ISSN 2675-634-X
V. 1 · N. 1 · 2026

PUBLICAÇÃO **FIURJ**
PERIÓDICO CIENTÍFICO

FACULDADE INSTITUTO RIO DE JANEIRO

Revista de Ciências *Jurídicas e Sociais*

IURJ

01

INFOAGRO

EDIÇÃO ESPECIAL

REALIZAÇÃO E APOIO INSTITUCIONAL

AFIURJ · INFOAGRO · FIURJ

Apresentação

A **Revista de Ciências Jurídicas e Sociais - IURJ** é uma publicação quadrimestral da Faculdade Instituto Rio de Janeiro, aberta à publicação de trabalhos na área de Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas incluindo Direito, Administração, Ciência Política e Relações Internacionais, Economia, Psicologia. O periódico tem por missão divulgar trabalhos de qualidade de modo a favorecer o diálogo científico entre pesquisadores de instituições do Brasil e do Exterior oferecendo material para pesquisas futuras, atualização e reflexão.

A **Revista de Ciências Jurídicas e Sociais - IURJ** tem por objetivos:

- Contribuir para a formação dos profissionais envolvidos na área das Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas;
- Publicar trabalhos científicos de reconhecido interesse no campo das Ciências Jurídicas, Relações Internacionais, Gestão Empresarial e da Psicologia.
- Publicar trabalhos originais não publicados anteriormente em outro veículo (revista, periódico, sites, jornal eletrônico, anais de congresso, dentre outros) que se enquadrem nas seguintes categorias:

a) Artigo Original: destina-se a divulgação de resultados de pesquisa original inédita de natureza empírica, experimental ou conceitual;

b) Artigo de Revisão: destina-se a avaliações críticas e ordenadas da literatura sobre um determinado tema que expresse experiência do(s) autor(es) na área e não apenas revisão da literatura;

c) Resenhas: textos que possibilitem a leitura crítica e a difusão de obras de destaque lançadas recentemente no mercado editorial;

d) Ensaios: textos em que os autores apresentem sua contribuição original à reflexão teórica acerca dos temas mais relevantes na área de atuação da revista.

Aceitam-se trabalhos escritos nas línguas portuguesa, espanhola e inglesa.

Editor Chefe

Carlos Tomaz, doutor, Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

Conselho Editorial

1. Alex Sander Xavier Pires, Doutor, Universidade Autónoma de Lisboa, Portugal.
2. Allan Kardec Duailibe Barros Filho, Doutor, Universidade Federal do Maranhão, Brasil.
3. Antonella Gasbarri, Doutora, Università degli Studi di L'Aquila, Itália.
4. Augusto Cesar Leite de Carvalho, Doutor, Universidade de Brasília, Brasil.
5. Bruna Capparelli, Doutora, Universitá di Bologna, Itália.
6. Claudio Carneiro Bezerra Pinto Coelho – Doutor, Centro Universitário dos Guararapes, Brasil.
7. Douglas de Alencar Rodrigues, Mestre, Instituto Ensino Superior de Brasília, Brasil.
8. Edith Maria Barbosa Ramos, Doutora, Universidade Federal do Maranhão, Brasil.
9. Esther Martinez Quinteiros, Doutora, Universidade Portucalense, Portugal.
10. Felisia Maria Corvo Lopez, Doutora, Universidad de Salamanca, Espanha.
11. Geraldo Luiz Mascarenhas Prado, Doutor, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
12. Gustavo Silveira Siqueira, Doutor, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.
13. James Magno de Araujo Farias, Doutor, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
14. José Manuel Subtil, Doutor, Universidade Autónoma de Lisboa, Portugal.
15. Juana Dioguardi, Doutora, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina.
16. Lier Pires Ferreira, Doutor, Universidade Federal Fluminense, Brasil.
17. Lucas Liendro Kapustik, Doutor, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina.
18. Luciene Dal Ri, Doutora, Pontifícia Universidade Católica de Santa Catarina, Brasil.
19. Lucyléa Gonçalves França, Doutora, Universidade Federal do Maranhão, Brasil.
20. Manoel Peixinho, Doutor, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil.
21. Manuel Monteiro Guedes Valente, Doutor, Universidade Autónoma de Lisboa, Portugal.
22. Maria Fernanda Vazquez, Doutora, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina.
23. Maria João Escudeiro, Doutora, Centro de Estudos Jurídicos, Portugal.
24. Nereu Giacomolli, Doutor, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.
25. Paulo Roberto Barbosa Ramos, Doutor, Universidade Federal do Maranhão, Brasil.
26. Pedro Trovão do Rosário, Doutor, Universidade Autónoma de Lisboa, Portugal.
27. Reginaldo Rodrigues de Almeida, Doutor, Universidade Autónoma de Lisboa, Portugal.

Envio de trabalhos

As normas e orientações sobre a preparação dos artigos a serem submetidos estão no site da revista: Submissão | Revista de Ciências Jurídicas e Sociais

SUMÁRIO

EDITORIAL.....5

MENSAGEM INSTITUCIONAL.....6

APRESENTAÇÃO DA EDIÇÃO.....7

ARTIGOS:

METODOLOGIA 70-20-10 NA MODALIDADE EAD PARA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PESQUISADORES: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA
Agnaldo do Nascimento Filho, Amanda Muniz, Helena Rossi e Lyvia Lima.....8

A CONTRIBUIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA A GESTÃO E O DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
André Merlo, Caio Porto, Luiz Campos e Pedro Ferreira.....27

INFRAESTRUTURA DE DADOS COMO BEM PÚBLICO AGRÍCOLA: REDESENHANDO A GOVERNANÇA DE DADOS DO CAMPO PARA ALÉM DA PROPRIEDADE PRIVADA
Cristina Rios, Stefani Juliana Vogel e Victor Rorato.....43

AGRICULTURAL SUITABILITY FOR FAMILY FARMING IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO: ENVIRONMENTAL CORRELATION BETWEEN SOIL AND CLIMATE VARIABLES
Erika Elissandra Cassimiro Ramos e Fagner Silva Ribeiro.....63

O REGIME JURÍDICO DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM CONTRATOS PÚBLICOS: SOBERANIA TECNOLÓGICA, CONTINUIDADE DO SERVIÇO PÚBLICO E O FENÔMENO DO VENDOR LOCK-IN NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA INDIRETA
Natália Bueno.....80

GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA ORIENTADO A DADOS: UMA ABORDAGEM BASEADA NO PMBOK
Rafael Tomé de Moura, Diego Brandão, Jober Tomé de Moura, Welberth Saddi e Sofia Ernesto.....96

Editorial

INFOAGRO: conhecimento, inovação e desenvolvimento para o agro fluminense

A agricultura contemporânea é cada vez mais orientada por dados. Informações sobre clima, solo, produção, mercado, logística e tecnologia tornaram-se ativos estratégicos para a tomada de decisões, para o planejamento de políticas públicas e para a promoção do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a democratização do acesso à informação qualificada representa um dos maiores desafios e, ao mesmo tempo, uma das maiores oportunidades para o fortalecimento do setor agropecuário.

É a partir dessa compreensão que nasce a Revista INFOAGRO, publicação científica vinculada ao ecossistema de inovação construído em torno da Plataforma INFOAGRO, iniciativa liderada pela PESAGRO-RIO em parceria com a AFIURJ. Mais do que uma ferramenta tecnológica, a plataforma representa um esforço institucional para integrar, organizar e disponibilizar informações estratégicas sobre a agropecuária fluminense, reunindo dados dispersos em diferentes instituições e transformando-os em conhecimento acessível para pesquisadores, gestores públicos, produtores rurais, estudantes e demais agentes do setor.

A Revista INFOAGRO surge como extensão natural desse projeto. Seu propósito é fomentar a produção científica, estimular o debate qualificado e ampliar a difusão do conhecimento aplicado ao desenvolvimento rural. Ao reunir artigos, estudos e experiências voltados à inovação, à gestão, à tecnologia e às políticas públicas, a revista busca contribuir para a construção de um ambiente cada vez mais favorável à pesquisa, à transferência de tecnologia e à modernização da agricultura.

Para a PESAGRO-RIO, investir em ciência, inovação e informação é investir no futuro do campo. Acreditamos que o desenvolvimento sustentável do agronegócio fluminense depende da capacidade de transformar dados em conhecimento e conhecimento em ação. Que esta primeira edição da Revista INFOAGRO represente o início de uma trajetória duradoura de produção científica, cooperação institucional e compromisso com o fortalecimento da agropecuária do Estado do Rio de Janeiro.

Paulo Renato Marques
Presidente da PESAGRO-RIO

Mensagem institucional AFIURJ

A Associação Faculdade Instituto Universitário do Rio de Janeiro – AFIURJ tem a honra de integrar a construção da Revista INFOAGRO, iniciativa que nasce com o propósito de ampliar a produção científica, fortalecer a inovação e aproximar o conhecimento acadêmico das necessidades concretas do setor agropecuário fluminense.

Vivemos um momento em que a informação se tornou elemento essencial para o desenvolvimento. No campo, dados sobre clima, solo, produção, logística, mercado, tecnologia e gestão deixaram de ser apenas instrumentos técnicos e passaram a constituir verdadeiros ativos estratégicos para a formulação de políticas públicas, para a tomada de decisões e para a promoção de um agronegócio mais eficiente, sustentável e inclusivo.

Nesse contexto, a Revista INFOAGRO representa uma extensão natural do ecossistema de inovação desenvolvido em torno da Plataforma INFOAGRO, iniciativa liderada pela PESAGRO-RIO em parceria com a AFIURJ, voltada à integração, organização e difusão de informações estratégicas sobre a agropecuária do Estado do Rio de Janeiro. Mais do que reunir artigos científicos, esta publicação reafirma o compromisso institucional com a democratização do conhecimento e com a valorização da pesquisa aplicada.

A presente edição reúne estudos que dialogam diretamente com os grandes desafios contemporâneos do setor, como a transformação digital no agronegócio, a governança de dados, a agricultura familiar, a gestão de riscos em projetos de inovação tecnológica e a formação continuada de pesquisadores. São contribuições que evidenciam a importância da cooperação entre instituições de ensino, pesquisa, governo e sociedade para a construção de soluções efetivas e sustentáveis.

Para a AFIURJ, participar desse projeto significa reafirmar sua missão de promover educação, ciência, inovação e desenvolvimento institucional. Acreditamos que o conhecimento científico somente alcança sua finalidade plena quando se transforma em instrumento de melhoria social, fortalecimento econômico e qualificação das políticas públicas.

Que a Revista INFOAGRO seja, portanto, um espaço permanente de reflexão, cooperação e produção de conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento do agronegócio fluminense e para a consolidação de uma cultura de inovação orientada por dados, pesquisa e compromisso público.

Simão Aznar Filho

Presidente da Associação Faculdade Instituto Universitário do Rio de Janeiro – AFIURJ

Apresentação da Edição

É com satisfação que apresentamos esta edição com artigos científicos vinculados ao Macroprojeto INFOAGRO. A publicação dessa revista é uma iniciativa voltada à divulgação de conhecimentos que contribuam para o fortalecimento do setor agropecuário do estado do Rio de Janeiro por meio da inovação, da tecnologia e da gestão da informação.

Os trabalhos reunidos nesta publicação refletem o compromisso dos pesquisadores e profissionais do Macroprojeto, com a investigação científica de temas relevantes para o desenvolvimento sustentável da agricultura fluminense. As pesquisas contemplam diferentes abordagens teóricas e metodológicas, evidenciando a diversidade e a complexidade dos desafios contemporâneos enfrentados pelo setor.

Os seis artigos desta edição trazem análises científicas, sendo três deles voltados à aplicação prática como produtos técnicos e tecnológicos.

Esta revista constitui, portanto, um espaço de compartilhamento de experiências, resultados de pesquisa e reflexões acadêmicas que enriquecem o debate científico e fortalecem a construção coletiva do conhecimento. Esperamos que os artigos aqui apresentados inspirem novas investigações, fomentem parcerias e contribuam para o avanço das áreas contempladas pelo Macroprojeto INFOAGRO.

Desejamos a todos uma excelente leitura.

Rafael Tomé de Moura
Gerente de Projeto do Macroprograma INFOAGRO

Helena Alves Rossi
Coordenadora de Recursos Humanos do Macroprograma INFOAGRO

METODOLOGIA 70-20-10 NA MODALIDADE EAD PARA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PESQUISADORES: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

70-20-10 METHODOLOGY IN DISTANCE EDUCATION FOR CONTINUING EDUCATION OF RESEARCHERS: AN EXPERIENCE REPORT

Agnaldo do Nascimento Filho[1]
Amanda Muniz[2]
Helena Rossi[3]
Lyvia Lima[4]

Resumo: Este artigo analisa a aplicação da metodologia 70-20-10 em um curso de Educação a Distância (EaD) voltado à formação continuada de pesquisadores do Macroprograma INFOAGRO da PESAGRO-RIO. A investigação, de natureza quali-quantitativa, utiliza a análise de conteúdo temática sob a lente do modelo *Community of Inquiry*. Os resultados parciais revelam que a centralidade na aprendizagem experiencial, operacionalizada pela escrita científica orientada (os 70%), potencializa o engajamento discente e a transposição do saber acadêmico. Contudo, observam-se limitações na dimensão social (os 20%), evidenciando a necessidade de uma mediação pedagógica mais intencional em encontros síncronos para fortalecer a coesão do grupo e a presença cognitiva. Conclui-se que o modelo é promissor para a educação científica, desde que adaptado às exigências de rigor e reflexão epistemológica da pesquisa acadêmica.

***Palavras-chave*:** Educação a distância; formação continuada; metodologia 70-20-10; pesquisa científica; metodologias ativas; relato de experiência.

Abstract: This article analyzes the application of the 70-20-10 methodology in a Distance Education (DE) course focused on the continuing education of researchers within the INFOAGRO Macroprogram at PESAGRO-RIO. The mixed-methods investigation uses thematic content analysis through the lens of the Community of Inquiry model. Partial results reveal that the focus on experiential learning, operationalized through guided scientific writing (the 70%), enhances student engagement and the transfer of academic knowledge. However, limitations are observed in the social dimension (the 20%), highlighting the need for more intentional pedagogical mediation in synchronous meetings to strengthen group cohesion and cognitive presence. It is concluded that the model is promising for scientific education, provided it is adapted to the requirements of rigor and epistemological reflection of academic research.

[1] Mestrando em Controle na Administração Pública pelo Instituto Serzedello Corrêa (ISC). Especialista em Orçamento, Governança e Gestão de Riscos (UnB) e em Gestão Pública (Enap). Graduado em Gestão Pública (Unifacvest). E-mail: agnaldo.nascimento.filho@gmail.com / ORCID iD:https://orcid.org/0009-0008-0467-8018

[2] Licencianda em Letras Português-Latim pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail: amandaammuniz@gmail.com / ORCID iD: https://orcid.org/0009-0006-0137-9915

[3] Mestre em História Política pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Especialista em Educação Bilíngue de Surdos pelo Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). Bacharela e licenciada em História pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail:rossi.helena@gmail.com / Lattes ID: https://lattes.cnpq.br/8341551386952426

[4] Licencianda em Pedagogia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). E-mail: lyvia.mendes.13@gmail.com / Lattes ID: https://lattes.cnpq.br/5050078333027704

Keywords: distance education; continuing education; 70-20-10 methodology; scientific research; active methodologies; experience report.

Introdução

A formação continuada de pesquisadores constitui um requisito imperativo diante das rápidas transformações tecnológicas e metodológicas que impactam a produção científica e a gestão do conhecimento. Em um cenário marcado pela necessidade de atualização constante, instituições de pesquisa[5] têm buscado estratégias inovadoras para promover aprendizagem significativa e aplicável à prática profissional, neste panorama, a Educação a Distância (EaD) consolidou-se como uma alternativa viável para atender a essa demanda, oferecendo flexibilidade e alcance geográfico. Contudo, a despeito de sua expansão, a modalidade ainda enfrenta entraves críticos relativos à persistência discente, à densidade das interações mediadas e, primordialmente, à efetividade da transposição do conhecimento acadêmico para o desempenho investigativo real.

Nesse contexto, a Metodologia 70-20-10 surge como uma abordagem pedagógica capaz de integrar diferentes dimensões do aprendizado. Concebido originalmente por pesquisadores do Center for Creative Leadership, como McCall, Lombardo e Morrison (1988), o modelo postula que o desenvolvimento de competências ocorre em uma proporção aproximada de 70% por meio de experiências práticas e desafios no trabalho, 20% via interações sociais e feedbacks, e 10% mediante instrução formal. Jennings e Wargnier (2012) destacam que esse modelo rompe com paradigmas tradicionais centrados exclusivamente na transmissão de conteúdos, favorecendo a construção ativa do conhecimento e a colaboração entre pares. Embora amplamente difundido no setor corporativo, sua aplicação na formação científica e no ensino superior formal ainda carece de sistematização e de evidências empíricas que validem sua eficácia no rigor acadêmico.

A relevância desta pesquisa fundamenta-se, primeiramente, nos desafios amplamente documentados da EaD no ensino superior, especialmente no que se refere ao engajamento dos estudantes, à participação ativa e à aplicação prática dos conhecimentos adquiridos (Moore; Kearsley, 2013). Pesquisas indicam que cursos EaD excessivamente centrados na transmissão de conteúdos tendem a apresentar baixos níveis de interação significativa e dificuldades na consolidação da aprendizagem aplicada (Kerimbayev *et al*., 2023).

[5] O Macroprograma INFOAGRO, executado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), visa o desenvolvimento de tecnologias e inovação para o setor agropecuário fluminense por meio de redes colaborativas de pesquisa.

A lacuna que motiva este estudo reside, portanto, na tensão entre a flexibilidade da EaD e a necessidade de profundidade metodológica na formação de pesquisadores. Diante desse cenário, o presente relato é norteado pela seguinte questão: De que maneira a articulação intencional entre as dimensões formal, social e experiencial da metodologia 70-20-10 favorece o desenvolvimento de competências de escrita e investigação científica em um ambiente virtual de aprendizagem?

Este artigo está estruturado em dez seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico, integrando os conceitos de EaD e o modelo *Community of Inquiry*. A terceira seção detalha os procedimentos metodológicos quali-quantitativos adotados. Da quarta à sexta seção, descreve-se o contexto do curso e as estratégias pedagógicas implementadas. A sétima seção expõe a análise dos dados e resultados parciais, seguida pela discussão das potencialidades e limitações do modelo nas seções oito e nove. Por fim, a décima seção apresenta as conclusões e recomendações para futuras investigações no campo da formação de pesquisadores.

1 Referencial Teórico

A formação continuada de pesquisadores em ambientes virtuais transcende a mera transposição de conteúdos, exigindo uma arquitetura pedagógica que mitigue a distância transacional e promova a agência discente. Conforme preconizado por Moore e Kearsley (2013), a eficácia de sistemas on-line reside na intencionalidade da mediação e no equilíbrio entre diálogo, estrutura e autonomia do estudante. Nesse panorama, revisões sistemáticas recentes reforçam que a tecnologia, por si só, é insuficiente para garantir o engajamento; resultados consistentes emergem quando o desenho instrucional privilegia a colaboração e o feedback formativo, tratando as interações não como acessórios, mas como o próprio cerne da construção do conhecimento.

Para compreender a dinâmica dessas interações, o modelo *Community of Inquiry* (CoI), desenvolvido por Garrison, Anderson e Archer (2000), oferece uma lente analítica consolidada. O CoI postula que a aprendizagem profunda ocorre na interseção de três presenças: a de ensino, a social e a cognitiva. Enquanto a presença de ensino organiza o design e a facilitação, a presença social sustenta a coesão do grupo e a expressão interpessoal. No entanto, é na presença cognitiva, o ciclo que move o aprendiz do desencadeamento de um problema para a sua resolução, que se verifica a consolidação do pensamento crítico. Estudos contemporâneos

indicam que a transição entre essas fases exige tarefas autênticas que desafiem o pesquisador a aplicar conceitos teóricos em contextos reais de investigação.

