable the cross-referencing of soil, vegetation, and production data, providing near real-time identification of deforestation and irregularities. Likewise, private platforms such as Transparent Livestock Farming expand this control by recording, through blockchain, the trajectory of animals from farm to slaughterhouse, creating traceable and auditable production chains. Similarly, sensors connected via the Internet of Things and artificial intelligence systems have optimized water and energy use while generating more precise and verifiable emission inventories, indicating that compliance represents a new management model in which data and governance move in tandem.

**Keywords:** Sustainability; Climate policy; Digital transformation; New technologies.

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A preocupação com as mudanças climáticas modificou o papel das empresas na agenda ambiental global. Desde a Conferência de Estocolmo, em 1972, até as recentes Conferências das Partes, a noção de sustentabilidade se converteu em parâmetro jurídico e econômico de governança (Silva; Granziera, 2021).

O agronegócio, setor tão importante para a economia brasileira, encontra-se hoje no centro desse processo de transição, sendo desafiado a alinhar produtividade e mitigação climática em um cenário de crescente pressão por adequação a padrões internacionais de sustentabilidade (Stephanes; Silva, 2023).

Esse contexto impõe uma nova forma de responsabilidade, na qual a governança climática corporativa e o *compliance* tecnológico operam como instrumentos de legitimação e de competitividade no mercado global (Santos; Ribeiro, 2024). Entretanto, ao mesmo tempo em que a autorregulação e os programas de integridade ambiental sinalizam avanços institucionais, existem dúvidas sobre sua efetividade real e sobre o risco de servirem como instrumentos de *greenwashing* (Vilanova; Bazanini, 2023). Outrossim, a ausência de parâmetros normativos e de mecanismos de auditoria tecnológica coloca em questão até que ponto os instrumentos privados de governança podem substituir ou complementar a regulação estatal, especialmente diante das metas de neutralidade climática discutidas nas COP 28 e 29.

Diante disso, o problema que orienta este estudo é compreender quais são os limites jurídicos e institucionais da autorregulação corporativa e do *compliance* tecnológico no agronegócio brasileiro frente às metas de sustentabilidade globais. Logo, o objetivo é discutir de que modo as tecnologias de *compliance* ambiental contribuem, ou não, para consolidar uma governança climática corporativa efetiva no agronegócio, capaz de assegurar alinhamento às metas internacionais de redução de emissões.

Com o desiderato, metodologicamente, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa e exploratória, com base em análise documental e bibliográfica, centrada em tratados internacionais, relatórios oficiais das COP 28 e 29, legislação ambiental brasileira e estudos doutrinários. O método empregado é dedutivo, partindo da construção teórica da governança climática até sua aplicação prática nas estruturas corporativas do agronegócio. Complementarmente, realiza-se uma análise comparativa de instrumentos digitais de *compliance*.

A relevância deste artigo está na urgência de discutir como esse setor, responsável por parcela expressiva das emissões e também por grande parte do PIB nacional, pode integrar inovações tecnológicas à sua governança sem se descolar das exigências éticas, jurídicas e climáticas do século XXI.

Com base nisso, a discussão proposta se justifica pela necessidade de preencher lacunas normativas e interpretativas sobre a função do *compliance* no contexto das metas globais de sustentabilidade, contribuindo para a consolidação de uma cultura empresarial ambientalmente responsável e juridicamente orientada.

## 2 RAÍZES HISTÓRICAS, CONCEITUAIS E AXIOLÓGICAS DA SUSTENTABILIDADE E DA GOVERNANÇA CLIMÁTICA

Antes de se discutir as especificidades da governança climática no campo empresarial, é preciso compreender o processo histórico e normativo que moldou o sentido jurídico da sustentabilidade. O meio ambiente não surge de forma repentina como preocupação do Direito, pois é resultado de uma lenta transformação cultural, política e científica, que gradualmente incorporou a dimensão ecológica às noções de dignidade humana, desenvolvimento e justiça social. Esse percurso levou à construção de uma racionalidade jurídica orientada por valores ambientais, na qual os riscos se converteram em deveres jurídicos de mitigação e adaptação, compartilhados entre o Estado e os agentes econômicos, consolidando uma concepção de Estado de Direito Ambiental, comprometido com a preservação da vida em todas as suas expressões (Sarlet; Fensterseifer, 2022).

O marco fundador desse processo foi a Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972. Naquele contexto, o planeta vivia os efeitos do pós-guerra e do acelerado crescimento industrial, com impactos ambientais cada vez mais visíveis. A Declaração de Estocolmo, ao afirmar que o ser humano tem direito a uma vida digna em um meio ambiente de qualidade, foi a primeira vinculação normativa entre meio ambiente, dignidade e direitos humanos. Esse compromisso coletivo atribuiu aos Estados e à sociedade a responsabilidade de proteger e melhorar o ambiente natural, assegurando sua preservação para as gerações futuras (Organização das Nações Unidas, 1972). A partir desse ponto, a proteção ambiental passou a ser compreendida como um valor jurídico universal, essencial à realização de todos os outros direitos, e não apenas como política pública setorial.

O conceito de desenvolvimento sustentável, consagrado em 1987 pelo Relatório *Our Common Future*, deu novo sentido a essa construção. A ideia de atender às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras passou a ser eixo de uma ética intergeracional que redefine a relação entre economia, sociedade e natureza (World Commission on Environment and Development, 1987). Essa concepção orientou a Conferência do Rio de Janeiro, em 1992, onde se aprovaram a Declaração do Rio, a Agenda 21 e a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima, documentos que estabeleceram os fundamentos jurídicos e políticos da governança ambiental contemporânea.

A Declaração do Rio cooperou com a indissociabilidade entre o direito ao desenvolvimento e a proteção ambiental, introduzindo o princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas, como expressão da justiça ambiental global (Organização das Nações Unidas, 1992). A partir desse marco, o desenvolvimento sustentável integrou o núcleo da ordem jurídica de diversos países. No Brasil, essa incorporação é visível na Constituição de 1988, especialmente no artigo 225, que consagra o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e impõe ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo (Machado, 2024).

Nas décadas seguintes, a agenda climática internacional se expandiu e ganhou densidade normativa. O Protocolo de Kyoto, de 1997, estabeleceu metas obrigatórias de redução de emissões, enquanto o Acordo de Paris, de 2015, foi uma virada ao consagrar o compromisso coletivo de limitar o aumento da temperatura global a níveis seguros, criando mecanismos de transparência, financiamento e revisão periódica de metas (United Nations, 2015b).

Ainda em 2015, a Organização das Nações Unidas aprovou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, cujos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 13, voltado à ação climática, o ODS 12, sobre consumo e produção responsáveis, e o ODS 7, relativo à energia limpa e acessível, consolidaram a dimensão ambiental como núcleo de uma nova governança global. A partir de então, sustentabilidade passou a significar uma diretriz civilizatória que redefine os parâmetros éticos, econômicos e jurídicos da convivência humana no planeta (United Nations, 2015a).

A partir de tal contexto as Conferências das Partes (COPs) se consolidaram como espaços de negociação e revisão coletiva das metas globais de enfrentamento às mudanças climáticas. Nessas reuniões, são estabelecidas novas orientações sobre mitigação, adaptação e mecanismos de mercado, conjecturando a crescente complexidade da governança climática internacional. A COP28, realizada em Dubai, aprovou o *UAE Consensus*, documento que, pela primeira vez, menciona de modo explícito a necessidade de uma transição para longe dos combustíveis fósseis nos sistemas energéticos. A formulação de uma transição justa, ordenada e equitativa, acompanhada do compromisso de triplicar a capacidade de geração de energia renovável e duplicar a eficiência

energética até 2030, elevou o grau de ambição do regime climático global e estabeleceu as bases de expectativa para a COP29, voltada à estruturação de mecanismos de financiamento climático (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2023).

Essas decisões corroboram para a compreensão de que o dever de mitigação e adaptação não se limita à esfera estatal, visto que o setor privado, especialmente as cadeias produtivas de alcance global, é convocado a incorporar padrões de governança climática e práticas de transparência, que incluem relatórios de impacto, mecanismos de *disclosure* e o cumprimento de metas. A partir disso, a litigância climática, que antes se concentrava em ações contra governos, alcança agora corporações transnacionais, impondo responsabilidade jurídica e social por danos ambientais e pela omissão diante das metas internacionais de descarbonização (Oliveira; Moreira, 2022).

Com isso, o conceito de sustentabilidade se converteu em uma categoria normativa com densidade ética e jurídica. Ignacy Sachs (2004) propõe a ideia de ecodesenvolvimento, que integra eficiência econômica, prudência ecológica e justiça social, reconhecendo que a preservação do ambiente e o progresso humano são dimensões complementares ao invés de antagônicas.

A visão de Leonardo Boff amplia esse entendimento ao situar a sustentabilidade na própria dinâmica da vida. Para ele, é toda ação que assegura a manutenção das condições energéticas, informacionais e químicas que sustentam a Terra viva e a comunidade humana. Esse olhar valoriza o capital natural em sua capacidade de regeneração e coevolução, reconhecendo o planeta como um sistema de interdependências que exige cuidado permanente (Boff, 2012).

No plano jurídico, essa concepção integrada mostra que a sustentabilidade também se projeta como critério de racionalidade das decisões públicas e privadas, servindo de eixo interpretativo para harmonizar dignidade da pessoa humana, direitos sociais, ordem econômica e proteção ecológica, compondo um único campo normativo orientado pela justiça ambiental e pela solidariedade global (Aquino, 2020).

O pensamento de Acselrad, Melo e Bezerra (2009) mostra que os impactos ambientais recaem com maior intensidade sobre populações marginalizadas, o que transforma a questão ecológica em tema de justiça social. A partir dessa constatação, o uso e a gestão dos recursos naturais passam a demandar decisões que levem em conta a repartição dos benefícios e dos ônus ambientais, reconhecendo que a sustentabilidade só se concretiza quando se alia à igualdade material e à proteção dos mais vulneráveis.

Assim sendo, comunidades negras, indígenas e periféricas, historicamente marginalizadas, permanecem concentradas em áreas que sofrem os maiores impactos da degradação ambiental, as chamadas zonas de sacrifício. Esses territórios convivem com poluição do ar e da água, ausência de saneamento, contaminação por resíduos industriais e precariedade de políticas públicas. Ao mesmo tempo, seus habitantes têm pouco acesso aos espaços formais de decisão e enfrentam barreiras políticas,

econômicas e institucionais para participar dos processos que determinam o uso do território e dos recursos naturais (Leroy, 2010).

A partir de inserção dessa questão nos textos constitucionais, a sustentabilidade orienta a interpretação do direito ao meio ambiente equilibrado e redefine a legitimidade das políticas de desenvolvimento. No contexto brasileiro, a doutrina do Estado de Direito Ambiental identifica uma transição do modelo liberal-produtivista para um paradigma em que o meio ambiente se torna parâmetro de validade das atividades econômicas e das políticas públicas (Leite; Ayala, 2004). Paulo Affonso Leme Machado observa que o artigo 225 da Constituição Federal de 1988 cria o dever jurídico do Estado e da coletividade de preservá-lo em benefício das gerações presentes e futuras, convertendo a tutela ambiental em núcleo hermenêutico da Constituição (Machado, 2024).

Nessa mesma linha, Édis Milaré entende que a atividade econômica deve observar um regime de licitude condicionada, em que a validade das intervenções sobre o meio ambiente depende do cumprimento de limites ecológicos e da adoção de instrumentos preventivos, como o licenciamento ambiental e a avaliação de impacto, transformando a sustentabilidade em elemento necessário da gestão racional de riscos, aproximando o Direito Ambiental do campo da governança preventiva e da precaução (Milaré, 2020).

Mais recentemente, Sarlet e Wedy (2020) reafirmam que o direito ao desenvolvimento sustentável tem natureza complexa, articulando uma dimensão objetiva, que impõe diretrizes ao Estado e à ordem econômica, e uma dimensão subjetiva, que legitima a atuação da sociedade civil e dos grupos vulneráveis na defesa de modelos de desenvolvimento compatíveis com a integridade ecológica.