Essa necessidade de autenticidade encontra respaldo na Metodologia 70-20-10, cujas raízes remontam aos estudos de McCall, Lombardo e Morrison (1988)[6] no seio do *Center for Creative Leadership*. O modelo sugere que 70% do desenvolvimento decorre de experiências práticas e desafios no trabalho, 20% de interações sociais e feedbacks, e apenas 10% de intervenções formais. Embora amplamente difundido no setor corporativo, pesquisas atuais têm explorado sua validade no ensino superior. Amenumey e Badu (2024) argumentam que, para líderes e pesquisadores acadêmicos, a integração desses eixos não deve ser vista como uma fórmula matemática rígida, mas como uma filosofia que coloca a experiência no centro do desenvolvimento de competências.

A convergência entre o CoI e o modelo 70-20-10 revela-se promissora para a formação científica. A dimensão experiencial (os 70%) alinha-se à Teoria da Aprendizagem Experiencial (ELT) de Kolb (1984), que define a aprendizagem como o processo de criação de conhecimento por meio da transformação da experiência. Na formação de pesquisadores, essa "experiência concreta" manifesta-se no exercício da escrita e da investigação. Segundo Ryan (2025), a aprendizagem experiencial exige esforços deliberados de reflexão crítica para que a prática não se torne mecânica, mas sim uma fonte de novos insights teóricos. Assim, a dimensão social (os 20%) atua como o catalisador dessa reflexão, onde a mentoria e a troca entre pares fornecem os andaimes necessários para a profissionalização da pesquisa.

Por fim, a dimensão formal (os 10%) assume o papel de fundamento teórico que suporta e amplifica as demais aprendizagens. Em contextos de EaD para pesquisadores, a eficácia do percurso formativo depende da "transferência de aprendizagem", ou seja, da capacidade de aplicar o conhecimento adquirido em situações profissionais complexas. Como demonstram estudos recentes, a agência do estudante e a superação do isolamento social são determinantes para que o ciclo de formação científica resulte em produção acadêmica de impacto, transformando o ambiente virtual em uma verdadeira comunidade de investigação experiencial.

2 Metodologia

[6] Ressalta-se que os percentuais de 70%, 20% e 10% não constituem uma fórmula matemática rígida, mas funcionam como um guia de referência para valorizar a aprendizagem informal e experiencial em relação ao treinamento formal estruturado.

A presente investigação fundamenta-se em uma abordagem qualitativa de cunho exploratório-descritivo, apoiada por indicadores quantitativos para fins de triangulação e suporte analítico, configurando um relato de experiência sistemático. Conforme as premissas de Creswell (2014), essa integração metodológica permite uma compreensão multidimensional do fenômeno educativo em ambientes virtuais, indo além da descrição de eventos para alcançar a interpretação dos sentidos atribuídos pelos participantes. O estudo foi desenvolvido no contexto do curso de formação continuada de pesquisadores do Macroprograma INFOAGRO da PESAGRO-RIO, envolvendo uma população de 30 bolsistas de diversas áreas do conhecimento, como Direito, Administração, TI e Ciências Agrárias, selecionados por sua atuação direta no projeto institucional.

A coleta de informações ocorreu de forma multidimensional ao longo de nove meses, integrando três fontes principais que asseguraram a densidade do *corpus* analítico: documental, interacional e perceptiva. A dimensão documental incluiu o plano de capacitação e materiais didáticos autorais; a interacional abrangeu os registros de nove reuniões síncronas mediadas e os *logs* de interação nos fóruns do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA); por fim, a dimensão perceptiva foi captada por meio de questionários semiestruturados aplicados ao final do primeiro ciclo. Estes instrumentos utilizaram escalas de tipo Likert para mensurar a concordância quanto à eficácia das estratégias, além de questões abertas que favoreceram a livre expressão sobre a aplicabilidade da metodologia 70-20-10 na rotina investigativa.

Para o tratamento dos dados qualitativos, adotou-se a Análise de Conteúdo Temática, seguindo o rigoroso percurso metodológico proposto por Bardin (2011), estruturado em pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados por meio de inferências e interpretações. As categorias analíticas foram estabelecidas *a priori*, fundamentadas nas dimensões do modelo 70-20-10 (formal, social e experiencial) e nos indicadores de presença (ensino, social e cognitiva) preconizados pelo referencial *Community of Inquiry* (CoI). Este *design* analítico permitiu observar não apenas a frequência das interações, mas a progressão do pensamento crítico dos pesquisadores, desde a fase de desencadeamento de dúvidas até a resolução de problemas científicos complexos.

Visando assegurar a confiabilidade e a reprodutibilidade do processo analítico, o material foi submetido a uma técnica de dupla codificação independente por dois pesquisadores distintos. A consistência entre os codificadores foi validada estatisticamente pelo coeficiente Kappa de Cohen ($\varkappa$), cujos índices resultantes variaram entre 0,82 e 0,89, situando-se no

intervalo de concordância "quase perfeita" segundo a literatura técnica.[7] Esse rigor procedimental, aliado à triangulação de fontes (documentos *versus* percepções), permitiu mitigar vieses subjetivos e conferir validade interna aos achados do relato, transformando a prática pedagógica em evidências científicas robustas para o campo da educação científica em rede.

No que tange aos procedimentos éticos, o estudo pautou-se pelo respeito à autonomia e à integridade dos participantes, em conformidade com os princípios da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD - Lei nº 13.709/2018). Todos os envolvidos formalizaram sua concordância mediante o aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) disponibilizado digitalmente no ambiente virtual. Ressalta-se que a pesquisa não foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), uma vez que se trata de um relato de experiência pedagógica institucional focado no aprimoramento de processos de ensino-aprendizagem internos. Contudo, assegurou-se que todo o tratamento e uso dos dados, incluindo transcrições e respostas aos questionários, ocorresse de forma estritamente anonimizada, impedindo qualquer identificação individual e garantindo o sigilo das informações institucionais e pessoais dos participantes.[8]

3 A Educação a Distância No Desenvolvimento Profissional

O ensino a distância, apesar de não ser algo novo, surgindo nos Estados Unidos no século XVIII através do uso de correspondências (Castro e Capello, p. 94, 2023), ainda encontra resistências e estigmas ao ser compreendido como uma forma inferior de ensino em comparação com o modelo presencial. A modalidade, no entanto, se mostra profícua no processo de ensino-aprendizagem e na capacidade de proporcionar democratização de acesso aos cursos, uma vez que não depende de deslocamento a espaços físicos das instituições de ensino e, em conseguinte, não apresenta uma estrutura rígida de horário.

Assim, quando pensamos num curso de formação voltado a profissionais que estão atuando em suas empresas e instituições, devemos levar em conta que possuem demandas das funções que exercem, demandas pessoais e horários pouco flexíveis. Dessa forma, a realização de capacitações utilizando ensino à distância por meio de ambiente virtual de aprendizagem

[7] A classificação de concordância adotada segue a escala proposta por Landis e Koch (1977), na qual valores entre 0,81 e 1,00 são interpretados como concordância quase perfeita (almost perfect agreement).
[8] A anonimização dos dados foi garantida pela técnica de desidentificação, na qual todas as referências nominais e informações passíveis de rastreamento individual foram removidas ou substituídas por códigos antes da análise do corpus.

apresenta-se como uma forma mais eficiente de se promover a ampliação e aprofundamento dos conhecimentos que os profissionais necessitam para melhorar suas atuações profissionais.

Ainda, para além de optar pelo ensino à distância, também é necessário escolher uma metodologia pedagógica que gere engajamento dos cursistas, considerando os conhecimentos e a experiência profissional que eles próprios já possuem. Por isso, o curso de formação dos pesquisadores do Macroprograma INFOAGRO optou pela Metodologia 70-20-10, que será abordada adiante.

4 A Estrutura do Curso

Quanto à estrutura, fundamentado na Metodologia 70-20-10, o curso desenvolvido no âmbito do Macroprograma INFOAGRO da PESAGRO-RIO organiza-se para integrar teoria e prática ao longo de nove meses, com uma carga horária total de 120 horas. As dimensões da aprendizagem estão distribuídas em formal, social e experiencial.

A dimensão formal, que ocupa 10% da aprendizagem do aluno, foca na aquisição de conhecimentos teóricos. Neste programa, essa aquisição ocorre de maneira assíncrona, por meio da modalidade EaD autoinstrucional. Dessa forma, os bolsistas realizam o aprendizado por meio da leitura de material didático e de aprofundamento disponível no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). O progresso relacionado ao conhecimento desenvolvido nessa dimensão é monitorado por meio de questionários que ocorrem na mesma plataforma, com periodicidade quinzenal.

Com relação aos 20% da aprendizagem, são desenvolvidos na dimensão social. Nesta, o aprendizado ocorre por meio da interação, promovendo a troca de experiências entre os bolsistas. Para proporcionar esta interatividade, são realizadas reuniões remotas, encontros periódicos entre os bolsistas de um mesmo setor e um facilitador para discussão de ideias, orientações e avaliação formativa. Além dos encontros periódicos por setor, são ainda previstas três grandes reuniões com todos os bolsistas da formação, que proporcionam ainda mais interação entre os participantes. Na dimensão social, a produção se dá de forma colaborativa com o estímulo ao trabalho em equipe e exercício das competências integradoras.

Para completar a distribuição da aprendizagem da Metodologia 70-20-10, a dimensão experiencial, o pilar central da metodologia, desenvolve 70% da aprendizagem. É a dimensão responsável pela aplicação do conhecimento na realidade prática dos bolsistas. Aqui, as atividades se dão pelo desenvolvimento de pesquisa e escrita científica. De forma coletiva, com base nas experiências profissionais individuais e atividades cotidianas compartilhadas entre

participantes de mesmo setor, os bolsistas produzem artigos científicos ao decorrer da capacitação. As produções abrangem áreas como Direito, Administração, TI, Agronomia e Engenharia Ambiental.

Dessa forma, as dimensões formal, social e experiencial se distribuem e se encontram na estruturação da aprendizagem segundo a Metodologia 70-20-10. A partir da fundamentação teórica da dimensão formal, e da interação proporcionada pelas trocas na dimensão social, os bolsistas puderam experienciar a prática, de maneira individual e coletiva, por meio da produção acadêmica efetiva.

5 Estratégias Pedagógicas

Identificar as estratégias pedagógicas utilizadas para promover a integração entre teoria e prática no contexto da formação continuada de pesquisadores implicou analisar de que maneira o desenho didático do curso EaD foi intencionalmente estruturado para favorecer processos de aprendizagem ativa, reflexiva e socialmente mediada. Fundamentadas na Metodologia 70-20-10, as estratégias adotadas buscaram articular, de forma integrada, as dimensões formal, social e experiencial da aprendizagem, evitando a fragmentação entre o conhecimento teórico e sua aplicação na prática da pesquisa científica.

A arquitetura do curso alocou a dimensão experiencial (70%) como eixo gravitacional do percurso formativo, operacionalizando-a por meio de tarefas autênticas de escrita científica orientada. Diferente de modelos instrucionais centrados na simulação, a estratégia adotada vinculou a produção acadêmica aos desafios reais emergentes dos setores de atuação dos bolsistas, favorecendo o ciclo de ação-reflexão necessário para a profissionalização da pesquisa. Destacaram-se propostas como o desenvolvimento de pesquisas aplicadas, a escrita científica orientada e a resolução de problemas reais emergentes dos setores de atuação dos bolsistas. Essas estratégias possibilitaram que os participantes mobilizassem conhecimentos teóricos em situações concretas, promovendo a aprendizagem a partir da ação e da reflexão crítica sobre a própria prática, em consonância com a concepção de aprendizagem experiencial destacada por Jennings (2013). Dessa forma, o processo formativo favoreceu a transferência do aprendizado para o contexto profissional, elemento central na formação continuada de pesquisadores.

A dimensão social da aprendizagem, que corresponde a 20% do processo formativo, foi operacionalizada por meio de estratégias que estimularam a interação e a construção coletiva do conhecimento. Fóruns de discussão, reuniões remotas por setor e encontros síncronos com todos os participantes constituíram espaços de diálogo, troca de experiências e problematização

coletiva. Essas estratégias encontram respaldo no modelo de *Community of Inquiry* proposto por Garrison, Anderson e Archer (2000), ao favorecerem a presença social e cognitiva no ambiente virtual. A interação entre pares contribuiu para a ressignificação das experiências práticas individuais, ampliando a compreensão teórica e fortalecendo o aprendizado colaborativo.

Por fim, a dimensão formal da aprendizagem, correspondente a 10%, foi contemplada por meio de materiais instrucionais, vídeos e leituras orientadas disponibilizadas no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Esses recursos forneceram o embasamento conceitual necessário para sustentar as atividades práticas e sociais desenvolvidas ao longo do curso. Conforme apontam Moore e Kearsley (2013), a organização intencional de conteúdos em cursos EaD é fundamental para orientar o percurso formativo dos estudantes e garantir coerência pedagógica. Nesse sentido, a dimensão formal cumpriu um papel mediador, articulando teoria e prática de maneira integrada.

A articulação intencional entre as dimensões experiencial, social e formal permitiu a construção de um processo formativo coerente com os pressupostos da Metodologia 70-20-10, no qual teoria e prática se retroalimentam. As estratégias pedagógicas adotadas contribuíram para promover uma aprendizagem significativa, contextualizada e aplicada, fortalecendo a formação continuada de pesquisadores em ambiente virtual.

6 Análise de Dados e Resultados

O objeto de estudo deste artigo encontra-se em andamento, tendo iniciado em outubro de 2025 e com conclusão prevista para julho de 2026. A importância de realizar esta análise com o curso ainda em andamento se dá pela possibilidade de ajustes e melhorias do método, caso se façam necessários. Abaixo, serão apresentados e analisados os dados parciais quanto à efetividade da metodologia 70-20-10 em curso EaD voltado para formação continuada de pesquisadores.

6.1 Plano de Capacitação e Cronograma do Curso

O plano de capacitação é o documento que apresenta a proposta, a metodologia, os objetivos e a ementa do curso. O documento propõe um processo contínuo de aprendizagem, que une teoria e prática, estimulando o desenvolvimento de habilidades em pesquisa, escrita e comunicação científica.

Nesse plano constam informações quanto à adoção da metodologia ativa 70-20-10, explicitando a abordagem quanto ao conteúdo, avaliações, prática e interações sociais. Fica também exposto no plano de capacitação que a ementa tem como objetivo fortalecer a formação técnica dos bolsistas, promovendo o desenvolvimento de competências relacionadas à pesquisa, redação científica, comunicação acadêmica e trabalho colaborativo, sempre orientadas pelos princípios da ética, integridade e responsabilidade social.

Já o cronograma do curso, organiza semanalmente e quinzenalmente as unidades didáticas, conteúdos e atividades, agrupando as unidades teóricas, as unidades práticas e a unidade transversal. Ele é representado de duas maneiras, uma imagética e resumida e outra aprofundada em formato de planilha.

Considerando o curso em andamento, ao realizar a comparação entre o documento formal e o curso efetivamente vivenciado, percebe-se que o cerne do que foi proposto ao ser planejada e desenhada a capacitação, está ocorrendo na prática. Ou seja, observa-se que o formato do curso e a metodologia estão sendo corretamente aplicados. No entanto, também são percebidos alguns limites.

Os questionários, inicialmente pensados para aplicação quinzenal, ocorrem com periodicidade mais espaçada. Este ajuste surge da observação da necessidade dos cursistas dedicarem mais tempo à produção de seus artigos. Na parte prática do curso, a periodicidade planejada também não foi possível de ser cumprida, devido a limitações que serão explicitadas e analisadas adiante. As limitações apresentadas se mostram, em parte, positivas, pois demonstram flexibilidade. Ao mesmo tempo, demonstram necessidade de ajustes e de reorientação por parte da equipe responsável pela elaboração da capacitação.

6.2 Material didático e atividades avaliativas e formativas

O material didático do curso consiste em apostilas no formato PDF, escritas em uma linguagem simples, objetiva e clara. Por se tratar de um curso autoinstrucional, a apostila foi pensada para ser suficiente na aprendizagem dos conteúdos da unidade sem que se faça necessária a figura do professor ou do tutor.

Além da linguagem clara e objetiva, também são utilizados exemplos simples de aplicabilidade do conteúdo para facilitar a compreensão. O material também possui uma diagramação que age como ferramenta facilitadora, contribuindo com a eficiência da leitura e favorecendo a apropriação e compreensão dos conteúdos. Ao comparar o conteúdo contido nesse material didático com o desempenho dos cursistas nas atividades avaliativas e formativas,

é possível inferir que as apostilas cumprem com o objetivo, proporcionando a apreensão e compreensão dos conteúdos necessários para a produção científica de qualidade.

Apesar dos questionários avaliarem os participantes com notas de zero a dez, o foco não está na classificação entre melhores e piores ou em aprovar e reprovar. As atividades e avaliações foram pensadas principalmente como ferramenta de acompanhamento do processo de aprendizagem dos cursistas. Nos *feedbacks* individuais inseridos pelos mediadores no AVA, os erros e acertos são pontuados como elementos do processo individual de aprendizagem.

Às demais atividades do curso não são atribuídas notas, tendo em vista que são participativas. A produção do artigo científico voltado para a realidade profissional individual é uma dessas atividades, que teve seu início em dezembro de 2025 e tem entrega final prevista para fevereiro de 2026. Entre o prazo inicial e o final, foram realizadas 3 entregas parciais que contam com correção e *feedbacks* com orientações metodológicas. No momento, os cursistas estão em processo de elaboração e de aprendizagem acerca da produção de pesquisa, sendo continuamente acompanhados.

Em casos que foram observadas dificuldades em transpor para a prática os conteúdos estudados, a equipe de capacitação realizou encontro síncrono para intervir de maneira mais específica e possibilitar o progresso no desempenho do curso. Apesar de existir um prazo final, o curso não funciona de forma rígida e procura-se analisar caso a caso. Assim, reforça-se o caráter formativo do curso, que se reflete no engajamento dos cursistas.

6.3 Questionário de percepção

A população deste estudo é composta pelos 30 participantes do curso. Por se tratar de uma formação ainda em andamento, não foi considerada a categoria “concluintes” no questionário de percepção. Para a realização da pesquisa, foi disponibilizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem um formulário elaborado por meio da ferramenta Google Forms, dividido em cinco grupos de perguntas: perfil do participante; estrutura do curso e distribuição do modelo 70-20-10; estratégias de integração entre teoria e prática; percepções sobre a efetividade da Metodologia 70-20-10 no EaD; e avaliação global e sugestões.

O questionário foi respondido de forma anônima por 28 participantes, correspondendo a 93,3% da população estudada. Para possibilitar uma análise quali-quanti, optou-se por um questionário semiaberto, combinando perguntas objetivas e subjetivas. Dessa forma, tornou-se possível aprofundar a análise dos dados e compreender se os objetivos do curso estão sendo alcançados e de que maneira ocorre o processo de aprendizagem.

Os participantes atuam em diferentes áreas do Macroprojeto INFOAGRO, com predominância de Tecnologia da Informação (25%) e Gestão de Projetos (21,4%), seguidas por Recursos Humanos/Capacitação e Jurídico, ambas com 17,9%, Compliance (10,7%) e Agronomia (7,1%). Em relação à escolaridade, a maioria possui Especialização (35,7%), seguida de Graduação (25%), Mestrado (21,4%), Graduandos (7,1%) e percentuais menores de Nível Médio Técnico, Tecnólogo e Doutorado (3,6% cada). Nenhum participante possui apenas Nível Médio. Quanto à experiência em atividades de pesquisa, 85,7% afirmaram não possuir experiência prévia, enquanto 14,3% já haviam participado desse tipo de atividade. Entre aqueles com experiência, 53,6% possuem menos de um ano de atuação, 25% entre um e três anos, 3,6% entre quatro e seis anos e 17,9% mais de seis anos. Além disso, a maioria dos cursistas nunca havia participado de um curso na modalidade EaD voltado à formação de pesquisadores.