É nesse horizonte que se compreende a governança climática como expressão institucional da sustentabilidade, posto que, é uma estrutura de coordenação multinível e multissetorial que busca gerir riscos e impactos das mudanças climáticas por meio de políticas integradas de mitigação e adaptação. O modelo abarca instrumentos regulatórios tradicionais e mecanismos de mercado, incentivos financeiros e ações judiciais estruturais, envolvendo governos, empresas, comunidades e organismos internacionais em uma rede dinâmica de corresponsabilidade global (Nusdeo, 2019).

No cenário internacional, a governança climática é um sistema normativo e institucional que traduz compromissos globais em ações concretas. Estruturada a partir da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, do Acordo de Paris e das deliberações periódicas das COPs, ela transforma metas de longo prazo em planos nacionais, setoriais e empresariais, envolvendo compromissos de mitigação, adaptação e financiamento.

No âmbito interno, esse processo se desdobra na criação de políticas e marcos regulatórios voltados à transição climática, como planos de ação em nível federal, estadual e municipal, instrumentos de transparência, governança participativa e mecanismos de integração entre direito administrativo, urbanístico, agrário e empresarial. A incorporação desses deveres climáticos à legislação

doméstica mostra a expansão da responsabilidade ambiental para além do Estado, atingindo também o setor privado e os agentes financeiros (Oliveira; Moreira, 2022).

Quando essa lógica se projeta sobre as corporações, nasce o conceito de governança climática corporativa, um modelo de gestão que integra as questões climáticas à estrutura das empresas, implicando em incorporar riscos e oportunidades ambientais à tomada de decisão, à gestão de riscos, à política de remuneração e aos mecanismos de prestação de contas.

No contexto brasileiro, cresce o movimento de adaptação dessas práticas às especificidades locais, em que a governança climática corporativa é uma condição de competitividade e de legitimidade social. Como consequência, empresas passam a ser cobradas pela coerência entre sua atuação e os objetivos de uma economia de baixo carbono, aproximando o direito empresarial das exigências ético-jurídicas da sustentabilidade, incorporando a variável climática à noção contemporânea de função social da empresa (Jebai, 2012).

A consolidação teórica dessa governança demanda, entretanto, a compreensão de seus fundamentos axiológicos. O primeiro deles é a solidariedade intergeracional, princípio que orienta toda a arquitetura do direito ambiental contemporâneo. Desde Estocolmo, em 1972, e reafirmado no artigo 225 da Constituição Federal, reconhece-se que o usufruto dos recursos naturais pelo presente não pode comprometer o acesso das gerações futuras a um meio ambiente saudável, impondo obrigações especialmente àquelas com grande impacto ambiental, que devem internalizar em suas práticas produtivas a responsabilidade pela redução de emissões e pela resiliência dos ecossistemas (Sarlet; Fensterseifer, 2022).

Essa noção ganhou novo significado com a ascensão do conceito de justiça climática, onde os custos da mitigação e da adaptação não podem ser transferidos de modo desproporcional para populações vulneráveis, comunidades tradicionais ou países em desenvolvimento. A justiça climática exige, nessa ótica, que as decisões sobre transição energética e políticas de descarbonização considerem quem arca com os ônus e quem usufrui dos benefícios dessas escolhas (Aquino, 2020).

Outra questão é o princípio da precaução, que aparece como resposta à era da incerteza científica e da ampliação dos riscos globais, exigindo ação antecipatória diante da possibilidade de danos graves ou irreversíveis, ainda que não exista certeza científica plena sobre sua ocorrência. A sociedade de risco, como delineada por Ulrich Beck, inspira a reorganização das responsabilidades públicas e privadas sob uma lógica preventiva. No campo ambiental, José Rubens Morato Leite e Patryck Ayala defendem que o Direito deve abandonar o paradigma reativo, estruturando sistemas de licenciamento e responsabilidade civil capazes de impedir que o dano ocorra, e não apenas de repará-lo (Leite; Ayala, 2004).

Diante de tal contextualização histórica e conceitual, a compreensão do percurso histórico que consolidou a sustentabilidade como valor jurídico universal permite agora direcionar a discussão para as formas de sua concretização prática no âmbito econômico. Superada a etapa conceitual e normativa, o desafio passa a ser o de traduzir princípios ambientais em mecanismos

efetivos de gestão, especialmente em setores de alta relevância produtiva e impacto ecológico, como o agronegócio.

Dessa maneira, o diálogo entre Direito e economia ganha densidade, e surgem novos instrumentos voltados à internalização das responsabilidades ambientais pelas próprias empresas. É nessa vista de transição, em que a sustentabilidade passa a se torna exigência de governança, que se insere o estudo sobre a autorregulação e o *compliance* ambiental no agronegócio brasileiro.

Nesse caminho, a regulação do meio ambiente no espectro do agronegócio brasileiro precisa ser entendida à luz da Carta Magna, que reconhece o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos e bem de uso comum, impondo ao Estado e à coletividade o dever de protegê-lo e preservá-lo. De tal modo, a atividade econômica, especialmente a agrícola, não pode ser dissociada da preservação dos recursos naturais e da prevenção de danos ambientais, passando a integrar o próprio conteúdo jurídico da liberdade de empreender.

### 3 A AUTORREGULAÇÃO E O COMPLIANCE AMBIENTAL NO AGRONEGÓCIO SUSTENTÁVEL

Diante do contexto do tópico anterior, os instrumentos de governança privada, como códigos internos de conduta, programas de integridade e selos de sustentabilidade, passam a assumir uma natureza jurídica mais densa, sendo formas de efetivação de deveres já previstos no ordenamento, expressando o compromisso empresarial com os valores constitucionais de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável (Machado, 2024).

A autorregulação atua de modo complementar, conformando um sistema híbrido que combina normas públicas com instrumentos de *soft law* e padrões voluntários capazes de influenciar a responsabilidade jurídica das empresas rurais (Fiorillo, 2020). Essa dimensão preventiva está conectada ao princípio da precaução, previsto na Declaração do Rio de 1992 e incorporado ao ordenamento brasileiro, segundo o qual a ausência de certeza científica não pode justificar a inércia diante de ameaças sérias ou irreversíveis ao meio ambiente. Com isso, os códigos de conduta e as certificações atuam como instrumentos antecipatórios, que internalizam riscos e evitam a transferência de custos ambientais à coletividade (Silva; Granziera, 2021).