No que se refere à estrutura do curso e à distribuição do modelo 70-20-10, 53,6% dos cursistas afirmaram perceber claramente os diferentes tipos de atividades formativas, 42,9% parcialmente e apenas 3,6% não perceberam essa diferenciação. Metade dos participantes declarou possuir conhecimento prévio da metodologia utilizada. As atividades formais foram apontadas como fundamentais para a construção do conhecimento e para a qualidade das atividades práticas, enquanto as atividades sociais foram avaliadas positivamente por favorecerem diferentes visões sobre os temas, construção coletiva do conhecimento, menor isolamento e maior engajamento, apesar das limitações apontadas pelos participantes. As atividades práticas permitiram aos cursistas perceber a aplicabilidade das teorias estudadas, com destaque para os prazos adequados e para a divisão das tarefas em etapas, favorecendo o progresso da aprendizagem. Sobre a adequação da distribuição entre teoria, interação social e prática, 53,6% consideraram-na totalmente adequada e 46,4% parcialmente adequada, sem registros de avaliações negativas

Em relação às estratégias de integração entre teoria e prática, a contribuição das atividades práticas para o desenvolvimento de competências em pesquisa foi avaliada de forma positiva, com 42,9% atribuindo nota 4 e 32,1% nota 5, enquanto 21,4% atribuíram nota 3 e apenas 3,6% nota 2. Nenhum participante atribuiu nota 1. Quando questionados sobre a aplicação dos conhecimentos teóricos na prática cotidiana como pesquisadores, 50% afirmaram que essa aplicação ocorreu de forma limitada, 46,4% de forma significativa e 3,6% não conseguiram aplicar os conhecimentos. A produção de artigo científico foi apontada pela maioria como a atividade que mais favoreceu a articulação entre teoria e prática.

Quanto à efetividade da metodologia no contexto do EaD, 89,3% dos participantes afirmaram compreender a Metodologia 70-20-10 após sua apresentação em encontro síncrono realizado pela equipe de Recursos Humanos/Capacitação. Além disso, 60,7% consideraram que a metodologia auxiliou totalmente na prática profissional de pesquisador, enquanto 39,3% avaliaram que esse auxílio ocorreu parcialmente. Ao compararem o curso com outras experiências em EaD, a maioria classificou esta formação como superior ou muito superior na integração entre teoria e prática. Sobre a percepção da metodologia quanto à promoção de aprendizagem e engajamento, 46,4% atribuíram nota 4 e 35,7% nota 5, enquanto 17,9% atribuíram nota 3, sem avaliações negativas.

Por fim, foi solicitado que o cursista fizesse uma autoavaliação sobre seu engajamento no curso, obtendo a maioria das respostas como bom ou muito bom/alto. Esta pergunta, também realizada de forma aberta, permitiu uma maior reflexão sobre o comprometimento individual com o curso e de que forma esse comprometimento está sendo desenvolvido.

> *"Avalio meu engajamento na realização do curso como positivo, com participação ativa nas atividades propostas, envolvimento nas interações e dedicação às etapas de estudo e aplicação dos conteúdos. Procurei acompanhar de forma consistente as atividades, contribuindo para o meu processo de aprendizagem e para o desenvolvimento das propostas relacionadas à pesquisa."*

> *"Avalio meu engajamento como alto, com participação ativa nas atividades propostas, dedicação às tarefas práticas e interesse contínuo na aplicação dos conteúdos ao desenvolvimento da pesquisa."*

> *"Avalio meu engajamento como bom, com participação ativa nas atividades propostas e aplicação dos conteúdos sempre que possível no contexto da pesquisa."*

Assim, a partir das informações coletadas através do questionário de percepção, é possível inferir que, apesar de algumas limitações, o curso tem se mostrado eficiente em proporcionar o desenvolvimento profissional dos pesquisadores, gerando aprendizagem significativa ao optar por uma metodologia que integra teoria, prática e interação social.

6.4 Encontros síncronos

Os encontros síncronos constituem a parte mediada da interação social do curso. No planejamento, a previsão era de ocorrência periódica e com o objetivo de possibilitar trocas para a construção coletiva do conhecimento. No entanto, encontrou limitação na rotina de trabalho dos pesquisadores em suas áreas, junto às suas demandas e entregas específicas ao

Macroprojeto, sendo um complicador a disponibilidade de tempo hábil para a realização de encontros periódicos entre as equipes e os mediadores da capacitação.

Ainda assim, foram realizados 9 encontros síncronos. Na realização dos encontros síncronos mediados, a interação entre os pesquisadores da mesma área se mostrou limitada, tendo por vezes predominando uma dinâmica de aula expositiva, o que não é o desejado. Além disso, conforme apontado pelos próprios cursistas, a não realização periódica desses encontros impactou no cumprimento de parte da metodologia, tendo ficado a interação social a cargo de cada equipe entre si. Por um lado, uma interação não mediada proporciona mais autonomia aos participantes em suas trocas. No entanto, por outro lado, pode gerar falta de engajamento, irregularidade dos encontros e dispersão.

A ideia a ser trabalhada é que os encontros síncronos sejam espaço de diálogo, de trocas, de debate e de construção coletiva de conhecimento. Ainda, há uma falta de dados extraídos desses encontros síncronos, uma vez que não foram gravados. Coloca-se, dessa forma, uma limitação desta análise. Portanto, é possível perceber que há necessidade de ajustes na aplicação da metodologia com relação à interação social.

7 Potencialidade e Limitações da Metodologia 70-20-10

A experiência com o curso do Macroprograma INFOAGRO da PESAGRO-RIO evidenciou importantes pontos de observação quanto à aplicação da Metodologia 70-20-10 na formação acadêmica. Em especial quando utilizada na modalidade de EaD, nitidamente apresenta muitas potencialidades. No entanto, fica evidente a partir deste estudo que há também limitações, que merecem ser analisadas de forma crítica.

Dentre as potencialidades da Metodologia 70-20-10 destaca-se sua ênfase na aprendizagem experiencial, que favorece a aplicação prática dos conhecimentos e a construção ativa do saber. Ao priorizar atividades vinculadas à realidade profissional dos participantes, a metodologia dialoga com a necessidade de superar modelos formativos excessivamente conteudistas, frequentemente apontados como limitadores do engajamento e da aprendizagem significativa na EaD (Moore; Kearsley, 2013). Além disso, a dimensão social da metodologia, correspondente a 20% do processo formativo, aproxima-se das proposições do modelo de *Community of Inquiry*, ao reconhecer a interação entre pares como elemento central para a construção do conhecimento em ambientes virtuais (Garrison; Anderson; Archer, 2000). Entretanto, a transposição da Metodologia 70-20-10 para o contexto acadêmico formal não ocorre sem tensões.

Quando se trata sobre EaD, estudos evidenciam desafios recorrentes relacionados ao engajamento dos cursistas. De mesmo modo, assim se apresentam as questões quanto à qualidade das interações sociais e à efetiva transferência do conhecimento teórico para a prática profissional (Moore; Kearsley, 2013; Garrison; Anderson; Archer, 2000). No contexto da formação continuada de pesquisadores, tais desafios assumem maior complexidade, uma vez que envolvem o desenvolvimento de competências metodológicas, a produção científica e a articulação entre teoria, prática investigativa e demandas institucionais. Jennings e Wargnier (2012) reconhecem que o modelo 70-20-10 foi originalmente concebido e amplamente difundido em ambientes corporativos, o que levanta questionamentos quanto à sua adequação plena às especificidades do ensino superior e da formação científica. A predominância da dimensão experiencial pode gerar desafios quando não há um equilíbrio cuidadoso com a fundamentação teórica, sobretudo em processos formativos que exigem rigor metodológico, reflexão epistemológica e domínio conceitual aprofundado.

Além disso, a efetividade da dimensão social da aprendizagem depende fortemente da intencionalidade pedagógica e da mediação docente. Conforme apontam Garrison, Anderson e Archer (2000), a simples oferta de espaços de interação não garante, por si só, a construção de aprendizagens significativas, sendo necessário promover condições que favoreçam a presença social e cognitiva. No âmbito da EaD, limitações relacionadas ao tempo, à disponibilidade dos participantes e às dinâmicas institucionais podem comprometer a qualidade dessas interações, impactando diretamente os resultados formativos.

Dessa forma, embora a Metodologia 70-20-10 apresente potencial significativo para promover a integração entre teoria e prática na formação acadêmica, sua aplicação demanda adaptações críticas e cuidadosas ao contexto da EaD e da formação de pesquisadores. As lacunas e controvérsias identificadas na literatura reforçam a necessidade de investigações empíricas que analisem não apenas seus benefícios, mas também seus limites, contribuindo para o aprimoramento de práticas pedagógicas inovadoras no ensino superior.

8 Discussões

A interpretação dos resultados parciais do presente estudo evidencia que a implementação da Metodologia 70-20-10 no contexto acadêmico da EaD se dá, em certa medida, de maneira convergente com a literatura. Revela, entretanto, que há também desafios inerentes ao processo de transposição do modelo para a formação de pesquisadores.

Conforme apontado por Jennings (2013), essa abordagem favorece a transferência efetiva do conhecimento, sendo a ênfase na prática uma superação de modelos conteudistas que, na EaD, frequentemente resultam em baixos níveis de engajamento e aprendizado. A percepção positiva por parte dos cursistas quanto à atividade de produção de artigos científicos corrobora a tese de que a aprendizagem é potencializada pelo fazer efetivo, focado na resolução de problemas reais do cotidiano profissional. Ainda assim, a observação de que cerca de 50% dos participantes relataram uma aplicação prática "limitada" aponta para uma tensão que merece ser investigada.

A fundamentação teórica, por sua vez, não funciona apenas como um acessório do método. A importância da convergência entre teoria (10%) e prática (70%) torna-se evidente no relato dos participantes, que consideraram as atividades formais basilares para a produção científica. Dessa forma, fica validado que, no contexto acadêmico, a dimensão formal sustenta o que é necessário para que a prática não seja uma ação meramente mecânica, mas fruto de uma reflexão crítica.

Já os dados quanto à percepção dos efeitos da dimensão social (20%), apresentaram uma ambivalência mais marcada. Embora os encontros síncronos tenham sido valorizados como espaços de troca e esclarecimento de dúvidas, os relatos de baixa interação entre colegas indicam dificuldades na consolidação de uma presença social concreta. Essa evidência confirma as advertências de Garrison, Anderson e Archer (2000), de que a simples disponibilidade de espaços de interação não garante a construção coletiva do conhecimento. De todo modo, à luz do modelo Community of Inquiry é possível ainda considerar que os encontros síncronos funcionam como catalisadores para a integração. Porém, para que isto ocorra, a transposição do 70-20-10 para a EaD científica exige que a mediação seja não apenas um suporte técnico, mas uma mediação intencional, que proponha tarefas estruturadas para a promoção da coesão do grupo.

Ainda, no curso analisado, as limitações de tempo e demandas institucionais dos bolsistas surgiram como barreiras para a qualidade das interações. Dessa maneira, apresentam-se um ponto de atenção, em que a flexibilidade da EaD pode, por vezes, ir de encontro à necessidade de engajamento social síncrono. Surge, então, uma tensão, passível de análise, entre a flexibilidade da modalidade e a aplicação do eixo social da 70-20-10.

Conclusões

Este estudo teve como objetivo analisar a aplicação da Metodologia 70-20-10 em um curso EaD de formação continuada de pesquisadores, a partir de um relato de experiência fundamentado em abordagem quali-quantitativa. Os resultados parciais indicam que a metodologia contribui para promover integração entre teoria e prática, fortalecer o engajamento dos participantes e estimular a produção científica contextualizada à realidade profissional.

A dimensão experiencial destacou-se como eixo estruturante do processo formativo, sobretudo pela centralidade da produção do artigo científico como atividade autêntica e progressiva. A dimensão formal cumpriu papel essencial de suporte conceitual, evidenciando que, na formação acadêmica, a fundamentação teórica permanece indispensável para assegurar rigor metodológico e qualidade científica. Já a dimensão social revelou-se promissora, porém demandando aprimoramentos relacionados à frequência, intencionalidade e mediação das interações.

Conclui-se que a Metodologia 70-20-10, quando adaptada ao contexto da EaD e à especificidade da formação de pesquisadores, apresenta potencial significativo para promover aprendizagem aplicada e desenvolvimento profissional. Contudo, sua efetividade depende de planejamento pedagógico cuidadoso, mediação ativa e avaliação contínua das condições institucionais que impactam sua implementação.

Como se trata de um curso ainda em andamento, os resultados aqui apresentados são parciais e não permitem generalizações amplas. Recomenda-se, portanto, a continuidade da investigação após a conclusão do ciclo formativo, com análise da taxa de certificação, da submissão e publicação dos artigos produzidos e da percepção longitudinal dos participantes sobre a transferência do aprendizado para a prática profissional.

Ao contribuir com evidências empíricas sobre a aplicação da Metodologia 70-20-10 na formação acadêmica em EaD, este estudo amplia o debate sobre metodologias ativas em contextos formativos profissionais e oferece subsídios para o aprimoramento de práticas pedagógicas voltadas à educação científica e ao desenvolvimento profissional contínuo.

Disponibilidade dos Dados

Os dados utilizados neste artigo podem ser consultados no repositório Zenodo por meio do DOI: 10.5281/zenodo.20057930.

Referências

AMENUMEY, E. B.; BADU, Y. A. Leaders' experiences of integrated leadership development in higher education: Kolb's experiential learning theory and the 70:20:10 model. **International Journal of African Higher Education**, v. 10, n. 2, p. 113-137, 2024. Disponível em: https://ejournals.bc.edu/index.php/ijahe/article/view/17617. Acesso em: 17 dez. 2025.

BANDURA, A. **Social learning theory**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1977.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. [Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018]. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Brasília, DF: Presidência da República, . Disponível em: . Acesso em: 17 dez. 2025.

DEWEY, J. **Experience and education**. New York: Kappa Delta Pi, 1938.

CASTRO, Wânia Clemente de; CAPELLO, Cláudia. Educação à Distância (EaD) - um breve contorno. In: OLIVEIRA, Carlos A. P.; *et al*. (org.). *Formação humana com tecnologias [livro eletrônico]: interfaces e conexões*. Ilustrações de Marcelo Liuzzi. Rio de Janeiro: **Universidade do Estado do Rio de Janeiro**, 2023. Disponível em: <https://ifht.uerj.br/pluginfile.php/606/mod_folder/content/0/Livros/LIVRO%20IFHT.pdf >. Acesso em 17 de dezembro de 2025.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

GARRISON, D. R.; ANDERSON, T.; ARCHER, W. Critical inquiry in a text-based environment: computer conferencing in higher education. **The Internet and Higher Education**, v. 2, n. 2-3, p. 87-105, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6>.

JENNINGS, C.; WARGNIER, J. Effective learning with 70:20:10: the new model for learning. **CrossKnowledge White Paper,** 2012. Disponível em: <https://alberonpartners.com/wp-content/uploads/2019/09/Alberon_Wargnier_2011-70-20-10_vEN.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2025.

JENNINGS, C. 70:20:10 framework explained. **The 70:20:10 Forum**, 2013.

KERIMBAYEV, N. *et al.* A student-centered approach using modern technologies in distance learning: a systematic review of the literature. **Smart Learning Environments**, v. 10, n. 1, p. 1-28, 2023. DOI: https://doi.org/10.1186/s40561-023-00280-8.

KOLB, D. A. **Experiential learning**: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.

LOMBARDO, M. M.; EICHINGER, R. W. The career architect development planner. 4. ed. Minneapolis: **Lominger Limited**, 2006. Disponível em: <https://johncollinscareerdevelopmentplan.weebly.com/uploads/2/4/4/0/24401899/lominger_career_architect_development_planner.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2025.

MCCALL, M. W.; LOMBARDO, M. M.; MORRISON, A. M. **The lessons of experience**: how successful executives develop on the job. New York: Simon and Schuster, 1988.

MOORE. M. G.; KEARSLEY, G. **Educação a distância**: sistemas de aprendizagem on-line. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/wGw4cRN34zZjTxgYJx7qsVQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 dez. 2025.

RYAN, T. Experiential learning as education. **International Journal of Learning and Instruction (IJLI)**, v. 7, n. 1, p. 23-34, abr. 2025.

VERGARA, S. C. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. São Paulo: **Atlas**, 2000.

A CONTRIBUIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA A GESTÃO E O DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

THE CONTRIBUTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES TO AGRIBUSINESS MANAGEMENT AND DEVELOPMENT: A SYSTEMATIC REVIEW

André Merlo[1]
Caio Porto[2]
Luiz Campos[3]
Pedro Ferreira[4]

Resumo: O agronegócio brasileiro enfrenta desafios estruturais relacionados à organização da informação, integração de dados e uso estratégico de tecnologias, apesar do avanço da digitalização em outros setores produtivos. Diante desse cenário, este estudo busca analisar de que forma as Tecnologias da Informação (TI) podem contribuir para a melhoria da gestão, da eficiência operacional e do desenvolvimento sustentável do setor. Trata-se de uma pesquisa de natureza bibliográfica, qualitativa e exploratória que examina evidências presentes na literatura sobre os benefícios, limitações e oportunidades do uso de TI no contexto agrícola. Os resultados esperados envolvem a identificação de padrões e tendências relacionados à adoção tecnológica, bem como a compreensão de seu papel no apoio à tomada de decisão, na competitividade e na modernização do agronegócio.

Palavras-chave: tecnologia da informação; agronegócio; gestão agrícola; transformação digital.

Abstract: Brazilian agribusiness faces structural challenges related to information organization, data integration, and strategic use of technologies, despite the advancement of digitalization in other productive sectors. In this context, this study aims to analyze how Information Technologies (IT) can contribute to improving management, operational efficiency, and sustainable development of the sector. This is a bibliographic, qualitative, and exploratory study that examines evidence from the literature on the benefits, limitations, and opportunities of using IT in the agricultural context. Expected results involve identifying patterns and trends related to technological adoption, as well as understanding its role in supporting decision-making, competitiveness, and the modernization of agribusiness.

Keywords: information technology; agribusiness; agricultural management; digital transformation.

[1]Pesquisador bolsista no projeto Macroprograma Infoagro, Instituto AFIURJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: amerlo@datastored.com.br
[2]Pesquisador bolsista no projeto Macroprograma Infoagro, Instituto AFIURJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail:
[3]Pesquisador bolsista no projeto Macroprograma Infoagro, Instituto AFIURJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: luizgustavoac@gmail.com
[4]Pesquisador bolsista no projeto Macroprograma Infoagro, Instituto AFIURJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: phfreitasf@gmail.com

Introdução

O agronegócio destaca-se como um dos principais pilares da economia brasileira, sendo responsável por parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), das exportações e da geração de empregos no país. Nas últimas décadas, o setor passou por intensas transformações impulsionadas pela mecanização, pela biotecnologia e pelo aprimoramento das práticas de gestão. Mais recentemente, observa-se a incorporação crescente de Tecnologias da Informação no contexto rural, fenômeno associado à chamada agricultura digital ou agricultura orientada por dados.

A literatura aponta que a adoção de TI no agronegócio pode elevar a produtividade, reduzir custos operacionais, organizar processos e ampliar a competitividade do setor (WOLFERT et al., 2017; ZHANG et al., 2017). Conceitos como agricultura de precisão, sistemas de informação agrícola, Internet das Coisas (IoT) aplicada ao campo e análise de dados (*data analytics*) têm sido amplamente discutidos como instrumentos capazes de transformar dados climáticos, produtivos e gerenciais em conhecimento estratégico. Tais tecnologias contribuem não apenas para o planejamento da produção, mas também para o monitoramento contínuo das atividades agrícolas, favorecendo eficiência operacional e sustentabilidade.