No plano infraconstitucional, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n. 6.938/1981) introduziu a lógica de comando e controle, criando mecanismos de licenciamento, avaliação de impacto, fiscalização e responsabilização objetiva por danos ecológicos. Esse modelo inaugurou uma etapa em que a atividade agroindustrial opera sob critérios preventivos e reparatórios, articulando-se com políticas de proteção ambiental mais amplas (Milaré, 2020). Com o tempo, o ordenamento evoluiu para incluir instrumentos de incentivo e cooperação, que convidam o setor privado a assumir compromissos voluntários ou complementares à regulação estatal.

A emergência de uma regulação responsiva, conceito desenvolvido por Ayres e Braithwaite (1992), é um deslocamento do modelo exclusivamente sancionador para uma abordagem de corresponsabilidade, em que o Estado estimula a conformidade espontânea antes de recorrer a punições. Esse paradigma tem sido aplicado ao direito ambiental para promover diálogo entre reguladores e agentes econômicos, incentivando práticas de autorregulação mais maduras e transparentes.

Um exemplo expressivo é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.305/2010), que consagrou o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e criou metas de logística reversa para embalagens, inclusive de agrotóxicos. A partir disso, essa norma redefiniu o papel das empresas, mudando o foco da destinação final para a criação de sistemas de gestão e reaproveitamento de resíduos, integrando a sustentabilidade às estratégias corporativas (Brasil, 2010).

Com a aprovação da Lei n. 14.119/2021, que criou a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), percebe-se a tendência de valorizar juridicamente práticas conservacionistas adotadas por produtores rurais. Tal instrumento introduziu a possibilidade de contratos em que a manutenção de vegetação nativa, a proteção de nascentes e o manejo sustentável são condições para a remuneração, aproximando o direito ambiental dos mecanismos de incentivo econômico (Brasil, 2021).

Essa lógica de recompensa, porém, não elimina o dever de cumprimento das obrigações ambientais, pois o reforça, articulando instrumentos econômicos e de responsabilização, reafirmando a função socioambiental da propriedade.

No âmbito internacional, a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) expandiram a densidade normativa da sustentabilidade ao vincularem padrões de produção e consumo responsáveis (ODS 12) e ação climática (ODS 13) à revisão de práticas empresariais e ao compromisso de mensurar e reduzir impactos ambientais nas cadeias produtivas (UN, 2015).

As conferências do clima mais recentes cooperaram com essa orientação, considerando que a COP 28 solidificou o consenso sobre a necessidade de acelerar a transição energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis enquanto a COP 29 torceu o debate para o financiamento climático, ampliando a expectativa de que os fluxos de capital privilegiem cadeias produtivas sustentáveis, o que inclui o agronegócio exportador brasileiro (UNFCCC, 2023; UNFCCC, 2024).

Nesse novo caminho, a governança corporativa ambiental se alinha a padrões internacionais de gestão, como a ISO 14001, que define parâmetros para identificação de impactos, cumprimento de obrigações legais e melhoria contínua do desempenho ambiental (ISO, 2015).

Porém, é válido citar que sua adoção necessita das empresas um controle sobre fontes de poluição, transformando a conformidade ambiental em parte da estrutura organizacional. Também, a incorporação dos critérios ESG insere o agronegócio em um debate jurídico mais amplo sobre a responsabilidade empresarial e a

função social da empresa e da propriedade (Redecker; Trindade, 2021).

É nesse ponto que o conceito de *compliance* ambiental adquire maior relevância, sendo a tradução prática do dever de conformidade e prevenção, articulando políticas internas, procedimentos de controle, instâncias decisórias e canais de denúncia capazes de garantir o cumprimento das normas ambientais e a mitigação de riscos. O *compliance* ambiental é uma forma de gestão preventiva da responsabilidade, integrando o direito e a ética empresarial em uma mesma estrutura de governança (Silveira; Saad-Diniz, 2015).

Quando o modelo de *compliance* é adaptado ao campo ambiental e, especialmente, ao agronegócio, ele passa a envolver dimensões que envolvem licenciamento, cumprimento do Código Florestal, controle de resíduos, monitoramento de emissões e atendimento a requisitos contratuais de sustentabilidade. Mas, essa ampliação demanda um arranjo capaz de estabelecer diálogo com órgãos de fiscalização, agentes financeiros e compradores, de modo a alinhar a produção às exigências legais e de mercado (Faria, 2019).

No agronegócio brasileiro, observa-se que os programas de *compliance* ambiental se fortalecem pela convergência de três fatores, tais como o endurecimento da responsabilização administrativa, civil e penal por danos ecológicos, a crescente exigência de comprovação de conformidade por parte de bancos, seguradoras e fundos de investimento, bem como a pressão dos mercados consumidores, que condicionam a compra de produtos à comprovação de origem sustentável (Silva Júnior; Andrade, 2024).

Tal conjunto de práticas e normas, que antes se associava somente à prevenção de práticas ilícitas e à integridade anticorrupção, expressar agora a capacidade das empresas de gerir riscos ambientais e mostrar transparência perante investidores e consumidores.

Objetivando a se adequar a essas novas questões, fundos de investimento, bancos de desenvolvimento e *tradings* internacionais passaram a avaliar o desempenho ambiental e social das empresas como critério determinante para a manutenção de contratos e o acesso a produtos financeiros, o que se relaciona com exigências de legislações estrangeiras voltadas ao combate ao desmatamento importado (Medeiros, 2023).

Essa convergência normativa e mercadológica aprimora a percepção de que a sustentabilidade é uma vantagem competitiva, obrigação jurídica e ética que redefine a própria função social da empresa. No agronegócio, isso implica compreender a gestão ambiental como investimento em legitimidade, governança e permanência no mercado global (Stephanes; Silva, 2023).

#### 4 OS INSTRUMENTOS DIGITAIS DA GOVERNANÇA CLIMÁTICA NO AGRONEGÓCIO

Em termos conceituais, *compliance* tecnológico envolve a combinação de programas de integridade ambiental, já consolidados na literatura e discutidos no tópico anterior, com tecnologias atuais capazes de registrar, processar e disponibilizar informações sobre o

desempenho climático da empresa. A doutrina que discute sobre isso entende que é um instrumento de realização de direitos humanos, onde a gestão de riscos socioambientais necessita de mecanismos de monitoramento permanente, transparência e prestação de contas, especialmente em cadeias produtivas difusas, de forte impacto territorial (Rezende; Generoso, 2023).