Apesar desse avanço conceitual e tecnológico, persistem desafios estruturais que dificultam a consolidação de uma transformação digital plena no agronegócio. Entre esses desafios destacam-se a baixa conectividade em áreas rurais, a fragmentação e falta de padronização dos registros produtivos, a integração limitada entre sistemas e a adoção desigual de ferramentas digitais (MASSRUHA et al., 2023). Embora existam diversos estudos abordando aplicações específicas de TI no campo, observa-se que a literatura ainda se encontra dispersa, com enfoques pontuais e análises fragmentadas, carecendo de uma síntese sistematizada que organize, integre e avalie criticamente as contribuições científicas sobre o tema.

Dessa forma, identifica-se uma lacuna científica relacionada à ausência de uma revisão sistemática que consolide o conhecimento produzido acerca da contribuição das Tecnologias da Informação para a gestão e o desenvolvimento do agronegócio. A inexistência de uma síntese estruturada dificulta a compreensão integrada dos avanços, limitações e tendências da área, tornando necessária uma investigação que organize e sistematize a produção científica existente.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, a contribuição das Tecnologias da Informação para a gestão e o

desenvolvimento do agronegócio. Parte-se da hipótese de que a adoção de TI exerce impacto positivo sobre a organização da informação, a eficiência gerencial e o desempenho do setor agrícola. Para atender a esse propósito, o trabalho busca investigar o papel da TI no contexto do agronegócio, identificar benefícios e desafios associados à sua adoção e compreender de que maneira essas tecnologias apoiam a tomada de decisão e o desenvolvimento do setor.

Assim, o problema que orienta esta pesquisa pode ser formulado da seguinte maneira: de que forma as Tecnologias da Informação têm contribuído, segundo a literatura científica, para a melhoria da gestão e para o desenvolvimento do agronegócio? Ao responder a essa questão, o estudo pretende oferecer uma síntese estruturada do conhecimento produzido, contribuindo tanto para o avanço acadêmico quanto para a compreensão prática do potencial transformador da tecnologia no meio rural.

1 Fundamentação Teórica

A literatura científica aponta que as Tecnologias da Informação têm papel estratégico no agronegócio, especialmente no suporte à gestão, organização de dados e tomada de decisão. Estudos indicam que o uso de sistemas informatizados, plataformas digitais e ferramentas de análise de dados contribui para o aumento da eficiência operacional, redução de custos e melhoria do planejamento produtivo (WOLFERT et al., 2017). Além disso, a adoção de tecnologias digitais tem sido associada à maior competitividade e à modernização das atividades agrícolas, embora desafios estruturais ainda limitem sua implementação em larga escala.

1.1 Tecnologias da Informação e Gestão no Agronegócio

Pesquisas indicam que a aplicação das Tecnologias da Informação na gestão agrícola favorece o controle sistemático dos processos produtivos e administrativos, contribuindo para maior eficiência na organização das atividades rurais. A literatura destaca que sistemas de informação possibilitam o registro estruturado de dados relacionados à produção, custos, insumos e logística, oferecendo suporte consistente à gestão das propriedades rurais (DEDRICK et al., 2010). Dessa forma, decisões deixam de ser baseadas exclusivamente na experiência empírica, passando a considerar informações organizadas e historicamente consolidadas.

Estudos também apontam que a digitalização da gestão agrícola amplia a transparência e a rastreabilidade das operações, aspectos fundamentais em cadeias produtivas cada vez mais

integradas e exigentes. A literatura ressalta que o uso de tecnologias digitais favorece a comunicação entre produtores, cooperativas, empresas e instituições públicas, fortalecendo a coordenação e a governança do agronegócio (PORTER, 2008). Essa integração contribui para maior alinhamento entre os diferentes elos da cadeia, promovendo eficiência e redução de assimetrias informacionais.

Pesquisas recentes associam a adoção de Tecnologias da Informação à profissionalização da gestão rural e à modernização das práticas administrativas no campo. Estudos indicam que ferramentas digitais permitem maior controle financeiro, melhor planejamento produtivo e acompanhamento sistemático dos resultados obtidos (McBRATNEY et al., 2005). Nesse sentido, a literatura sugere que a TI desempenha papel relevante na transformação da gestão agrícola, estimulando práticas mais racionais, organizadas e alinhadas aos desafios contemporâneos do agronegócio (EASTWOOD et al., 2017).

1.2 Agricultura Digital, Agricultura de Precisão e Uso de Dados

A agricultura digital e a agricultura de precisão são amplamente discutidas na literatura como abordagens que utilizam intensivamente Tecnologias da Informação para otimizar o uso de recursos produtivos. Estudos indicam que a adoção de sensores, sistemas de posicionamento global, imagens de satélite e plataformas digitais possibilita o monitoramento detalhado das condições ambientais e produtivas (ZHANG et al., 2017). Essa capacidade de observação contribui para decisões mais precisas e adaptadas às especificidades de cada área cultivada.

A literatura aponta que o uso sistemático de dados agrícolas favorece práticas mais eficientes e sustentáveis, reduzindo desperdícios e impactos ambientais. Pesquisas destacam que a análise de grandes volumes de dados permite ajustes contínuos no manejo das culturas, promovendo maior eficiência no uso de insumos como água, fertilizantes e defensivos (KAMILARIS; PRENAFETA-BOLDÚ, 2018). Assim, a agricultura orientada por dados fortalece a produtividade ao mesmo tempo em que contribui para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (GEBBERS; ADAMCHUK, 2010).

Estudos também ressaltam que a agricultura digital amplia a capacidade de planejamento e antecipação de riscos no agronegócio. A literatura indica que ferramentas baseadas em dados permitem prever condições climáticas adversas, incidência de pragas e oscilações de mercado, auxiliando produtores e gestores na definição de estratégias mais resilientes (ROSE; CHILVERS, 2016). Dessa forma, o uso de dados consolida-se como elemento central na modernização das práticas agrícolas e na adaptação do setor aos desafios atuais.

1.3 Sistemas de Informação, Apoio à Decisão e Big Data no Meio Rural

A literatura científica destaca que os sistemas de apoio à decisão baseados em Tecnologias da Informação exercem papel relevante na gestão agrícola, especialmente em contextos caracterizados por elevada complexidade produtiva. Estudos indicam que essas ferramentas permitem integrar dados históricos e informações em tempo real, oferecendo subsídios para a avaliação de cenários e a escolha de estratégias mais adequadas (McBRATNEY et al., 2005). Dessa forma, a tomada de decisão torna-se mais estruturada e menos sujeita a incertezas.

O avanço do *Big Data* no agronegócio tem ampliado significativamente a capacidade de coleta, processamento e análise de grandes volumes de dados provenientes de diferentes fontes. Pesquisas apontam que o uso de técnicas de *Big Data* e *analytics* contribui para decisões mais precisas e fundamentadas, fortalecendo a competitividade do setor (WOLFERT et al., 2017). A literatura também associa essas tecnologias ao estímulo à inovação, permitindo o desenvolvimento de novos produtos, serviços e modelos de negócio no meio rural (LI et al., 2019).

Estudos adicionais ressaltam que a efetividade dos sistemas de apoio à decisão depende da integração entre plataformas digitais, bases de dados e ferramentas analíticas. A literatura indica que a interoperabilidade entre sistemas é condição essencial para maximizar os benefícios das Tecnologias da Informação no agronegócio (ELGHANNAM et al., 2020). Nesse contexto, a consolidação do uso de sistemas integrados contribui para uma gestão mais eficiente, transparente e orientada por dados.

1.4 Fontes de Dados e Infraestruturas de Informação no Agronegócio Brasileiro

A literatura destaca que a efetividade das Tecnologias da Informação no agronegócio depende da disponibilidade de dados confiáveis e de infraestruturas adequadas para coleta, armazenamento e análise das informações. No contexto brasileiro, instituições públicas desempenham papel central na disponibilização de bases de dados estratégicas para o planejamento e a gestão agrícola. Sistemas como o Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) fornecem informações climáticas essenciais para o monitoramento de riscos, planejamento de safras e apoio à tomada de decisão no campo (INMET, 2025).

Da mesma forma, bases de dados agrícolas mantidas por instituições como a EMATER-Rio e a EMBRAPA reúnem informações relevantes sobre produtividade, condições de solo e

manejo agrícola, contribuindo para a construção de diagnósticos regionais e para o suporte técnico aos produtores (EMATER-RIO, 2024; EMBRAPA SOLOS, 2024). Esses sistemas permitem integrar dados ambientais, produtivos e técnicos, favorecendo análises mais abrangentes sobre o desempenho do setor.

Estudos indicam que a integração dessas fontes de dados com sistemas de informação e plataformas digitais amplia o potencial de uso da informação como recurso estratégico no agronegócio. A literatura aponta que a consolidação de infraestruturas de dados agrícolas fortalece a capacidade de planejamento, monitoramento e gestão, reforçando o papel da Tecnologia da Informação como elemento estruturante para a modernização do setor (MASSRUHA et al., 2023).

1.5 Desafios, Limitações e Perspectivas da Transformação Digital no Agronegócio

Apesar dos benefícios amplamente discutidos, a literatura aponta que a adoção das Tecnologias da Informação no agronegócio ainda enfrenta desafios significativos. Pesquisas indicam que limitações relacionadas à infraestrutura tecnológica, conectividade no meio rural e capacitação dos usuários dificultam a disseminação dessas soluções (ROSE; CHILVERS, 2016). Esses fatores comprometem o uso pleno das tecnologias disponíveis e ampliam desigualdades regionais no acesso à inovação.

Estudos também destacam que a ausência de padronização de dados e a dificuldade de integração entre sistemas distintos constituem barreiras relevantes à transformação digital do setor. A literatura ressalta que a fragmentação das informações dificulta o compartilhamento de dados e reduz a efetividade das soluções tecnológicas adotadas (LI et al., 2019). Além disso, aspectos culturais e organizacionais, como resistência à mudança e baixo nível de familiaridade com ferramentas digitais, influenciam diretamente a aceitação das tecnologias no campo (EASTWOOD et al., 2017).

Por fim, a literatura sugere que o avanço da transformação digital no agronegócio depende da atuação conjunta de políticas públicas, investimentos em infraestrutura e estratégias de capacitação voltadas à inclusão digital. Pesquisas indicam que iniciativas institucionais podem estimular a adoção tecnológica e reduzir barreiras estruturais (DEDRICK et al., 2010). Nesse sentido, a consolidação das Tecnologias da Informação no setor agrícola tende a promover ganhos sustentáveis em gestão, produtividade e desenvolvimento.

2 Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura, de abordagem qualitativa e natureza exploratória, com o objetivo de identificar, organizar e sintetizar a produção científica relacionada à contribuição das Tecnologias da Informação para a gestão e o desenvolvimento do agronegócio. A adoção da revisão sistemática justifica-se pela necessidade de estruturar a busca, seleção e análise dos estudos de forma transparente e reprodutível.

A principal base de dados utilizada para a identificação das publicações foi o Google Acadêmico, escolhido por sua ampla indexação de periódicos revisados por pares, livros, anais de eventos científicos e documentos institucionais relevantes nas áreas de Tecnologia da Informação e Agronegócio. A busca foi realizada utilizando combinações de palavras-chave em português e inglês, com operadores booleanos, visando ampliar o alcance dos resultados.

2.1 Estratégia de Busca

A estratégia de busca foi estruturada com o objetivo de garantir maior aderência temática e precisão nos resultados. Para isso, optou-se pela utilização do operador intitle: no Google Acadêmico, restringindo a ocorrência dos termos principais ao título das publicações, de modo a recuperar estudos com foco direto na interseção entre Tecnologia da Informação e Agronegócio.

A busca foi realizada no Google Acadêmico no mês de janeiro de 2026, considerando os registros indexados até a data da consulta. A *string* principal utilizada foi: *intitle:*"tecnologia da informação" *AND* "agronegócio". A utilização do operador *intitle:* permitiu reduzir resultados excessivamente amplos e assegurar que os estudos identificados apresentassem relação explícita com o tema central da pesquisa.

Foram considerados para análise estudos disponíveis em texto completo, sem delimitação temporal prévia, priorizando-se a relevância temática e a aderência ao escopo da investigação. Além disso, os trabalhos selecionados deveriam abordar a aplicação de Tecnologias da Informação no contexto do agronegócio, com potencial interface com gestão, uso de dados ou apoio à tomada de decisão, ainda que tais termos não constassem necessariamente no título.

2.2 Protocolo de Seleção dos Estudos

O processo de seleção seguiu as diretrizes do protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (MOHER et al., 2009), estruturando as etapas de identificação, triagem e inclusão.

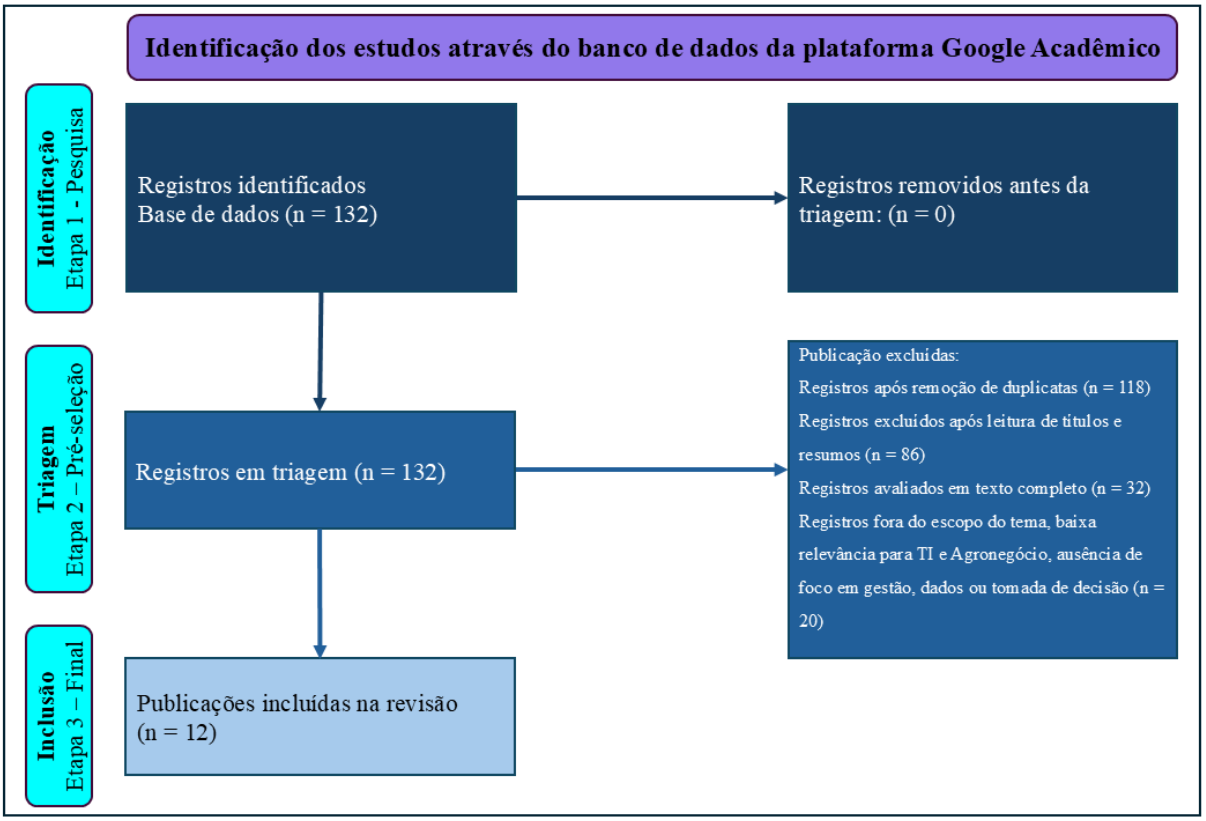
Etapa 1 – Identificação: foram identificados 132 registros na base de dados consultada (Google Acadêmico). Não houve remoção de registros antes da etapa de triagem (n = 0), conforme indicado no fluxograma.

Etapa 2 – Triagem (Pré-seleção): os 132 registros identificados foram submetidos à triagem inicial. Após verificação e remoção de duplicatas, permaneceram 118 registros. Em seguida, foi realizada a leitura de títulos e resumos, resultando na exclusão de 86 publicações por não apresentarem aderência temática ou por tratarem de tecnologia agrícola sem enfoque em gestão e informação. Após essa etapa, 32 estudos foram selecionados para avaliação em texto completo.

Etapa 3 – Elegibilidade e Inclusão: os 32 estudos avaliados integralmente foram analisados quanto à pertinência temática, relevância para as áreas de Tecnologia da Informação e Agronegócio e presença de discussões relacionadas à gestão, uso de dados ou apoio à tomada de decisão. Nessa fase, 20 publicações foram excluídas por estarem fora do escopo do tema, apresentarem baixa relevância para TI e Agronegócio ou ausência de foco gerencial.

Ao final do processo, 12 publicações foram incluídas na revisão sistemática, compondo o corpus teórico utilizado na fundamentação e na síntese dos resultados deste estudo. O detalhamento visual das etapas descritas encontra-se apresentado no fluxograma PRISMA ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma PRISMA do processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com o objetivo de oferecer maior transparência e sistematização ao corpus analisado, apresenta-se na Tabela 1 a caracterização dos estudos incluídos nesta revisão sistemática. A tabela sintetiza informações relativas aos autores, ao tipo de estudo, ao foco temático e às principais contribuições identificadas em cada publicação.

Tabela 1 – Síntese dos estudos incluídos na revisão sistemática

Autor/Ano	Tipo de Estudo	Foco Temático	Principais Contribuições
Dedrick et al. (2010)	Teórico/Conceitual	TI e produtividade	Relaciona investimento em TI ao aumento de eficiência organizacional e desempenho produtivo.
Porter (2008)	Conceitual	TI e vantagem competitiva	Discute a informação como recurso estratégico para geração de vantagem competitiva.
McBratney et al. (2005)	Revisão	Agricultura de precisão	Aponta direções futuras para agricultura baseada em dados e sistemas de decisão.
Eastwood et al. (2017)	Revisão Analítica	Gestão digital rural	Analisa impactos da digitalização na gestão e profissionalização agrícola.
Wolfert et al. (2017)	Revisão Sistemática	Big Data no agronegócio	Discute o papel do Big Data na agricultura inteligente e integração de dados.

Autor/Ano	Tipo de Estudo	Foco Temático	Principais Contribuições
Zhang et al. (2017)	Aplicação Tecnológica	Mineração de dados	Demonstra uso de técnicas de data mining na agricultura de precisão.
Kamilaris e Prenafeta-Boldú (2018)	Revisão	Deep Learning na agricultura	Explora aplicações de aprendizado profundo para análise agrícola.
Gebbers e Adamchuk (2010)	Revisão	Agricultura de precisão	Relaciona uso de sensores e dados à segurança alimentar e sustentabilidade.
Rose e Chilvers (2016)	Estudo Crítico	Adoção tecnológica	Analisa fatores sociais e institucionais na adoção de agricultura digital.
Li et al. (2019)	Revisão	Transformação digital	Examina processos de digitalização e inovação no setor agrícola.
Elghannam et al. (2020)	Aplicação Tecnológica	Smart Farming	Aborda integração de sistemas e analytics no contexto de fazendas inteligentes.
Massruha et al. (2023)	Relatório Técnico	Transformação digital no Brasil	Analisa desafios estruturais da digitalização no agronegócio brasileiro.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 Resultados e Discussão

Nesta seção, apresentam-se os resultados da revisão sistemática a partir de uma análise temática dos estudos incluídos. A organização dos achados em eixos analíticos decorre da identificação de convergências conceituais e recorrências argumentativas na literatura, permitindo estruturar a discussão de forma integrada e comparativa. Essa abordagem possibilita evidenciar padrões, complementaridades e limitações das contribuições científicas examinadas, oferecendo uma visão articulada do papel das Tecnologias da Informação no contexto do agronegócio.

3.1 Impactos das Tecnologias da Informação na Gestão do Agronegócio

A análise dos estudos selecionados revela convergência quanto ao papel estratégico das Tecnologias da Informação na modernização da gestão agrícola. De modo geral, as publicações indicam que a digitalização dos processos produtivos favorece maior controle administrativo, organização de dados e planejamento sistemático das atividades rurais (DEDRICK et al., 2010; PORTER, 2008; McBRATNEY et al., 2005). Observa-se que os sistemas informatizados contribuem para reduzir decisões baseadas exclusivamente na experiência empírica, ampliando o uso de informações estruturadas e historicamente consolidadas. Além disso, a literatura aponta que a adoção de soluções digitais fortalece a transparência e a coordenação entre os

diferentes elos das cadeias produtivas. Esses achados confirmam a hipótese de que a TI exerce impacto positivo sobre a eficiência gerencial e a profissionalização do setor agrícola (EASTWOOD et al., 2017).

3.2 Uso de Dados, Agricultura Digital e Apoio à Tomada de Decisão

Os resultados indicam que a agricultura digital e a utilização intensiva de dados configuram-se como eixos centrais da transformação tecnológica no agronegócio. A maioria dos estudos associa o uso de sensores, plataformas digitais e ferramentas analíticas à melhoria da precisão nas decisões produtivas (ZHANG et al., 2017; KAMILARIS; PRENAFETA-BOLDÚ, 2018; GEBBERS; ADAMCHUK, 2010). Observa-se que a integração entre dados ambientais, climáticos e operacionais permite ajustes contínuos no manejo agrícola, promovendo maior eficiência no uso de insumos e redução de desperdícios. Ademais, ferramentas baseadas em análise de dados contribuem para antecipação de riscos e planejamento estratégico, ampliando a resiliência do setor frente a incertezas climáticas e de mercado (ROSE; CHILVERS, 2016). Esses resultados reforçam a centralidade da informação como ativo estratégico para o desenvolvimento sustentável do agronegócio.

3.3 Integração de Sistemas e Infraestruturas de Informação

Outro padrão identificado refere-se à importância da integração entre sistemas de informação e infraestruturas de dados para maximizar os benefícios da TI no meio rural. Os estudos analisados indicam que a interoperabilidade entre plataformas digitais, bases institucionais e sistemas de apoio à decisão é condição essencial para uma gestão orientada por dados (WOLFERT et al., 2017; ELGHANNAM et al., 2020). No contexto brasileiro, a disponibilidade de bases públicas como INMET, EMATER e EMBRAPA amplia o potencial de uso estratégico da informação (INMET, 2025; EMATER-RIO, 2024; MASSRUHA et al., 2023). Entretanto, observa-se que a fragmentação das bases e a ausência de padronização dificultam a consolidação de um ecossistema digital plenamente integrado. Assim, a literatura evidencia que o avanço tecnológico depende não apenas da adoção de ferramentas, mas da articulação entre dados, sistemas e instituições.

3.4 Desafios Estruturais e Lacunas Científicas

Apesar dos avanços identificados, os estudos convergem ao apontar limitações estruturais que restringem a expansão da transformação digital no agronegócio. Questões relacionadas à conectividade rural, capacitação técnica e resistência organizacional aparecem de forma recorrente na literatura (ROSE; CHILVERS, 2016; EASTWOOD et al., 2017). Além disso, observa-se que muitos trabalhos abordam aplicações tecnológicas específicas, mas ainda carecem de análises integradas que relacionem tecnologia, gestão e desenvolvimento de forma sistêmica. Essa fragmentação evidencia a lacuna científica identificada na introdução, reforçando a necessidade de sínteses estruturadas que organizem o conhecimento produzido. Dessa forma, os resultados desta revisão sistemática contribuem ao consolidar padrões, tendências e limitações da produção científica, oferecendo uma visão integrada do papel das Tecnologias da Informação no agronegócio.

3.5 Síntese Integrada e Implicações Analíticas

A análise integrada dos estudos selecionados permite observar que a transformação digital no agronegócio não se limita à adoção isolada de ferramentas tecnológicas, mas depende da articulação entre infraestrutura de dados, maturidade organizacional e integração sistêmica. Embora os trabalhos revisados apontem ganhos consistentes em eficiência gerencial, planejamento produtivo e apoio à tomada de decisão, tais benefícios mostram-se condicionados à existência de ambientes institucionais capazes de sustentar a interoperabilidade entre sistemas e a padronização de informações.

Nesse sentido, verifica-se que a Tecnologia da Informação atua como elemento estruturante da gestão agrícola quando integrada a processos organizacionais e estratégias de governança de dados. A literatura analisada sugere que a mera disponibilidade de tecnologias digitais não garante, por si só, ganhos de produtividade ou modernização do setor. Ao contrário, os resultados indicam que o impacto positivo da TI está associado à capacidade dos atores envolvidos em transformar dados dispersos em conhecimento estruturado e aplicável.

Essa constatação reforça a hipótese inicialmente formulada de que a adoção de TI exerce impacto positivo sobre a organização da informação e a eficiência gerencial, mas também evidencia que tal impacto é mediado por fatores estruturais, culturais e institucionais. Assim, a contribuição das Tecnologias da Informação deve ser compreendida de forma sistêmica, considerando a interação entre tecnologia, gestão e infraestrutura de dados.

3.6 Implicações Teóricas

Do ponto de vista teórico, os achados desta revisão dialogam com a perspectiva da informação como recurso estratégico nas organizações, ampliando-a para o contexto do agronegócio. Observa-se que, diferentemente de setores altamente digitalizados, o meio rural apresenta especificidades relacionadas à dispersão geográfica, heterogeneidade produtiva e dependência de variáveis ambientais, o que confere maior complexidade à implementação de soluções baseadas em dados.

A revisão evidencia ainda que a literatura sobre Tecnologia da Informação aplicada ao agronegócio permanece fragmentada entre abordagens técnicas, produtivas e gerenciais. Ao integrar esses eixos, este estudo contribui para uma compreensão mais abrangente da transformação digital no setor, destacando a necessidade de modelos analíticos que considerem simultaneamente infraestrutura, governança e capacitação.

3.7 Implicações Práticas e Gerenciais

Sob a perspectiva prática, os resultados sugerem que investimentos em tecnologias digitais devem ser acompanhados por estratégias de integração de dados, padronização de registros produtivos e capacitação técnica dos usuários. Iniciativas voltadas exclusivamente à aquisição de ferramentas tecnológicas tendem a apresentar impacto limitado quando não articuladas a políticas de gestão da informação.

Além disso, a consolidação de infraestruturas públicas de dados agrícolas mostra-se fundamental para ampliar o potencial de uso estratégico da informação no setor. A integração entre dados institucionais e sistemas privados pode fortalecer ecossistemas digitais mais robustos, contribuindo para decisões mais informadas e sustentáveis.

3.8 Limitações da Revisão

Apesar das contribuições apresentadas, esta revisão apresenta limitações que devem ser consideradas. A utilização de uma única base de dados para a busca das publicações e a restrição dos termos ao título dos estudos podem ter reduzido a abrangência do corpus analisado. Ademais, o número final de trabalhos incluídos, embora suficiente para identificar padrões temáticos, não permite generalizações estatísticas sobre o conjunto da produção científica da área.

Essas limitações não invalidam os achados, mas indicam a necessidade de investigações futuras que ampliem a busca para outras bases indexadoras, incorporem análises bibliométricas e explorem estudos empíricos capazes de mensurar impactos objetivos da adoção de Tecnologias da Informação no agronegócio.

Conclusão

Este estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, a contribuição das Tecnologias da Informação para a gestão e o desenvolvimento do agronegócio. A partir da análise dos 12 estudos selecionados conforme protocolo PRISMA, foi possível identificar padrões consistentes que evidenciam o papel estratégico da TI na modernização da gestão agrícola, na organização de dados e no fortalecimento da tomada de decisão baseada em informações estruturadas.

Os resultados indicam que a agricultura digital e o uso intensivo de dados configuram-se como eixos centrais da transformação tecnológica no setor, promovendo ganhos em eficiência operacional, planejamento produtivo e sustentabilidade. Entretanto, os achados também evidenciam que os benefícios da TI estão condicionados à existência de infraestrutura adequada, interoperabilidade entre sistemas e capacitação técnica dos usuários.

Do ponto de vista científico, esta revisão contribui ao sistematizar uma literatura até então fragmentada, integrando perspectivas relacionadas à gestão, agricultura digital, *Big Data* e infraestrutura de dados no contexto do agronegócio brasileiro. Ao organizar essas dimensões em eixos analíticos, o estudo oferece uma visão estruturada das tendências e limitações da transformação digital no setor.

Sob a perspectiva prática, os resultados sugerem que políticas públicas e iniciativas institucionais devem priorizar não apenas a adoção tecnológica, mas também a integração de bases de dados, padronização de informações e programas de capacitação voltados à inclusão digital no meio rural.

Como limitações, destaca-se a utilização de uma única base de dados e a restrição da busca aos títulos das publicações, o que pode ter limitado a abrangência do corpus analisado. Pesquisas futuras podem ampliar a investigação para outras bases indexadoras, incorporar análises quantitativas e explorar estudos empíricos que avaliem impactos mensuráveis da adoção de TI em diferentes segmentos do agronegócio.

Referências

DEDRICK, J.; GURBAXANI, V.; KRAEMER, K. Information technology and productivity. **MIS Quarterly**, v. 34, n. 1, p. 1–24, 2010.

EASTWOOD, C.; KLERKX, L.; NETTLE, R. The future of farm management: digital agriculture. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 1–9, 2017.

ELGHANNAM, A. et al. Smart farming and big data analytics. **Sustainable Computing**, v. 25, 2020.

EMATER-RIO. **Acompanhamento Sistemático da Produtividade Agrícola – ASPA**. Rio de Janeiro: EMATER-Rio, 2024. Disponível em: https://www.emater.rj.gov.br. Acesso em: jan. 2026.

EMBRAPA SOLOS. **Banco de Dados de Solos do Brasil – BDSolos**. Brasília: Embrapa, 2024. Disponível em: https://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br/consulta_publica.html. Acesso em: jan. 2026.

GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. Precision agriculture and food security. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 828–831, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília: INMET, 2025. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos/. Acesso em: jan. 2026.

KAMILARIS, A.; PRENAFETA-BOLDÚ, F. X. Deep learning in agriculture: a survey. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 147, p. 70–90, 2018.

LI, L. et al. Digital transformation of agriculture. **Information Processing in Agriculture**, v. 6, n. 4, p. 381–392, 2019.

MASSRUHA, S.; LEITE, M.; LUCHIARI, A.; EVANGELISTA, S. **A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente**. Brasília: Embrapa, 2023. (Relatório técnico).

McBRATNEY, A. et al. Future directions of precision agriculture. **Precision Agriculture**, v. 6, p. 7–23, 2005.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009.

PORTER, M. E. Information technology and competitive advantage. **Harvard Business Review**, 2008.

ROSE, D. C.; CHILVERS, J. Smart farming: from technology adoption to digital agriculture. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1–17, 2016.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDOUW, C.; BOGAARDT, M. Big data in smart farming: a review. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 69–80, 2017.

ZHANG, M.; WANG, K.; WANG, J. Application of data mining technology in precision agriculture. **Procedia Computer Science**, v. 122, p. 1063–1068, 2017.

INFRAESTRUTURA DE DADOS COMO BEM PÚBLICO AGRÍCOLA: REDESENHANDO A GOVERNANÇA DE DADOS DO CAMPO PARA ALÉM DA PROPRIEDADE PRIVADA

DATA INFRASTRUCTURE AS AN AGRICULTURAL PUBLIC GOOD: REDESIGNING FARM DATA GOVERNANCE BEYOND PRIVATE OWNERSHIP

Cristina Rios[1]
Stefani Juliana Vogel[2]
Victor Rorato[3]

Resumo: A digitalização da agricultura brasileira ampliou a geração de dados estratégicos, mas consolidou modelo marcado por fragmentação informacional, dependência tecnológica e baixa interoperabilidade. Este artigo propõe a qualificação dos dados agrícolas territoriais como Infraestrutura Pública Digital (*Digital Public Infrastructure* – DPI), defendendo que tais dados possuem características de bens públicos infraestruturais. A pesquisa adota abordagem qualitativa e exploratória, baseada em revisão bibliográfica interdisciplinar nas áreas de Direito, Economia Institucional, Governança Digital e Políticas Públicas. O trabalho propõe modelo de meta-governança multinível aplicável ao setor agroalimentar brasileiro, articulando governança de dados, proteção de dados pessoais e soberania tecnológica. Sustenta-se que uma DPI agrícola pode reduzir assimetrias informacionais, fortalecer políticas públicas e ampliar a inclusão produtiva. O artigo também discute riscos relacionados à concentração privada de dados e modelos algorítmicos, defendendo mecanismos de transparência, auditabilidade e conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

Palavras-chave: infraestrutura pública digital; governança de dados; agricultura digital; soberania tecnológica; LGPD.

Abstract: The digitalization of Brazilian agriculture has increased the generation of strategic data while consolidating a model marked by informational fragmentation, technological dependency, and limited interoperability. This article proposes the qualification of territorial agricultural data as Digital Public Infrastructure (DPI), arguing that such data possess characteristics of infrastructural public goods. The research adopts a qualitative and exploratory approach based on an interdisciplinary literature review in Law, Institutional Economics, Digital Governance, and Public Policy. The paper proposes a multi-level meta-governance model for the Brazilian agri-food sector, combining data governance, data protection, and technological sovereignty. It argues that an agricultural DPI may reduce informational asymmetries, strengthen public policies, and foster productive inclusion. The article also addresses risks related to the private concentration of data and algorithmic models, defending transparency, accountability, and compliance with the Brazilian General Data Protection Law (LGPD).

Keywords: digital public infrastructure; data governance; digital agriculture; technological sovereignty; data protection.

[1] LL.M. em Proteção de Dados (GDPR e LGPD) pela Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa. E-mail: cristinariosdealmeida@gmail.com.
[2] Doutoranda em Estado de Direito e Governança Global pela Universidade de Salamanca. E-mail: dpovogel@gmail.com.
[3] Doutorando em Comunicação e Políticas Públicas pela Universidade da Suíça Italiana no Programa ESKAS. E-mail:victorhrorato@gmail.com.

Introdução

A digitalização da agricultura brasileira ampliou a geração de dados no campo, mas pequenos e médios produtores continuam com baixa capacidade de capturá-los, processá-los e convertê-los em decisões estratégicas. Esse processo consolidou-se sob lógica predominantemente proprietária, na qual dados climáticos, produtivos e genéticos são tratados como ativos privados, com limitada transparência pública, baixa interoperabilidade e forte dependência tecnológica.

Tal modelo aprofunda assimetrias informacionais, fragmenta sistemas de dados e compromete tanto a formulação de políticas públicas, em áreas como segurança alimentar, crédito rural e adaptação climática, quanto a autonomia produtiva dos agricultores. No plano prático, produtores dependem de múltiplas plataformas privadas, sujeitas a termos contratuais, custos e mecanismos de *lock-in* tecnológico que restringem sua capacidade decisória e de inovação.

Embora a literatura sobre DPI tenha avançado em setores como identidade digital, pagamentos e serviços financeiros, sua aplicação ao setor agroalimentar permanece pouco desenvolvida, especialmente no Sul Global. No Brasil, inexiste arcabouço normativo específico que qualifique dados agrícolas como bens públicos infraestruturais e articule soberania tecnológica, governança algorítmica e proteção de dados pessoais.

Diante dessa lacuna, este artigo pergunta em que medida dados agrícolas territoriais podem ser qualificados como DPI e quais arranjos institucionais são necessários para governá-los como bem público no contexto brasileiro. Propõe-se, para tanto, a transição para uma DPI agrícola: um conjunto articulado de fundações técnicas, jurídicas e institucionais, comparável a "rodovias digitais", capaz de oferecer bases estáveis, reutilizáveis, soberanas e orientadas ao bem comum.

A contribuição do artigo reside em quatro dimensões: qualificar juridicamente os dados agrícolas territoriais como Infraestrutura Pública Digital; integrar teoria dos bens públicos, governança digital e proteção de dados pessoais; propor modelo de meta-governança multinível; e articular soberania tecnológica, justiça informacional e segurança alimentar como fundamentos de uma DPI agrícola.

1 Metodologia

Este artigo adota abordagem qualitativa, exploratória e propositiva, baseada em revisão bibliográfica interdisciplinar nas áreas de Direito, Economia Institucional, Governança Digital

e Políticas Públicas. O método é dedutivo: parte da caracterização dos dados agrícolas territoriais como bens de natureza infraestrutural para construir proposta normativa de DPI agrícola.

A análise articula três eixos: fundamentos econômicos dos bens públicos e externalidades; literatura sobre DPI e DPGs; e arcabouço jurídico brasileiro aplicável à governança de dados, proteção de dados pessoais e segurança da informação.

Complementarmente, o artigo examina experiências internacionais, como os *European Data Spaces*, os modelos de *Data Trusts* e a iniciativa indiana *AgriStack*, utilizadas como referências institucionais para evidenciar diferentes arranjos de governança de dados e subsidiar a proposta apresentada.

Trata-se de pesquisa teórico-normativa orientada à construção institucional, sem investigação empírica quantitativa ou análise estatística de bases de dados agrícolas.

2 O Conceito De Infraestrutura De Dados Como Bem Público

Uma infraestrutura de dados não se limita a servidores, capacidade computacional e redes. Trata-se de arranjo institucional que integra arquitetura técnica, padrões de interoperabilidade, regras de governança, marcos jurídicos e práticas sociais de uso, permitindo fluxo estruturado de dados sem aprisionamento tecnológico.

Uma infraestrutura torna-se "pública" não necessariamente porque é controlada pelo Estado, mas porque é orientada a fins coletivos, estruturada para acesso amplo sob regras não discriminatórias e submetida a *accountability* democrática. A publicização refere-se, portanto, à finalidade e ao regime de governança, não apenas à titularidade formal.

No contexto agrícola, dados territoriais — como informações sobre clima, solos, biodiversidade, produtividade média por microrregião e variedades genéticas adaptadas — apresentam características típicas de infraestrutura e de bem público infraestrutural.

Em primeiro lugar, são não rivais: múltiplos usuários podem acessar simultaneamente dados de pluviometria ou zoneamento agrícola sem redução de valor informacional. Como argumenta a literatura clássica (Arrow, 1962), a alocação desses bens exclusivamente via propriedade privada tende ao subconsumo e à captura de renda por monopólios informacionais.

Em segundo lugar, produzem externalidades positivas relevantes. O uso estruturado de dados de solo e clima melhora não apenas a produtividade individual, mas também a qualidade das políticas públicas, a previsibilidade do mercado e a resiliência coletiva do sistema produtivo.

Em terceiro lugar, a estruturação desses dados demanda investimentos elevados em imagens orbitais, computação em nuvem, padronização metodológica e manutenção de séries

históricas. Tais investimentos apresentam retornos crescentes à escala: quanto maior a integração dos dados, maior seu valor coletivo. Trata-se de dinâmica típica de economia de rede, na qual fragmentação e monopolização produzem ineficiências sociais e exclusão (Becker, 2021).

É fundamental diferenciar dados agrícolas como infraestrutura pública de conceitos correlatos. Nem todo dado estatal possui caráter infraestrutural; essa condição depende da existência de padrões interoperáveis, coordenação institucional, governança estável e uso transversal entre sistemas distintos (Banco Mundial, 2021). Um repositório estático ou silo administrativo, ainda que estatal, não configura infraestrutura.

Do mesmo modo, dados abertos dizem respeito ao regime de acesso, mas não resolvem isoladamente problemas de fragmentação sistêmica e coordenação institucional. Os DPGs, como softwares de código aberto, padrões e modelos de IA, são componentes relevantes desse ecossistema, mas não substituem arranjos robustos de governança, *accountability* e coordenação multinível.