No agronegócio, esse movimento se endossa com a necessidade de atender a padrões de licenciamento, condicionantes ambientais, embargos, termos de ajustamento de conduta e exigências de financiadores, que hoje já vinculam a concessão de crédito ao cumprimento de normas ambientais e climáticas (Papp, 2019). O que distingue o *compliance* tecnológico é a integração desses deveres a sistemas digitais de gestão, de forma que o controle de conformidade emita alertas, gere trilhas de auditoria e produza relatórios de maneira automatizada, a partir de dados oriundos de sensores, imagens de satélite, registros de transação e bases públicas.

Essa integração é estimulada por marcos normativos que legitimam o caráter mensurável e verificável das obrigações climáticas. A Política Nacional sobre Mudança do Clima criou metas de redução de emissões e instrumentos de planejamento, enquanto atos posteriores, como o Decreto nº 11.075/2022, estruturam o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa, vinculando setores, entre eles o agropecuário, à elaboração de planos setoriais com indicadores específicos e metas graduais (Brasil, 2022).

Igualmente, o Código Florestal, ao disciplinar Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e o Cadastro Ambiental Rural (CAR), faz do registro eletrônico georreferenciado das propriedades rurais um requisito para o controle, o monitoramento e o combate ao desmatamento (Milaré, 2020). O resultado é um ambiente jurídico em que a empresa agroindustrial não consegue demonstrar aderência às normas climáticas e ambientais sem dialogar com bases de dados espaciais, sistemas de monitoramento e plataformas eletrônicas de regularização, o que empurra o citado instrumento para uma lógica tecnológica.

A própria concepção de sustentabilidade que orienta a governança climática corrobora para esse arranjo. Desde as formulações de Ignacy Sachs sobre ecodesenvolvimento, discutida inicialmente no artigo, é enfatizado a necessidade de conciliar eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica mediante planejamento de longo prazo e uso de instrumentos de gestão ambiental (Sachs, 2004).

A literatura de Romeiro (2012) sobre desenvolvimento sustentável ensina que, em sociedades altamente urbanizadas e integradas a mercados globais, a redução de emissões e a proteção de recursos naturais dependem da capacidade de medir fluxos de matéria e energia, estabelecer limites e controlar externalidades de forma contínua.

Ao mesmo tempo, abordagens de governança de recursos comuns, como a de Elinor Ostrom (1990), realçam a importância de arranjos policêntricos, nos quais atores públicos e privados compartilham responsabilidades, definem regras adaptativas e utilizam informações atualizadas para ajustar incentivos e sanções. Nesse

quadro, o *compliance* atua como infraestrutura informacional que permite ao agronegócio internalizar esses parâmetros de sustentabilidade em sua rotina decisória e em seus fluxos de produção.

Entre os instrumentos concretos desse *compliance* digital, o uso de *big data* (Silva; Granziera, 2021) e de sensoriamento remoto tem útil para a mensuração de emissões e o controle do uso do solo. No Brasil, plataformas como o MapBiomias apresentam séries históricas anuais de cobertura e uso da terra para todo o território brasileiro, com resolução espacial suficiente para a análise de áreas rurais, permitindo identificar desmatamentos recentes, regeneração de vegetação e conversões de uso associadas à expansão agropecuária.

Sobre justamente isso, Adarme *et al.* (2020) explicam que modelos de aprendizado de máquina e referências produzidas por projetos como o próprio MapBiomias já demonstraram capacidade de detectar desmatamento na Amazônia e no Cerrado com altos índices de acurácia, em prazos compatíveis com a necessidade de resposta rápida por parte de órgãos de controle e empresas que assumem compromissos de desmatamento zero.

Quando essas informações são integradas a sistemas de gestão de fazendas e de compras corporativas, é possível cruzar polígonos de CAR, contratos de fornecimento, rotas de transporte e dados de vegetação para excluir da cadeia produtiva áreas com passivos ambientais, o que melhora a rastreabilidade e alimenta relatórios de conformidade climática dirigidos a reguladores, investidores e organismos internacionais.

Outro componente é a Internet das Coisas (IoT), que conecta sensores de solo, pluviômetros automáticos, coletores de dados em máquinas agrícolas e estações meteorológicas locais a plataformas em nuvem. Sobre tal tecnologia, Lima *et al.* (2020) mostram que essas redes permitem monitorar, em tempo quase real, variáveis como umidade do solo, índice de vegetação, temperatura, eficiência energética de sistemas de irrigação e desempenho de equipamentos, possibilitando ajustes finos de plantio, adubação e manejo hídrico.

Em perspectiva climática, a principal consequência é a redução de desperdícios de água e de insumos, bem como o controle mais preciso de emissões ligadas ao uso de energia e fertilizantes. A partir desses dados, empresas conseguem construir inventários de emissões baseados em medições, e não apenas em fatores médios, o que melhora a qualidade dos relatórios submetidos a iniciativas de *disclosure* climático e a padrões internacionais como o *GHG Protocol*<sup>1</sup> e as recomendações da TCFD<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> O GHG Protocol (*Greenhouse Gas Protocol*) é o principal padrão internacional para contabilizar e relatar emissões de gases de efeito estufa (GEE). Ele foi criado em parceria entre o *World Resources Institute* (WRI) e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) e serve como base para empresas, governos e organizações medirem, gerenciarem e divulgarem suas emissões (Arruda, 2018).

A inteligência artificial, por sua vez, amplia a capacidade de transformar esse grande volume de dados em decisões (Fachin; Fachin; Silva, 2022), considerando que modelos de aprendizado profundo já são aplicados à detecção automática de desmatamento e degradação florestal a partir de imagens de sensoriamento remoto, distinguindo padrões de corte raso, queimadas e regeneração com elevada precisão (Adarme *et al.*, 2020).

Outra questão abordada recentemente é o uso de algoritmos de classificação e *scoring* ambiental, em que vêm sendo amplamente empregados na cadeia do agronegócio para hierarquizar fornecedores segundo seu risco climático e de desmatamento. Essas ferramentas cruzam dados de diferentes origens a fim de gerar indicadores automatizados de conformidade socioambiental. A partir disso, tais sistemas são capazes de identificar a origem geográfica de produtos e medir o grau de exposição de cada fornecedor a áreas de risco ambiental. Zu Ermgassen *et al.* (2020) mostram que essa lógica ao desenvolver um modelo de *deforestation risk score* aplicado à cadeia da carne bovina exportada, combinando bases públicas e dados espaciais de desmatamento para calcular o risco individual de fazendas e frigoríficos. Já Brandão Jr. *et al.* (2023) utilizam registros de trânsito animal e mapas fundiários para delimitar zonas de abastecimento e vincular fornecedores a frigoríficos específicos, criando um mapeamento dinâmico da origem da produção.

Essa automação de análise e ranqueamento permite que grandes *tradings*, frigoríficos e cooperativas ajustem suas políticas de compra com base em critérios objetivos de risco. Na prática, produtores localizados em áreas sensíveis passam a ser submetidos a exigências de mitigação e transparência, enquanto aqueles que descumprem condicionantes ambientais têm suas transações suspensas, aprimorando a governança climática orientada por dados e critérios de responsabilidade compartilhada.

Ao mesmo tempo, a doutrina alerta para o fato de que esses sistemas, quando opacos, podem gerar diferenças de informação, discriminação indireta e esvaziamento de garantias de devido processo, exigindo salvaguardas jurídicas quanto à transparência, auditabilidade e contestabilidade das decisões automatizadas (Hildebrandt, 2015).

Entre as tecnologias que mais têm dialogado com a questão ambiental é a *blockchain* (Silva; Garcez, 2023). Por se tratar de um registro distribuído e imutável, apto a registrar transações de forma encadeada, essa tecnologia permite construir trilhas de auditoria em que cada etapa da cadeia produtiva é associada a certificados, carimbos de

<sup>2</sup> O TCFD significa *Task Force on Climate-related Financial Disclosures*, em português, Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima. Criada em 2015 pelo *Financial Stability Board* (FSB), objetiva padronizar e incentivar a transparência das informações financeiras ligadas aos riscos e oportunidades climáticas nas empresas, especialmente aquelas de capital aberto, instituições financeiras e grandes corporações com impacto ambiental expressivo (Carlini, 2024).

tempo, coordenadas geográficas e resultados de verificações independentes (Difrancesco *et al.*, 2022).

Experiências internacionais mostram bem esse potencial. Como exemplo, trago a parceria entre Walmart e IBM, em que empregou tal tecnologia para rastrear alimentos perecíveis, reduzindo o tempo necessário para identificar a origem de um lote de folhas de salada de semanas para segundos, o que foi importante para responder a crises sanitárias e, ao mesmo tempo, ativar mecanismos de responsabilidade na cadeia (Linardakis, 2019).

Ainda, iniciativas como a da Nestlé, ao utilizar *blockchain* em cadeias de café, laticínios e óleo de palma, mostram que a mesma lógica pode ser aplicada a metas climáticas, ao permitir que consumidores, investidores e reguladores acompanhem, com base em informação verificável, se um produto provém de áreas livres de desmatamento e se atende a compromissos de neutralidade de carbono (Nestlé, 2019).

No Brasil, essa convergência entre *compliance* tecnológico e governança climática se apresenta em pelo menos três experiências que exemplificam o papel das tecnologias na concretização de deveres ambientais. O primeiro caso é o do Cadastro Ambiental Rural, criado pelo Código Florestal como registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais e destinado a integrar informações georreferenciadas sobre Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal, uso restrito, remanescentes de vegetação nativa e áreas consolidadas.

Em diversos estados, o CAR passou a ser cruzado com dados de sensores remotos e com as bases do MapBiomas, permitindo detectar inconsistências entre a autodeclaração do proprietário e a realidade observada por satélite e subsidiando programas de regularização ambiental e de combate ao desmatamento. A partir desse cruzamento, a inscrição no CAR passou a ser requisito para acesso a crédito rural, para adesão a programas de regularização e para a própria conformidade de operações de compra de *commodities* agrícolas por empresas exportadoras, integrando o registro público a programas privados de *compliance* climático na medida em que o número do cadastro é exigido e conferido em cadastros eletrônicos internos.

O segundo caso diz respeito ao uso combinado de *blockchain* e geotecnologias na cadeia da carne bovina. Em 2021, a JBS lançou a *Transparent Livestock Farming Platform*, uma plataforma gratuita baseada em *blockchain* destinada a ampliar a rastreabilidade de fornecedores diretos e indiretos na Amazônia, permitindo o compartilhamento de informações sobre origens de animais, sobreposição com áreas embargadas e eventuais vínculos com desmatamento (JBS, 2021).

Um terceiro campo de experimentação está na agricultura digital baseada em IoT e análise de dados em propriedades agrícolas brasileiras. Novamente, Lima et al. (2020) apresentam que projetos em que redes de sensores medem, em tempo contínuo, parâmetros de solo e clima em lavouras de grãos, integrando essas medições a modelos agrônômicos que otimizam a irrigação, a aplicação de fertilizantes e o manejo de maquinário.

A partir desses dados, empresas agroexportadoras conseguem quantificar, com mais precisão, a pegada de carbono de determinados produtos, incorporar essas informações em certificações ambientais e demonstrar, diante de compradores estrangeiros, que determinados lotes atendem a requisitos de baixo carbono.

Porém, finalizando este artigo, entendo que a arquitetura regulatória brasileira ainda está em construção diante da problemática levantada, havendo, ainda hoje, grande fragmentação normativa, a existência de múltiplos instrumentos e a dificuldade de harmonizar esses mecanismos com padrões de governança digital que assegurem interoperabilidade, abertura de dados e controle público sobre a infraestrutura informacional utilizada pelo setor privado.

Ao mesmo tempo, o debate em torno de projetos de lei sobre inteligência artificial e sobre mercados regulados de carbono aponta para a necessidade de cláusulas específicas sobre transparência algorítmica, deveres de *due diligence* digital e mecanismos de fiscalização das plataformas de rastreabilidade, de modo a evitar que a autorregulação tecnicizada do agronegócio se afaste de parâmetros mínimos de responsabilidade e de respeito a direitos basilares.