Já os bens comuns digitais (*commons*) pressupõem formas de autogestão comunitária que, embora relevantes, não esgotam as possibilidades institucionais necessárias para que o Estado atue como arquiteto de infraestrutura orientada ao interesse público, à soberania tecnológica e à função social da terra e dos dados (Pacheco, 2016).

Nesse contexto, é igualmente necessário considerar a função social da empresa. Empresas que coletam e exploram dados agropecuários não podem ser compreendidas apenas como instrumentos de maximização de lucro, mas como instituições inseridas na ordem econômica constitucional, cujo funcionamento deve contribuir para a justiça social e para interesses coletivos (Frazão, 2009).

Assim, quando empresas concentram e exploram dados agrícolas provenientes da atividade produtiva de agricultores, sua atuação deve considerar impactos sobre produtores, cadeias produtivas e desenvolvimento sustentável, compatibilizando inovação, eficiência econômica e distribuição social dos benefícios gerados pela economia de dados.

Uma infraestrutura pública de dados agrícolas deve reunir: função essencial para políticas públicas e inclusão produtiva; propriedades econômicas compatíveis com bens públicos; capacidade habilitadora para múltiplos serviços; integração de fontes legítimas de dados; e salvaguardas de soberania tecnológica, proteção de dados pessoais, transparência algorítmica e participação social.

A metáfora das "rodovias digitais" ou "redes elétricas públicas" ajuda a compreender essa lógica. Assim como redes elétricas fornecem infraestrutura padronizada para múltiplos usos,

uma DPI agrícola fornece sistemas de identificação, registros confiáveis, protocolos de intercâmbio e padrões de interoperabilidade capazes de sustentar soluções privadas, comunitárias e públicas em escala.

Experiências comparadas oferecem lições relevantes. Os *European Data Spaces* reconfiguram os dados como elementos de infraestrutura colaborativa, combinando governança multinível, interoperabilidade obrigatória e conformidade com o *General Data Protection Regulation* (GDPR). Contudo, a literatura aponta riscos de consolidação de poder por grandes provedores, seletividade regulatória e dificuldades de inclusão efetiva de usuários finais (Lemos et al., 2025; Peck Pinheiro; Batista Battaglini, 2022).

Modelos de *Data Trusts* e *Data Cooperatives* na Nova Zelândia e na Holanda demonstram viabilidade de intermediação fiduciária sem transferência de propriedade, embora enfrentem desafios de sustentabilidade e captura. Conforme destacado pelo *Ada Lovelace Institute* (2021), estruturas fiduciárias e cooperativas podem reduzir assimetrias contratuais e ampliar mecanismos de *accountability*, embora ainda enfrentem dificuldades relacionadas à sustentabilidade financeira, coordenação entre stakeholders e escala operacional.

No Sul Global, infraestruturas digitais como o e-CNPJ no Brasil, o Aadhaar na Índia e o SIAPC na Colômbia evidenciam capacidade técnica relevante, mas também limitações quanto à participação de beneficiários vulneráveis, dependência de fornecedores estrangeiros e assimetrias de governança.

No setor agrícola brasileiro, iniciativas como SIAGRO, EMBRAPA e IAPAR oferecem bases técnicas importantes, porém permanecem fragmentadas e ainda não configuram DPI agrícola integrada, interoperável e dotada de governança multinível robusta.

3 Redesenhando A Governança: Para Além Da Propriedade Privada

A propriedade privada foi historicamente justificada como mecanismo eficiente de alocação, capaz de gerar incentivos ao investimento e à inovação. Contudo, quando aplicada a bens com características infraestruturais — não rivalidade, retornos crescentes à escala e externalidades positivas difusas —, a lógica proprietária tende a produzir distorções dificilmente corrigíveis por regulação pontual. A literatura econômica demonstra que, nesses contextos, a apropriação privada pode resultar em subinvestimento, fragmentação e concentração excessiva de poder informacional (Arrow, 1962; OECD, 2021).

No setor agrícola, a concentração de informações estratégicas em poucos atores permite controle unilateral sobre acesso, precificação e estruturação dos dados, produzindo efeitos econômicos e epistêmicos relevantes. A dependência de recomendações algorítmicas opacas,

somada à assimetria técnica entre produtores e grandes plataformas, reforça relações de dependência estrutural já discutidas na literatura sobre poder informacional (Zuboff, 2020; UNDP, 2023).

Além disso, a heterogeneidade dos beneficiários e a natureza difusa das externalidades positivas dificultam a internalização privada dos benefícios da consolidação de dados em escala territorial. Nem produtores individuais nem empresas privadas possuem incentivos suficientes para investir na integração sistêmica de dados de interesse coletivo, como séries históricas regionais ou dados de pequenos produtores. O resultado é a suboferta de infraestrutura informacional e a persistência de silos desconectados, fenômeno clássico de falha de mercado em bens infraestruturais (Stiglitz, 1999; Banco Mundial, 2021).

Embora a regulação dos proprietários privados — por meio de exigências de interoperabilidade, transparência e acesso não discriminatório — seja necessária, ela permanece insuficiente para redistribuir estruturalmente poder e benefícios. O controle sobre coleta, estruturação e arquitetura dos dados continua concentrado no proprietário, mesmo sob supervisão regulatória, enquanto a literatura alerta para riscos de captura e conformidade formal sem alteração substantiva das assimetrias existentes (Braithwaite, 2008).

Diante desse cenário, este artigo propõe redesenho institucional baseado em meta-governança. Entendida como nível normativo que define as regras estruturantes do ecossistema, a meta-governança busca equilibrar coordenação pública, participação social e dinamismo privado, evitando tanto centralização hierárquica excessiva quanto fragmentação descoordenada (Sørensen; Torfing, 2009).

Em uma DPI agrícola, a meta-governança deve: (i) definir finalidades públicas explícitas; (ii) estabelecer padrões mínimos de interoperabilidade técnica e institucional; (iii) assegurar participação plural nas decisões estruturantes; e (iv) instituir mecanismos permanentes de transparência, auditoria e resolução de conflitos.

O arcabouço normativo brasileiro recente em segurança da informação e governança de dados fornece bases relevantes para operacionalização dessa meta-governança. A Política Nacional de Segurança da Informação (PNSI), instituída pelo Decreto nº 12.572 de 4 de agosto de 2025, e a Estratégia Nacional de Cibersegurança (E-Ciber), instituída pelo Decreto nº 12.573 de 4 de agosto de 2025, reconhecem a interdependência entre segurança da informação, governança de dados e proteção de infraestruturas críticas. Nesse contexto, DPIs agrícolas podem ser compreendidas como ativos estratégicos para segurança alimentar e soberania tecnológica.

Para que essa arquitetura seja consistente, a DPI agrícola deve observar cinco eixos normativos: finalidade pública vinculante, interoperabilidade baseada em padrões abertos, governança participativa multinível, transparência e proteção de dados, e sustentabilidade institucional e financeira. Objetivos como segurança alimentar, adaptação climática e inclusão produtiva estruturam a finalidade pública (Ostrom, 2010; Banco Mundial, 2021). Já a OECD destaca que interoperabilidade é condição essencial para inovação descentralizada e redução de custos sistêmicos no setor público (OECD, 2021).

Diferentes arranjos institucionais podem operacionalizar esses princípios. Modelos hierárquicos oferecem coordenação centralizada, mas enfrentam riscos de rigidez; modelos cooperativos ampliam participação direta, mas possuem limitações de escala; *data trusts* introduzem intermediação fiduciária, embora dependam da confiança no *trustee*. Arranjos híbridos e multinível tendem a combinar capacidades e mitigar riscos de captura, ainda que exijam coordenação sofisticada.

A experiência brasileira recente em governança de dados evidencia a viabilidade de modelos de meta-governança. A adoção de diretrizes federais de segurança da informação e governança de dados, combinada com autonomia setorial, permitiu que ministérios e órgãos federais desenvolvessem suas próprias Políticas de Governança de Dados e Informações (PGDI), como no Ministério da Agricultura e Pecuária e no Ministério do Trabalho e Emprego, preservando conformidade normativa e flexibilidade institucional.

A operacionalização concreta de uma DPI agrícola pode incluir conselhos de governança com representação plural, comitês técnicos setoriais, instâncias independentes de transparência e auditoria, programas contínuos de capacitação, mecanismos de consulta pública, mediação técnica de conflitos, catálogos públicos de dados com metadados claros, APIs padronizadas e relatórios periódicos de segurança e governança. Esses mecanismos traduzem princípios abstratos em práticas institucionais capazes de sustentar, no longo prazo, infraestrutura de dados agrícolas orientada ao bem público.

A reconfiguração dos dados agrícolas como DPI representa mudança estrutural na governança do setor: desloca-se o eixo da apropriação exclusiva para modelo orientado ao interesse público, à inclusão produtiva e à soberania informacional. A iniciativa privada permanece relevante, mas inserida em ecossistema institucional que redefine responsabilidades e distribui de forma mais equitativa os benefícios da digitalização.

A transição para uma DPI agrícola não implica marginalização do setor privado, mas reconfiguração de incentivos e do lócus de geração de valor. Em vez de derivar vantagem competitiva do controle exclusivo sobre dados brutos, a atuação privada passa a concentrar-se

no desenvolvimento de serviços e soluções de alto valor agregado sobre camada infraestrutural comum.

Nesse contexto, a DPI agrícola pode estruturar ambiente propício à inovação por meio de mecanismos institucionais específicos, como: (i) disponibilização de APIs e dados interoperáveis para serviços privados baseados em *analytics*, inteligência artificial e assistência técnica digital; (ii) adoção de modelos de "infraestrutura aberta com serviços complementares" (open core); (iii) implementação de *sandboxes* regulatórios; e (iv) uso de instrumentos de compras públicas inovadoras, por meio dos quais o Estado atua como demandante inicial de soluções desenvolvidas sobre a infraestrutura.

Adicionalmente, mecanismos de compartilhamento de valor — como exigência de retorno agregado de dados derivados ou métricas de impacto — podem alinhar incentivos privados à geração de benefícios coletivos sem inviabilizar modelos de negócio sustentáveis. Essa abordagem desloca o eixo competitivo da captura exclusiva de dados para a capacidade de gerar valor a partir de sua utilização, favorecendo ambientes mais dinâmicos, interoperáveis e menos sujeitos a práticas de *lock-in* tecnológico.

Assim, a DPI agrícola não elimina a relevância do setor privado, mas o reinsere em ecossistema regulado no qual inovação e concorrência ocorrem sobre bases comuns, reduzindo assimetrias estruturais e ampliando o potencial de difusão dos benefícios da digitalização no campo.

4 O papel da inteligência artificial e a LGPD na construção de uma Infraestrutura Digital Agrícola

A integração da Inteligência Artificial (IA) às infraestruturas de dados agroalimentares pode ser compreendida como a camada cognitiva que opera sobre os "trilhos digitais" do campo, transformando fluxos informacionais em capacidade preditiva e decisória. Essa integração viabiliza aplicações como previsão climática, otimização do uso de insumos, detecção de riscos fitossanitários e análise de resiliência territorial (Lemos et al., 2025; Borrero; Mariscal, 2022). Entretanto, tais aplicações somente alcançam escala e legitimidade pública quando estruturadas sobre uma DPI robusta, com interoperabilidade técnica, padronização semântica, governança clara e mecanismos de garantia da qualidade dos dados (Lemos; ITS RIO, 2025; UNDP, 2023).

Nesse contexto, a construção de uma IA agrícola orientada ao interesse público depende de dados "*AI-ready*": íntegros, atualizados, rastreáveis, documentados e semanticamente coerentes. A organização por ontologias, vocabulários controlados e sistemas de organização do conhecimento não constitui mero detalhe técnico, mas requisito infraestrutural para

interoperabilidade e interpretação consistente por sistemas automatizados (Lemos; Mendonça; Souza, 2020; Pinto; Almeida, 2020). Em termos institucionais, não há "IA pública" robusta sem infraestrutura semântica capaz de sustentar auditabilidade, reprodutibilidade e governança.

A permanência de lógica puramente proprietária sobre essas ferramentas cria riscos estruturais que a regulação isolada não elimina. Modelos treinados em bases históricas tendem a reproduzir e ampliar vieses: se os dados sobre agricultura familiar refletem décadas de subinvestimento, o algoritmo pode "aprender" que esses produtores são menos receptivos à inovação, produzindo recomendações discriminatórias (Pinheiro; Battaglini, 2022). A literatura sobre discriminação algorítmica demonstra que disparidades de desempenho e efeitos distributivos adversos podem emergir tanto dos dados quanto do desenho sociotécnico dos sistemas (Buolamwini; Gebru, 2018; Selbst; Barocas, 2019). No contexto agroalimentar, sistemas automatizados de crédito rural baseados em produtividade histórica podem classificar territórios subassistidos como de maior risco, restringindo acesso a crédito e consolidando ciclos de exclusão (de Castro Vieira et al., 2025).

Além do viés, a opacidade comercial de modelos proprietários compromete a auditabilidade e dificulta a identificação de proxies socioeconômicos ou territoriais embutidos em variáveis aparentemente neutras. Mesmo com abertura parcial de dados, a capacidade de treinar, atualizar e validar modelos avançados permanece concentrada em razão da dependência de infraestrutura de nuvem, hardware especializado e expertise escassa. Esse desnível produz dependência tecnológica do poder público e dos produtores em relação a poucos fornecedores, reeditando formas de *lock-in* informacional nas camadas de processamento e inferência.

Há ainda risco normativo relevante: modelos tendem a otimizar variáveis facilmente mensuráveis, como produtividade por hectare, em detrimento de métricas sistêmicas e de longo prazo, como saúde do solo, biodiversidade e resiliência climática. Isso evidencia que escolhas técnicas incorporam prioridades normativas, pois a seleção de variáveis, métricas e funções-objetivo materializa determinada concepção de desenvolvimento agrícola.

Por essas razões, a consolidação de uma DPI agrícola exige governança algorítmica integrada à governança de dados, combinando: (i) avaliações de impacto, inclusive distributivo-territorial; (ii) documentação técnica dos modelos e de seus dados de treinamento; (iii) testes periódicos de desempenho e equidade; (iv) transparência sobre critérios decisórios, com auditorias independentes; e (v) salvaguardas de segurança da informação e prevenção de reidentificação. Nessa arquitetura, a LGPD atua como eixo de confiança, orientando finalidades, minimização, transparência, responsabilização e direitos dos titulares, inclusive em cenários de inferência e decisão automatizada.

No contexto de uma DPI agrícola, dados pessoais podem emergir diretamente — como CPF, registros vinculados ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), geolocalização de propriedades e dados cadastrais para crédito rural — ou indiretamente, quando informações produtivas ou territoriais forem associáveis a indivíduos identificados ou identificáveis. Mesmo dados agregados podem permitir reidentificação quando combinados com outras bases, exigindo análise cuidadosa de anonimização e risco residual.

No âmbito do poder público, o tratamento desses dados deve observar as bases legais previstas nos arts. 7º e 23 da LGPD, especialmente a execução de políticas públicas previstas em leis e regulamentos, combinada com princípios de finalidade, necessidade, transparência e segurança da informação, sob regime de governança documentada e prestação de contas (*accountability*).

A transição para uma DPI agrícola, portanto, não é apenas agenda tecnológica, mas escolha institucional sobre a economia de dados no campo. Ao tratar dados estratégicos e, quando cabível, modelos essenciais como componentes de infraestrutura comum com padrões abertos, auditáveis e adaptáveis localmente, desloca-se a lógica de apropriação informacional de paradigma extrativista para paradigma infraestrutural. Trata-se de modelo híbrido no qual o Estado atua como arquiteto de camada fundacional interoperável e orientada ao interesse público, sem eliminar a iniciativa privada, mas redefinindo limites, responsabilidades e requisitos de *accountability*.

A consolidação dessa infraestrutura demanda articulação de quatro dimensões integradas: (i) técnica, envolvendo padrões abertos, ontologias compartilhadas, interoperabilidade e documentação; (ii) jurídica, abrangendo LGPD, LAI, políticas de segurança da informação e avaliações de impacto algorítmico; (iii) institucional, com governança multinível, arranjos fiduciários e participação ativa de produtores e organizações; e (iv) ética-distributiva, com métricas alinhadas à sustentabilidade, resiliência e justiça territorial. Sem essa integração, a digitalização agrícola tende a reproduzir dependências históricas sob roupagem algorítmica; com ela, abre-se a possibilidade de inovação inclusiva orientada à segurança alimentar e à soberania informacional.

5 O Estado e a Soberania Tecnológica

A política digital tradicional tende a restringir o Estado a dois papéis insuficientes: consumidor de soluções privadas ou regulador externo de mercados digitais. Ambos são reativos e mantêm dependências estruturais. Em setores estratégicos, o Estado deve assumir função distinta: arquiteto institucional de infraestruturas digitais críticas.

Ser arquiteto institucional significa identificar dados estratégicos para soberania e desenvolvimento, consolidar infraestruturas públicas para sua gestão, definir padrões de interoperabilidade que evitem dependência de fornecedores únicos, estruturar governança participativa e preservar capacidades próprias de processamento e auditoria.

Esse reposicionamento é particularmente relevante em países do Sul Global, marcados por trajetórias históricas de dependência tecnológica. A construção de infraestruturas digitais soberanas não é opção simbólica, mas condição material para autonomia política, desenvolvimento econômico e segurança estratégica.

A soberania tecnológica, nesse contexto, não se reduz à localização física de servidores. Embora relevante para mitigar riscos jurisdicionais e vulnerabilidades externas, ela é sobretudo institucional, envolvendo: (i) capacidade decisória sobre finalidades e governança dos dados; (ii) capacidade técnica de processar e auditar modelos algorítmicos; (iii) autonomia relativa frente a fornecedores dominantes; (iv) preservação do controle sobre infraestruturas críticas e cadeias de valor informacional.

Nesse sentido, a promoção de Bens Públicos Digitais (DPGs) torna-se instrumento estratégico. Softwares de código aberto, *datasets* públicos e modelos reutilizáveis reduzem custos sistêmicos, evitam aprisionamento tecnológico e ampliam o retorno social do investimento público. Recomendações da ONU e da *Digital Public Goods Alliance* apontam que DPGs permitem que países em desenvolvimento construam capacidades endógenas e fomentem inovação local (Liang et al., 2023). Destaca-se também a necessidade de ampliar competências e alfabetização digital, especialmente entre grupos mais expostos às desigualdades estruturais e digitais (Abdol Tshilunda, 2022). Trata-se de aplicação do conceito de "*capacity-building*", frequentemente associado aos objetivos de desenvolvimento sustentável.

O Estado pode fomentar DPGs por meio de financiamento direto ao desenvolvimento aberto, cláusulas contratuais que assegurem licenciamento público de soluções financiadas com recursos estatais, investimento em capacidades técnicas próprias e participação em consórcios internacionais colaborativos.

No plano normativo brasileiro, a Política Nacional de Segurança da Informação (PNSI) e a Estratégia Nacional de Cibersegurança (E-Ciber) reconhecem que a governança de infraestruturas digitais críticas exige soberania operacional, capacidade de auditoria e coordenação interinstitucional. A DPI agrícola insere-se nesse marco como ativo estratégico vinculado à segurança alimentar e à resiliência climática.

A integração dessa infraestrutura a políticas públicas é decisiva. Uma DPI agrícola fortalece a execução do Plano Safra, políticas de crédito rural, programas de inclusão produtiva e monitoramento ambiental. Também contribui para compromissos climáticos assumidos pelo Brasil ao viabilizar monitoramento territorial consistente, rastreamento de práticas agrícolas de baixo carbono e consolidação de dados para reporte internacional. A autonomia na produção e consolidação desses dados reduz dependência de bases corporativas e fortalece a credibilidade institucional.

Entretanto, a soberania tecnológica também enfrenta riscos internos, especialmente a captura estatal. Infraestruturas públicas podem ser instrumentalizadas por interesses econômicos, burocráticos ou políticos. Para mitigar esse risco, é necessário institucionalizar salvaguardas como definição legal de finalidades públicas, participação plural em instâncias decisórias, transparência permanente, auditoria independente e garantia efetiva de direitos individuais, inclusive acesso, correção e proteção contra discriminação algorítmica.

À luz desses parâmetros, uma arquitetura institucional para a DPI agrícola brasileira pode ser estruturada em três níveis: (i) Meta-governança federal: órgão coordenador responsável por definir finalidades públicas, padrões técnicos e regras de interoperabilidade, assegurar conformidade com PNSI, E-Ciber e LGPD, e articular políticas setoriais; (ii) Operação técnica especializada: entidade pública ou consórcio (como EMBRAPA, INPE ou estrutura dedicada) encarregado da coleta, integração, padronização, manutenção, segurança e disponibilização dos dados; (iii) Governança participativa e *accountability*: criação de Conselho de Governança Agrícola com representação plural de produtores, pesquisadores, sociedade civil e setor privado, apoiado por comitês técnicos e instâncias independentes de auditoria e proteção de dados.

Esse modelo combina coordenação estratégica, competência técnica e participação democrática, reduzindo riscos de captura e fragmentação.

A consolidação de uma DPI agrícola, portanto, não elimina a iniciativa privada, mas redefine seu papel em ecossistema regulado por infraestrutura comum. A soberania tecnológica, nessa perspectiva, não significa autarquia tecnológica, mas capacidade institucional de decidir, auditar e direcionar o uso estratégico dos dados agrícolas em consonância com objetivos constitucionais de desenvolvimento sustentável e redução das desigualdades.

6 Viabilidade Fiscal E Custos De Implementação Da Dpi Agrícola

A implementação de uma DPI agrícola envolve custos relevantes, cuja compreensão é essencial para avaliar a viabilidade do modelo proposto. Para fins analíticos, esses custos podem

ser divididos em duas categorias principais: investimentos iniciais (*capital expenditure* – CAPEX) e custos operacionais recorrentes (*operational expenditure* – OPEX).

Os investimentos iniciais correspondem aos dispêndios necessários à criação e estruturação da infraestrutura. No contexto da DPI agrícola, incluem sobretudo a integração e consolidação de bases de dados heterogêneas, frequentemente dispersas entre órgãos públicos e atores privados, bem como o desenvolvimento de padrões de interoperabilidade que permitam comunicação eficiente entre sistemas distintos.

Também se inserem no CAPEX os investimentos em arquiteturas tecnológicas seguras, frequentemente baseadas em modelos de nuvem híbrida, buscando equilibrar escalabilidade, controle estatal e proteção de dados sensíveis. Incluem-se ainda sistemas de identificação, registro e rastreabilidade, fundamentais para assegurar integridade, autenticidade e auditabilidade dos dados ao longo de sua cadeia de utilização.

Outro componente relevante refere-se à padronização semântica e à curadoria de dados, isto é, à harmonização de categorias informacionais e à qualificação dos dados por meio de validação, limpeza e organização. Esses elementos são indispensáveis para garantir confiabilidade e utilidade analítica da infraestrutura. Soma-se a isso o investimento em capacidades institucionais, especialmente formação de equipes técnicas e criação de estruturas de governança, supervisão e auditoria.

Os OPEX, por sua vez, dizem respeito à manutenção contínua da infraestrutura. Incluem atualização tecnológica, monitoramento de segurança da informação, auditorias periódicas, operação das instâncias de governança e programas de capacitação de usuários e gestores públicos. Em geral, esses custos apresentam comportamento relativamente decrescente em razão de economias de escala, nas quais o aumento do número de usuários e do volume de dados reduz o custo médio por unidade e amplia o retorno social do investimento.

Sob a perspectiva do financiamento, a DPI agrícola deve ser compreendida como infraestrutura pública crítica, comparável a sistemas essenciais como energia, transporte e telecomunicações. Essa caracterização justifica participação estatal predominante nos investimentos iniciais, especialmente em contextos marcados por falhas de mercado, assimetrias informacionais, externalidades positivas não internalizadas e elevados custos de coordenação.

A sustentabilidade financeira do modelo, contudo, pode ser reforçada por arranjos híbridos de financiamento, combinando recursos orçamentários públicos, financiamento de organismos multilaterais e instrumentos de *blended finance*, que integram capital público e privado para viabilizar projetos de interesse coletivo com perfil de risco elevado. Eventuais

parcerias público-privadas (PPPs) podem ser utilizadas, desde que restritas às camadas de serviços e aplicações, preservando-se o caráter público, aberto e não discriminatório da infraestrutura base.

Importa destacar que a análise de viabilidade econômica da DPI agrícola não deve limitar-se aos custos diretos de implementação. O atual cenário de fragmentação de dados produz ineficiências sistêmicas relevantes, como duplicação de esforços administrativos, baixa coordenação interinstitucional, assimetrias de informação e subutilização de dados já disponíveis. Nesse sentido, a DPI deve ser concebida como instrumento de redução de custos de transação e aumento da eficiência institucional, com impactos diretos sobre produtividade, inclusão produtiva e qualidade das políticas públicas.

Considerações Finais

Este artigo partiu do diagnóstico de uma disfunção estrutural na digitalização da agricultura brasileira: a consolidação de modelo predominantemente proprietário, no qual dados agrícolas estratégicos são tratados como ativos privados, gerando assimetrias informacionais, fragmentação sistêmica e dependência estatal de infraestruturas corporativas. Argumentou-se que essa configuração é previsível quando se aplica regime de propriedade privada a bens com características infraestruturais, como não rivalidade, retornos crescentes à escala e externalidades difusas.

Demonstrou-se, ainda, que a regulação isolada, embora necessária, é insuficiente para reconfigurar a alocação estrutural de poder. Exigências de interoperabilidade e acesso não discriminatório não eliminam o controle residual do proprietário nem neutralizam riscos de captura regulatória. Essa conclusão dialoga com a literatura sobre falhas de mercado em bens não rivais (Arrow, 1962) e governança de infraestruturas críticas (OECD, 2021), reforçando que soluções corretivas não substituem reconfiguração institucional.

A proposição central consistiu na transição para uma DPI agrícola, concebida como arranjo institucional multicamadas que: (i) qualifica dados agrícolas territoriais como bem público infraestrutural; (ii) institui governança multinível com participação plural; (iii) assegura interoperabilidade técnica e soberania tecnológica; (iv) integra governança algorítmica e proteção de dados pessoais sob a LGPD; (v) orienta-se a fins públicos, como segurança alimentar, adaptação climática e inclusão produtiva.

A contribuição teórica do artigo reside na articulação entre economia dos bens públicos, governança digital e proteção de dados para propor modelo normativo aplicável ao setor agroalimentar brasileiro. Ao deslocar o debate de "regulação de plataformas" para "arquitetura

institucional de infraestrutura", o trabalho oferece enquadramento alternativo para políticas públicas digitais no campo.

Do ponto de vista da viabilidade, argumentou-se que componentes como consolidação de dados, APIs abertas, governança participativa, conformidade com a LGPD e auditoria algorítmica não são experimentalmente incertos. O arcabouço brasileiro recente, especialmente a Política Nacional de Segurança da Informação (Decreto nº 12.572/2025) e a Estratégia Nacional de Cibersegurança (Decreto nº 12.573/2025), fornece bases normativas para meta-governança de infraestruturas digitais críticas. Experiências setoriais indicam, ademais, que modelos multiníveis são institucionalmente operacionalizáveis.

Os principais obstáculos à implementação de uma DPI agrícola são de natureza política e distributiva. A consolidação de infraestruturas públicas de dados redistribui poder informacional, altera estruturas de mercado e desafia modelos de negócio baseados na apropriação exclusiva de dados. Nesse contexto, é esperada resistência de grandes corporações tecnológicas e segmentos econômicos já estabelecidos.

A superação dessas resistências exige combinação de instrumentos regulatórios, incentivos econômicos e construção de coalizões políticas. Abordagens graduais, baseadas em projetos piloto territoriais ou setoriais, podem demonstrar viabilidade técnica e benefícios concretos, reduzindo incertezas e ampliando legitimidade política. Além disso, a articulação da DPI agrícola com agendas mais amplas — como segurança alimentar, adaptação climática, financiamento agrícola e compromissos internacionais — favorece a formação de coalizões institucionais capazes de sustentar sua implementação.

Do ponto de vista regulatório, instrumentos como interoperabilidade, portabilidade de dados e restrições a práticas de *lock-in* tecnológico podem reduzir barreiras estruturais à abertura do ecossistema. Contudo, a regulação isolada permanece insuficiente. É necessário estruturar incentivos que tornem a participação em ecossistemas de infraestrutura pública mais vantajosa do que a manutenção de modelos fechados.

Nesse sentido, mecanismos como acesso regulado a bases públicas de dados, elegibilidade para contratos públicos, certificações de conformidade com padrões da DPI e participação em ambientes regulatórios experimentais podem induzir adesão de atores privados relevantes. A resistência corporativa, portanto, não deve ser enfrentada apenas por restrições, mas também pela reconfiguração dos incentivos econômicos e institucionais que estruturam o setor.

A implementação de uma DPI agrícola não se configura como ruptura abrupta, mas como processo incremental de transformação institucional, no qual diferentes atores são progressivamente incorporados a arranjo de governança orientado ao interesse público.

O modelo proposto foi concebido com sensibilidade ao contexto brasileiro e latino-americano. Reconhece a heterogeneidade do setor agrícola, a coexistência de agronegócio industrial, agricultura familiar e territórios tradicionais, bem como trajetórias históricas de dependência tecnológica que tornam a soberania digital componente indissociável da soberania alimentar e do desenvolvimento autônomo.

Para avançar, indicam-se quatro frentes prioritárias: (i) diagnóstico e mapeamento das infraestruturas existentes e de suas lacunas de interoperabilidade; (ii) projetos piloto em escala territorial ou por cadeia produtiva; (iii) consolidação normativa, com eventual lei de infraestrutura pública de dados agrícolas articulada à LGPD, PNSI e E-Ciber; (iv) capacitação institucional, fortalecendo pesquisa nacional em governança de dados e letramento digital no meio rural.

A transição para uma DPI agrícola não elimina a iniciativa privada, mas redefine seu papel em ecossistema regulado por infraestrutura comum. Trata-se de deslocar o eixo da extração exclusiva de valor para a construção de base pública sobre a qual múltiplos atores possam inovar. Nesse sentido, soberania tecnológica agrícola não significa isolamento, mas capacidade institucional de decidir, auditar e direcionar o uso estratégico dos dados em consonância com objetivos constitucionais de desenvolvimento sustentável e redução das desigualdades.

Entre a inércia institucional e a transformação estrutural existe espaço para inovação institucional deliberada. Infraestruturas públicas de dados não emergem espontaneamente; resultam de escolhas políticas fundamentadas em desenho normativo consistente. Diante de desafios climáticos, geopolíticos e distributivos crescentes, a governança dos dados agrícolas deixa de ser tema meramente técnico e assume centralidade estratégica.

Este artigo buscou contribuir para esse debate, oferecendo modelo conceitual e normativo que reposiciona dados agrícolas como infraestrutura pública essencial ao futuro produtivo e democrático do país.

Referências

ABDOL T.; MAURICIA et al. **Towards a New Social Contract: Reducing Inequalities through Digital Public Goods and Youth Collaboration for the Sustainable Development Goals (SDGs).** New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), Division for Inclusive Social Development, 2022. Disponível em https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2022/01/Digital-Public-Goods-Submission.pdf. Acesso em 04 abril 2026.

ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. A. **Why nations fail: the origins of power, prosperity, and poverty.** New York: Crown Business, 2012.

ADA LOVELACE INSTITUTE; AI COUNCIL. **Exploring legal mechanisms for data stewardship.** London: Ada Lovelace Institute, 2021. Disponível em: https://www.adalovelaceinstitute.org. Acesso em: 03 mar. 2026.

ANSELL, C.; GASH, A. "Collaborative governance in theory and practice." **Journal of Public Administration Research and Theory**, Oxford, v. 18, n. 4, p. 543–571, 2008.

ARROW, K. J. "Economic welfare and the allocation of resources for invention." In: NELSON, Richard R. (ed.). **The rate and direction of inventive activity: economic and social factors.** Princeton: Princeton University Press, 1962. p. 609–626.

ARROW, K. J. "Uncertainty and the welfare economics of medical care." **American Economic Review**, Nashville, v. 53, n. 5, p. 941–973, 1963.

BENKLER, Y. **The wealth of networks: how social production transforms markets and freedom.** New Haven: Yale University Press, 2006.

BIONI, B. R. **Proteção de dados pessoais: a função e os limites do consentimento.** 2.ed. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2020.

BIONI, B. R. "Autodeterminação informativa e direito à explicação: a dimensão informativa da proteção de dados pessoais." **Revista Jurídica da Presidência**, Brasília, v.25, n.128, p.105-125, 2023.

BOLLIER, D.; HELFRICH, S. (org.). **The commons: a return to citizen power.** Kosmos Journal, v. 13, n. 1, edição especial, 2014.

BRAITHWAITE, J.; COGLIANESE, C.; LEVI-FAUR, D. "Can regulation and governance make a difference?" **Regulation & Governance**, Hoboken, v. 1, n. 1, p. 1–7, 2007.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Diário Oficial da União (DOU): seção 1, Brasília, DF, 5 out. 1988.

BRASIL. Decreto nº 12.572, de 4 de agosto de 2025. **Institui a Política Nacional de Segurança da Informação (PNSI).** DOU, Brasília, DF, 5 ago. 2025.

BRASIL. Decreto nº 12.573, de 4 de agosto de 2025. **Institui a Estratégia Nacional de Cibersegurança (E-Ciber).** DOU, DF, 5 ago. 2025.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 115, de 10 de fevereiro de 2022. **Inclui a proteção de dados pessoais entre os direitos e garantias fundamentais.** DOU, Brasília, DF, 11 fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. **Lei de Acesso à Informação.** DOU, Brasília, DF, 19 nov. 2011.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).** DOU, DF, 15 ago. 2018.

BRASIL. Lei nº 13.853, de 8 de julho de 2019. **Altera a Lei nº 13.709/2018 e cria a Autoridade Nacional de Proteção de Dados.** DOU, Brasília, DF, 9 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria de 15 de agosto de 2025. **Institui a Política de Governança de Dados e Informações.** DOU, Brasília, DF, 15 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. **Consulta pública: política de governança e compartilhamento de dados.** Brasil Participativo, 23 jul. 2025. Disponível em: https://brasilparticipativo.presidencia.gov.br/processes/politicadedados. Acesso em: 6 jan. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 1.966, de 24 de novembro de 2025. **Institui a Política de Governança de Dados e Informações.** DOU, Brasília, DF, 24 nov. 2025.

BUOLAMWINI, J.; BUOLAMWINI, T. G. "Gender shades: intersectional accuracy disparities in commercial gender classification." In: **Conference on Fairness, Accountability and Transparency.** [S.l.]: PMLR, 2018. p. 77–91.

COULDRY, N.; MEJIAS, U. A. **The costs of connection: how data is colonizing human life and appropriating it for capitalism.** Stanford: Stanford University Press, 2019.

DEMSETZ, H. "Toward a theory of property rights." **American Economic Review**, Nashville, v. 57, n. 2, p. 347–359, 1967.

DE CASTRO VIEIRA, J. R. et al. "Towards fair AI: mitigating bias in credit decisions, a systematic literature review." **Journal of Risk and Financial Management**, Basel, v. 18, n. 5, p. 228, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/jrfm18050228.

DIGITAL PUBLIC GOODS ALLIANCE. **Digital public goods registry and standards.** New York: United Nations Development Programme, 2023. Disponível em: https://digitalpublicgoods.net/. Acesso em: 20 jan. 2026.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Plataforma de dados abertos da Embrapa.** 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/. Acesso em: 20 jan. 2026.

EUROPEAN COMMISSION. **A European strategy for data.** Brussels: Digital Single Market, 2020. Disponível em: https://digital-strategy.ec.europa.eu/. Acesso em: 20 jan. 2026.

EVANS, P. **Embedded autonomy: states and industrial transformation.** Princeton: Princeton University Press, 1995.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of food and agriculture 2019.** Rome, 2019.

FRAZÃO, A. "A função social da empresa na Constituição de 1988." In: VIEGAS, Frederico (org.). **Direito civil contemporâneo.** 1. ed. Brasília: Obcursos Editora, 2009. p. 11–42.

HESS, C.; OSTROM, E. (org.). **Understanding knowledge as a commons: from theory to practice.** Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

HRISTOV, J. "Capitalist speeds and the technopolitics of extraction." **Viewpoint Magazine**, v. 11, p. 89–105, 2021.

INNES, J. E.; BOOHER, D. E. **Planning with complexity: an introduction to collaborative rationality for public policy.** 2. ed. New York: Routledge, 2010.

INSTITUTO DE REFERÊNCIA EM INTERNET E SOCIEDADE (IRIS-BH). **Contribuição à consulta pública sobre a criação da política de governança e compartilhamento de dados.** Belo Horizonte, 2025.

INTERNETLAB. **Contribuição à consulta pública sobre a criação da política de governança e compartilhamento de dados.** São Paulo, 2025.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change and land.** Geneva, 2019.

LEMOS, A.; LÉVY, P. **O mobile e o mercado.** São Paulo: Pimenta Cultural, 2010.

LEMOS, D. L. S.; MENDONÇA, F. M.; SOUZA, R. R. "Ontologias no suporte semântico na organização de acervos digitais em rede." In: ALMEIDA, Mauricio Barcellos (org.). **Representação do conhecimento, ontologias e linguagem.** Curitiba: CRV, 2020. p. 161–191.

LEMOS, D. L. S.; SOUZA, R. R. "Knowledge organization systems for the representation of multimedia resources on the web." **Knowledge Organization**, v. 47, n. 4, p. 300–319, 2020.

LEMOS, R.; ITS RIO. **Digital Public Infrastructure for Climate: The Missing Backbone for Climate Action.** RJ: ITS Rio, out. 2025. Relatório preparado para a Presidência da COP30.

LIANG, D. et al. "A future for digital public goods for monitoring SDG indicators." **Scientific Data**, v. 10, p. 875, 2023. DOI: https://doi.org/10.1038/s41597-023-02803-x.

MONTEIRO, R. L. **Existe um direito à explicação na Lei de Proteção de Dados do Brasil?** Instituto Igarapé – Artigo Estratégico, n. 39, dez. 2018. Disponível em: https://igarape.org.br. Acesso em: 20 jan. 2026.

MOROZOV, E. **To save everything, click here.** New York: PublicAffairs, 2013.

NEW ZEALAND GOVERNMENT. **Data strategy for public services.** Wellington: Department of Internal Affairs, 2021.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Government at a glance 2021.** Paris: OECD Publishing, 2021.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Handbook on digital public services for trust in government.** Paris: OECD Publishing, 2021.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Open, useful and re-usable data (OURdata) index: 2019.** Paris, 2019.

OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Digital Government Index: 2021 results.** Paris: OECD Publishing, 2021. Acesso em: 10 jan. 2026.

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

OSTROM, E. "Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems." **American Economic Review**, Nashville, v. 100, n. 3, p. 641–672, 2010.

OSTROM, E.; BASURTO, X. "Crafting analytical tools to study institutional change." **Journal of Institutional Economics**, v. 7, n. 3, p. 317–343, 2011.

PACHECO, R. C. S. "Coprodução em ciência, tecnologia e inovação: fundamentos e visões." In: PACHECO, Roberto Carlos dos Santos (org.). **Interdisciplinaridade: universidade e inovação social e tecnológica.** Florianópolis: UFSC, 2016.