Outrossim, ressalto que o *compliance* e os instrumentos digitais de governança no agro não devem ser vistos como substitutos da atuação estatal ou do licenciamento ambiental, posto que entendo ser camadas de responsabilização que, quando corretamente enquadradas, podem reduzir corroborar com a transparência e tornar verificáveis compromissos climáticos assumidos no plano internacional.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão mostrou que a governança climática deixou de ser um discurso para ser método quando a empresa mede, verifica e presta contas com clareza. No agronegócio, isso significa integrar rastreabilidade por dados, monitoramento e gestão de riscos ao próprio ciclo de decisão, em que compras, crédito, logística, contratos e remuneração de alta administração passam a responder a métricas ambientais verificáveis.

Autorregulação, aqui, não é verniz, é compromisso público com processos auditáveis, interoperabilidade de informações e abertura das caixas-pretas tecnológicas. Assim sendo, sem esses elementos, a promessa de sustentabilidade se dissolve em ruído, com perda de confiança, de mercados e de financiamento.

O caminho é, dessarte, combinar inovação e responsabilidade, onde tecnologias produzam trilhas de evidência, governança assegura contestação e correção, e alinhamento estratégico entre metas climáticas e resultados operacionais. Quando essas questões funcionam, o agronegócio atua em alto padrão, reduzindo passivos, ampliando competitividade e respondendo à sociedade com transparência.

É essa virada que aproxima as metas internacionais do cotidiano das fazendas e das indústrias, transformando *compliance* tecnológico em vantagem real e governança climática em critério de permanência no século XXI.

## REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecília; BEZERRA, Gustavo. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.
- ADARME, Mabel Ortega et al. Evaluation of Deep Learning Techniques for Deforestation Detection in the Brazilian Amazon and Cerrado Biomes From Remote Sensing Imagery. **Remote. Sens.**, v. 12, n. 6, p. 910, 2020.
- ALVES, Gabriela Fernandes Santos et al. Avanços e desafios em relação ao Marco Legal do Clima no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 16, n. 10, p. e5309-e5309, 2025.
- AQUINO, Valéria Emília de. O direito ao meio ambiente como um metavalor no paradigma ambiental. **Cadernos Eletrônicos Direito Internacional sem Fronteiras**, v. 2, n. 2, e20200231, jul./dez. 2020.
- ARRUDA, Harleson Bruno Oliveira. Mapeamento das emissões de gases de efeito estufa em uma empresa do setor energético. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 3, p. 108-118, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001:2015**: sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 12 abril. 2026.
- AYRES, Ian; BRAITHWAITE, John. **Responsive regulation: Transcending the deregulation debate**. Oxford University Press, USA, 1992.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.
- BRANDÃO JR, Amintas et al. Mapping slaughterhouse supply zones in the Brazilian Amazon with cattle transit records. **Land**, v. 12, n. 9, p. 1782, 2023.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 12 abril. 2026.
- BRASIL. **Decreto n. 11.075, de 19 de maio de 2022**. Estabelece procedimentos para os Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas e institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de GEE. Brasília, DF: Presidência da República, 2022. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2022/decreto/d11075imprensa.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11075imprensa.htm). Acesso em: 12 abril. 2026.
- BRASIL. **Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm). Acesso em: 12 abril. 2026.
- BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 12 abril. 2026.
- BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e institui o Cadastro Ambiental Rural. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 12 abril. 2026.
- BRASIL. **Lei n. 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e altera as Leis n. 8.212, de 24 de julho de 1991, e n. 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/114119.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114119.htm). Acesso em: 12 abril. 2026.
- BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 12 abril. 2026.
- CAMPOS FILHO, Edinei Silva de; OLIVEIRA, Edenis Cesar de. As dimensões ESG aplicadas ao agronegócio: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 14, n. 11, p. 20304-20326, 2023.
- CARLINI, Roberta Carvalho. **ESG: A Tríade Estratégica do Modelo de Negócio Rumo à Sustentabilidade e Longevidade Empresarial**. Editora Dialética, 2024.
- CEBDS. CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Estabelecendo um novo paradigma**: métricas e indicadores para impulsionar a agricultura regenerativa no Brasil. Rio de Janeiro: CEBDS, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.cebds.org/publicacao-metricas-e-indicadores-agricultura-regenerativa-duplicado>. Acesso em: 12 abril. 2026.
- DIFRANCESCO, Rita Maria; MEENA, Purushottam; KUMAR, Gopal. How blockchain technology improves sustainable supply chain processes: a practical guide. **Operations Management Research**, v. 16, n. 2, p. 620-641, 2023.

FARIA, Nayane Ribeiro. **Compliance ambiental afeito à política de crédito em empresas do agronegócio**: requisito de caráter socioambiental e ético coligado ao desenvolvimento sustentável. 2019. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

FACHIN, Jéssica; FACHIN, Zulmar; DA SILVA, Deise Marcelino. Princípios de inteligência artificial. **Revista Eletrônica da Academia Brasileira de Direito Constitucional**, v. 14, n. 26, p. 362-381, 2022.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 20. ed. São Paulo: Saraiva Jur, 2020.

JBS. **Transparent Livestock Farming Platform**. 2021. Disponível em: <https://jbs360.com.br>. Acesso em: 12 abril. 2026.

JEBAL, Gihan Teixeira. **Governança climática corporativa**: desafios e oportunidades frente à nova economia de baixo carbono. Curitiba, 2012. Monografia (Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono) – Universidade Federal do Paraná.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. **Direito ambiental na sociedade de risco**. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004.

LIMA, Gustavo Correa et al. Agro 4.0: Enabling agriculture digital transformation through IoT. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, p. e20207771, 2021.

LINARDAKIS, Nikos. **IBM Food Trust**: how blockchain digitally transforms the food supply chain. 2019. Disponível em: <https://www.amcham.gr>. Acesso em: 12 abril. 2026.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 30. ed. São Paulo: Malheiros, 2024.

MALAGODI, Marco Antonio Sampaio. Geografias do dissenso: sobre conflitos, justiça ambiental e cartografia social no Brasil. **Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2012.

MALATRASI, Larissa Galli; BEZERRA, Juscelino Eudâmidas. Agronegócio e fundos de investimento ESG no Brasil: impactos socioambientais. **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 149-166, 2024.

MAPBIOMAS. **Plataforma MapBiomass Brasil**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 12 abril. 2026.

MEDEIROS, Patrícia Arantes de Paiva. ESG e agronegócio brasileiro: relação nas cadeias de produção agrícola, competitividade e impactos de instabilidades econômico-políticas mundiais. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, Lisboa, ano 9, n. 3, p. 239-274, 2023.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 12. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020.

NANDI, Carolina Pedroso Oselame. **A autorregulação como instrumento das relações de trabalho**: adoção de ESG nos regulamentos de empresa e instrumentos coletivos de trabalho. 2024. Dissertação (Mestrado em Direito) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Escola de Direito, Porto Alegre, 2024.

NESTLÉ. **Nestlé breaks new ground with open blockchain pilot**. Vevey, 2019. Disponível em: <https://www.nestle.com>. Acesso em: 12 abril. 2026.

NUSDEO, Ana Maria de Oliveira. Litigância e governança climática: possíveis impactos e implicações. In: **Litigância climática no Brasil: novas fronteiras para o direito ambiental**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2019.

OLIVEIRA, Alex; MOREIRA, Eliane Cristina Pinto. A litigância climática como estratégia de governança: uma alternativa à omissão estatal frente às mudanças climáticas. **Revista Jurídica FA7**, Fortaleza, v. 19, n. 1, p. 99-110, jan./abr. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano**. Estocolmo: ONU, 1972. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>. Acesso em: 12 abril. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: ONU, 1992. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>. Acesso em: 12 abril. 2026.

OSTROM, Elinor. **Governing the commons**: the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PAPP, Leonardo. Compliance ambiental aplicado ao agronegócio: instrumento de identificação e mitigação de riscos jurídicos. In: PARRA, Rafaela (org.). **Direito aplicado ao agronegócio: uma abordagem multidisciplinar**. 2. ed. Londrina: Thor, 2019. p. 429-448.

PROCKNOW, Ritchelle; MACHADO FILHO, Claudio Antonio Pinheiro; NAVARRETE, Sabrina Della Santa. Environmental, social and governance (ESG): análise de investimentos no agronegócio sob a perspectiva de fundos de investimentos. **Revista Competitividade e Sustentabilidade**, Cascavel, v. 11, n. 1, p. 85-108, 2024.

REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL. **A evolução do ESG no Brasil**. São Paulo: Rede Brasil do Pacto Global, 2021. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/library/1004>. Acesso em: 12 abril. 2026.

REDECKER, Ana Carolina; TRINDADE, Luciana de Medeiros. Práticas de ESG em sociedades anônimas de capital aberto: um diálogo entre a função social instituída pela Lei n. 6.404/76 e a geração de valor. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, Lisboa, ano 7, n. 2, p. 59-125, 2021.

REZENDE, Elcio Nacur; GENEROSO, Francisco Chaves. O compliance ambiental empresarial como instrumento de concretização dos direitos humanos. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 14, n. 1, e236, 2023.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, p. 65-92, 2012.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. **Curso de direito ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022.

SANTOS, Juliana Pinheiro; RIBEIRO, Letícia Simões. Governança ESG no agronegócio: uma análise das tendências, práticas e lacunas. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 9, p. e4162-e4162, 2024.

SARLET, Ingo Wolfgang; WEDY, Gabriel de Jesus Tedesco. Algumas notas sobre o direito fundamental ao desenvolvimento sustentável e a sua dimensão subjetiva e objetiva. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, v. 10, n. 3, p. 20-39, 2020.

SILVA JÚNIOR, Oberdan Martins da; ANDRADE, Maxwell Mota de. A importância do compliance ambiental no agronegócio brasileiro: riscos, desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 10, n. 11, p. 3250-3266, 2024.

SILVA, Deise Marcelino; GARCEZ, Gabriela Soldano. De Ulrich Beck a Klaus Schwab: a transformação do direito ambiental brasileiro no contexto do reposicionamento do risco frente à quarta revolução industrial. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 13, n. 1, 2023.

SILVA, Deise Marcelino; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Princípio da precaução no Direito Ambiental brasileiro: do avanço tecnológico à contenção das externalidades. **Revista do Mestrado em Direito da UCB**, v. 15, n. 1, Jan/Jun, p. 80-105, 2021.

SILVA, Deise Marcelino; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Big Data da água: tecnologia e informação na proteção e efetivação do direito fundamental de acesso à água potável. **Revista da AJURIS**, v. 48, n. 151, p. 61-90, 2021.

SILVEIRA, Renato de Mello Jorge; SAAD-DINIZ, Eduardo. **Compliance, direito penal e Lei Anticorrupção**. São Paulo: Saraiva, 2015.

STEPHANES, Gabriela Vianna; SILVA, Deise Marcelino. O Direito Agrário brasileiro no contexto do desenvolvimento sustentável na era digital. **Revista Direito & Paz**, v. 1, n. 48, p. 60-81, 2023.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Key takeaways from COP29 and the road ahead for developing countries**. Geneva: UNCTAD, 2024. Disponível em: <https://unctad.org/news/key-takeaways-cop29-and-road-ahead-developing-countries>. Acesso em: 12 abril. 2026.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **COP28 agreement signals “beginning of the end” of the fossil fuel era**. Bonn: UNFCCC, 2023. Disponível em: <https://unfccc.int/news/cop28-agreement-signals-beginning-of-the-end-of-the-fossil-fuel-era>. Acesso em: 12 abril. 2026.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Outcome of the first global stocktake: decision 1/CMA.5 (The UAE Consensus)**. Dubai: UNFCCC, 2023. Disponível em: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2023\\_16a01\\_adv.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2023_16a01_adv.pdf). Acesso em: 12 abril. 2026.

UNITED NATIONS. **Paris Agreement. Paris**: United Nations, 2015. Disponível em: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf). Acesso em: 12 abril. 2026.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Resolution A/RES/70/1. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 12 abril. 2026.

VILANOVA, Miguel Eugenio Minuzzi; BAZANINI, Roberto. Proposta de modelo de indicadores sustentáveis para cadeia produtiva da carne bovina brasileira: combate às práticas de greenwashing. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 13, n. 4, p. 177-196, 2023.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 12 abril. 2026.

ZU ERMGASSEN, Erasmus KHJ et al. The origin, supply chain, and deforestation risk of Brazil's beef exports. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 50, p. 31770-31779, 2020.