PINHEIRO, P. P.; BATTAGLINI, H. B. “Artificial Intelligence and Data Protection: A Comparative Analysis of AI Regulation through the Lens of Data Protection in the EU and Brazil.” **GRUR International**, Oxford, v. 71, n. 10, p. 924–932, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1093/grurint/ikac049.

PINTO, J. A.; ALMEIDA, M. B. “Ontologias públicas sobre governo eletrônico: uma revisão sistemática da literatura.” **Brazilian Journal of Information Science**, v.14, n.3, 2020.

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. **Sobre dados.gov.br.** 2020. Disponível em: https://dados.gov.br/. Acesso em: 20 jan. 2026.

RODRIK, D. **The globalization paradox.** New York: W. W. Norton & Company, 2011.

SELBST, A. D.; BAROCAS, S. “The war on algorithmic fairness.” In: **Conference on Fairness, Accountability, and Transparency.** New York: ACM, 2019.

SINGAPORE GOVERNMENT. **Smart nation: the way forward.** Singapore: Government Technology Agency, 2023.

SØRENSEN, E.; TORFING, J. “Making governance networks effective and democratic through metagovernance.” **Public Administration**, Hoboken, v. 87, n. 2, p. 234–258, 2009.

STIGLITZ, J. E. “Knowledge as a global public good.” In: KAUL, Inge; GRUNBERG, Isabelle; STERN, Marc A. (org.). **Global public goods.** New York: Oxford University Press, 1999. p. 308–325.

STIGLITZ, J. E. **Freefall: America, free markets, and the sinking of the world economy.** New York: W. W. Norton & Company, 2010.

UNDP – United Nations Development Programme. **Building digital public infrastructure for inclusive development.** New York, 2023. Disponível em: https://www.undp.org. Acesso em: 20 jan. 2026.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Nationally determined contributions under the Paris Agreement.** Bonn, 2021.

UNITED NATIONS. **Digital public goods and digital public services in the context of SDG implementation.** New York: UN DESA, 2022.

UNITED NATIONS. **Report of the Secretary-General on roadmap for digital cooperation.** New York, 2023.

YEUNG, K. “Hypernudges and the architecture of choice.” In: EZRACHI, Ariel; STUCKE, Maurice E. (org.). **Virtual competition.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 2017.

ZUBOFF, S. **A era do capitalismo de vigilância.** Tradução de George Schlesinger. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2020.

APTIDÃO AGRÍCOLA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: CORRELAÇÃO AMBIENTAL ENTRE VARIÁVEIS EDÁFICAS E CLIMÁTICAS

AGRICULTURAL SUITABILITY FOR FAMILY FARMING IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO: ENVIRONMENTAL CORRELATION BETWEEN SOIL AND CLIMATE VARIABLES

Erika Elissandra Cassimiro Ramos[1]
Fagner Silva Ribeiro[2]

Resumo: A agricultura familiar desempenha papel importante na dinâmica socioeconômica do estado do Rio de Janeiro, porém o território fluminense apresenta condições ambientais bastante heterogêneas, marcadas por contrastes de relevo, solos, clima e uso da terra. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a aptidão agrícola das terras associada à agricultura familiar no estado do Rio de Janeiro, utilizando integração de variáveis ambientais em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para isso, foram utilizados dados secundários de solos, relevo, declividade, uso e cobertura da terra e aptidão agrícola, organizados por meio de análise multicritério e álgebra de mapas. Os resultados demonstraram predominância de áreas classificadas como de aptidão regular e restrita para lavouras, principalmente em regiões serranas e áreas de relevo fortemente ondulado, onde as limitações topográficas e a suscetibilidade à erosão são mais expressivas. As áreas mais favoráveis ao uso agrícola concentraram-se em setores de relevo mais suave e melhores condições pedológicas. A análise também evidenciou a influência da compartimentação geomorfológica na distribuição espacial da aptidão agrícola no estado. Apesar das limitações relacionadas à ausência de validação de campo, o estudo demonstrou que a utilização integrada de dados geoespaciais pode contribuir para o planejamento territorial e para o desenvolvimento de estratégias voltadas ao uso sustentável das terras pela agricultura familiar.

Palavras-chave: Aptidão agrícola; Agricultura familiar; SIG; Análise multicritério.

Abstract: Family farming plays an important role in the socioeconomic dynamics of the state of Rio de Janeiro; however, the territory of Rio de Janeiro presents highly heterogeneous environmental conditions, marked by contrasts in relief, soils, climate, and land use. In this context, the present study aimed to analyze the agricultural

[1] Mestranda em Ciência do Solo (Agronomia) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Engenheira Florestal pela UFRRJ e Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Pós-graduanda em ESG no Agronegócio pela Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera. Pesquisadora nas áreas de geotecnologias, mapeamento digital de solos e análise ambiental, com ênfase no uso de linguagem R e aprendizado de máquina aplicados às ciências ambientais. https://orcid.org/0009-0001-8774-3215. E-mail: e.erikacassimiro@gmail.com

[2] Biólogo, Especialista em Gestão Ambiental, Pós-Graduado em Ecologia e Biodiversidade, Pós-Graduado em Administração Pública, MBA Executivo em Gestão Ambiental e Manejo Florestal e MBA Executivo em Gestão de Projetos Multidisciplinares. Consultor ambiental, perito judicial ambiental, professor e pesquisador, com atuação em licenciamento ambiental, gestão de riscos, monitoramento ambiental, resíduos sólidos, fauna e flora, recuperação de áreas degradadas e sustentabilidade. Desenvolve trabalhos técnicos nas áreas de Ciências Biológicas, Ecologia, Ciências Ambientais e Engenharia Sanitária, com foco em gestão territorial e desenvolvimento socioambiental. Lattes: http://lattes.cnpq.br/0201967534904679. E-mail: fagnersilvaribeiro55@gmail.com

Suitability of land associated with family farming in the state of Rio de Janeiro, using the integration of environmental variables within a Geographic Information System (GIS) environment. For this purpose, secondary data on soils, relief, slope, land use and land cover, and agricultural suitability were used, organized through multicriteria analysis and map algebra. The results showed a predominance of areas classified as having regular and restricted suitability for crops, especially in mountainous regions and areas with strongly undulating relief, where topographic limitations and susceptibility to erosion are more pronounced. The areas most favorable for agricultural use were concentrated in sectors with gentler relief and better pedological conditions. The analysis also highlighted the influence of geomorphological compartmentalization on the spatial distribution of agricultural suitability in the state. Despite limitations related to the lack of field validation, the study demonstrated that the integrated use of geospatial data can contribute to territorial planning and to the development of strategies aimed at the sustainable use of land by family farming.

Keywords: Agricultural suitability; Family farming; GIS; Multicriteria analysis.

Introdução

A agricultura familiar possui papel estratégico na produção de alimentos, geração de renda e manutenção socioeconômica de diferentes regiões do estado do Rio de Janeiro. Entretanto, o território fluminense apresenta elevada variabilidade ambiental, marcada por fortes contrastes geomorfológicos, climáticos e pedológicos, o que influencia diretamente o potencial produtivo das terras e os riscos associados ao uso agrícola.

Os solos predominantes no estado incluem Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Neossolos, cujas características físicas e químicas variam em função do relevo, material de origem e processos pedogenéticos. Além disso, a presença de áreas serranas, planícies costeiras e maciços cristalinos contribui para a formação de mosaico ambiental complexo, caracterizado por elevada variabilidade espacial em curtas distâncias geográficas.

Historicamente, a avaliação da aptidão agrícola das terras fundamenta-se em metodologias determinísticas baseadas na identificação de fatores limitantes do meio físico. Entre essas abordagens, destacam-se os sistemas propostos pela FAO e por Ramalho Filho e Beek, amplamente utilizados em estudos de zoneamento agrícola e planejamento territorial.
No entanto, a complexidade ambiental do estado do Rio de Janeiro exige abordagens integradas capazes de correlacionar simultaneamente múltiplas variáveis ambientais. Nesse contexto, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e técnicas de análise multicritério apresenta-se como alternativa metodológica consistente para representação espacial da aptidão agrícola.

Embora técnicas de machine learning apresentem potencial para estudos futuros de modelagem preditiva, sua aplicação depende da existência de bases validadas para treinamento supervisionado e validação estatística, o que não se encontra disponível neste estudo. Dessa forma, optou-se pela adoção de análise multicritério ambiental integrada em ambiente SIG,

priorizando coerência metodológica e aplicabilidade territorial.

Apesar do avanço dessas abordagens, análises baseadas em variáveis morfométricas derivadas de Modelos Digitais de Elevação permanecem fundamentais para a caracterização preliminar das limitações físicas do território.

Diante desse contexto, o presente estudo realizou uma análise espacial das condições ambientais associadas à aptidão agrícola no estado do Rio de Janeiro, integrando informações de relevo, solos, uso e cobertura da terra e aptidão agrícola, com o objetivo de subsidiar o planejamento territorial e a discussão sobre o uso sustentável das áreas rurais

1 Justificativa

A avaliação da aptidão agrícola constitui importante instrumento técnico para o planejamento territorial e definição de estratégias sustentáveis de uso do solo. No estado do Rio de Janeiro, a diversidade ambiental associada à presença de relevos acidentados, elevada fragmentação territorial e contrastes climáticos torna necessária a utilização de metodologias integradas capazes de representar adequadamente a diversidade espacial.

Além disso, observa-se que parte significativa da agricultura familiar fluminense desenvolve-se em áreas ambientalmente frágeis, frequentemente associadas a encostas, solos rasos e limitações hídricas sazonais. Essa condição reforça a necessidade de estudos que permitam identificar áreas mais favoráveis à produção agrícola e regiões que demandem práticas conservacionistas específicas.

A utilização de geotecnologias e análises multicritério em ambiente SIG possibilita integrar diferentes variáveis ambientais em escala regional, contribuindo para análises mais consistentes do potencial agrícola das terras. Assim, o presente estudo busca fornecer subsídios técnicos para o planejamento agrícola sustentável e apoio à formulação de políticas públicas voltadas à agricultura familiar.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a aptidão agrícola associada à agricultura familiar no estado do Rio de Janeiro por meio da integração de variáveis edáficas, climáticas, geomorfológicas e ambientais georreferenciadas em ambiente SIG, utilizando metodologia de análise multicritério e correlação ambiental espacial.

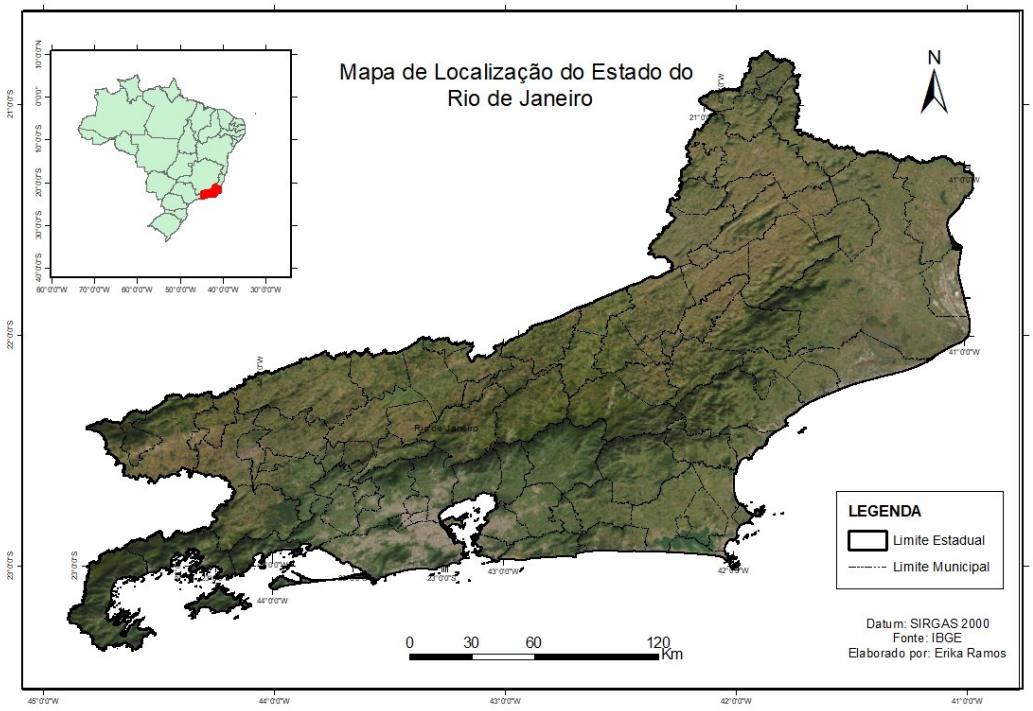
2.2 Objetivos Específicos

• Estruturar banco de dados georreferenciado integrado contendo informações edáficas, climáticas e ambientais;
• Padronizar e harmonizar variáveis ambientais em ambiente SIG;
• Gerar mapas temáticos e indicadores territoriais;
• Subsidiar análises voltadas ao planejamento territorial sustentável da agricultura familiar.

3 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no estado do Rio de Janeiro, localizado na região Sudeste do Brasil e composto por 92 municípios (IBGE,2022). O território apresenta área aproximada de 43.750 km² e elevada diversidade ambiental, associada à presença de serras, planícies costeiras, baixadas e vales intermontanos. O estado localiza-se aproximadamente entre as coordenadas geográficas 20°45' e 23°30' de latitude Sul e 40°57' e 44°53' de longitude Oeste, sendo limitado pelos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, além do Oceano Atlântico. A compartimentação geomorfológica do território fluminense contribui para forte variabilidade altimétrica e climática, influenciando diretamente os padrões de uso da terra, disponibilidade hídrica e potencial agrícola regional (ROSS, 1994; ALVARES et al., 2013). Predominam no estado os climas Tropical Atlântico e Tropical de Altitude, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com distribuição pluviométrica influenciada pela proximidade oceânica e pelos gradientes de relevo.

Figura 1: Mapa de localização do estado do Rio de Janeiro.



Fonte: IBGE, 2013

A posição geográfica do estado, associada à influência oceânica e aos gradientes altitudinais, contribui para formação de padrões climáticos heterogêneos. Regiões serranas apresentam maiores índices pluviométricos e temperaturas mais amenas, enquanto áreas interiores podem registrar maior sazonalidade hídrica.

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o estado do Rio de Janeiro apresenta predominância de climas tropicais e subtropicais influenciados pela altitude, pela proximidade oceânica e pela compartimentação do relevo. O clima Aw (tropical com inverno seco) ocorre principalmente nas áreas de planície e baixadas litorâneas, abrangendo setores do Norte Fluminense e partes da Região Metropolitana, sendo caracterizado por verões chuvosos e invernos mais secos. O tipo Am (tropical úmido de monção) está associado às áreas litorâneas e encostas sujeitas à influência da umidade oceânica, apresentando elevados índices pluviométricos ao longo do ano e curta estação seca. Já os climas Cfa e Cwa predominam em regiões de transição e médias altitudes da Serra do Mar, caracterizando-se por temperaturas mais amenas e chuvas distribuídas ao longo do ano ou concentradas no verão. Os tipos Cfb e Cwb ocorrem nas áreas de maior altitude da Região Serrana e do maciço de Itatiaia, onde a influência altimétrica favorece temperaturas mais baixas com invernos rigorosos e verões amenos.

4 Metodologia

4.1 Base De Dados e Processamento Cartográfico

Os procedimentos metodológicos foram estruturados em etapas integradas de levantamento, padronização, ponderação temática e análise espacial em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A área de estudo compreende o Estado do Rio de Janeiro, localizado na região Sudeste do Brasil. Para padronização cartográfica e redução das distorções métricas no processamento digital dos dados espaciais, adotou-se o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23 Sul, com datum SIRGAS 2000, por apresentar melhor adequação à extensão territorial da área analisada (IBGE, 2015).

A metodologia baseou-se em análise multicritério ambiental integrada, fundamentada nos referenciais clássicos de avaliação da aptidão agrícola das terras propostos por Ramalho Filho e Beek (1995) e FAO (1976; 1983).

As etapas metodológicas envolveram:

Variável	Fonte	Resolução/Escala	Uso na análise
Limite estadual e municipal	IBGE	malha territorial 1:250.000	Delimitação da área de estudo
Modelo Digital de Elevação	Copernicus DEM GLO-30	30 m	Base para relevo e declividade
Declividade	Derivada do Copernicus DEM	30 m	Identificação de limitações topográficas
Uso e cobertura da terra	MapBiomas Coleção 10	30 m	Identificação dos padrões atuais de ocupação
Solos	IBGE/Embrapa	1:250.000	Caracterização edáfica preliminar

As variáveis ambientais utilizadas foram organizadas em banco de dados georreferenciado, considerando bases secundárias oficiais e produtos raster de acesso público. A seleção das variáveis priorizou fatores diretamente relacionados à aptidão agrícola, como relevo, declividade, solos e uso atual da terra, reconhecendo-se que a ausência de dados de campo limita a interpretação em escala local.

Os dados altimétricos utilizados neste estudo foram obtidos a partir do modelo digital de elevação Copernicus DEM GLO-30, disponibilizado pela Agência Espacial Europeia (ESA) no âmbito do Programa Copernicus, com resolução espacial de 30 metros. O produto é derivado de dados interferométricos de radar e apresenta cobertura global, sendo amplamente empregado em análises geomorfológicas, ambientais e territoriais.

A imagem correspondente à área do Estado do Rio de Janeiro foi adquirida em formato GeoTIFF por meio da plataforma OpenTopography. Posteriormente, o arquivo raster foi

integrado no software ArcGIS Desktop, visando à elaboração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) contínuo para toda a área de estudo.

Após a etapa de mosaico, o MDE foi reprojetado para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S, garantindo compatibilidade métrica e maior precisão nas análises espaciais. Em seguida, aplicou-se a ferramenta *Fill* para correção de depressões espúrias e inconsistências hidrológicas do modelo altimétrico.

Com base no MDE corrigido, foi gerado o mapa de declividade utilizando a ferramenta *Slope*, disponível no módulo *Terrain Analysis* do SAGAGIS. A declividade foi calculada em percentual (%) e posteriormente reclassificada segundo os intervalos propostos pela EMBRAPA: 0–3% (plano), 3–8% (suave ondulado), 8–20% (ondulado), 20–45% (forte ondulado), 45–75% (montanhoso) e acima de 75% (escarpado).

Os procedimentos de processamento digital, análise espacial e elaboração cartográfica foram realizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software ArcGIS Desktop. A utilização do Copernicus DEM GLO-30 permitiu a obtenção de produtos cartográficos com maior detalhamento altimétrico e consistência espacial, subsidiando as análises ambientais e territoriais desenvolvidas nesta pesquisa.

4.2 Análise Multicritério

As variáveis consideradas incluíram declividade, classes de solos, uso e cobertura da terra e geomorfologia.

Os pesos atribuídos às variáveis foram definidos com base em referenciais clássicos de avaliação da aptidão agrícola, priorizando fatores edáficos e topográficos devido à influência sobre potencial produtivo e suscetibilidade à degradação.

Embora o presente estudo não utilize diretamente algoritmos supervisionados de aprendizado de máquina devido à ausência de dados de campo para treinamento e validação, técnicas de machine learning apresentam elevado potencial para aplicações futuras em análises de aptidão agrícola. A utilização desses métodos requer a construção de bases georreferenciadas contendo variáveis ambientais preditoras associadas a dados observados em campo, permitindo o treinamento e validação estatística de modelos preditivos.

Tabela 1: Pesos das variáveis na análise multicritério

Variável ambiental	Peso (%)	Justificativa
Declividade	40	Principal fator limitante à mecanização, ao preparo do solo e ao risco de erosão hídrica.
Solos	30	Influencia profundidade efetiva, drenagem, fertilidade natural e capacidade de retenção de água.
Uso e cobertura da terra	20	Indica a ocupação atual, áreas já antropizadas, vegetação natural e possíveis conflitos de uso.
Relevo/MDE	10	Auxilia na interpretação altimétrica e geomorfológica do território.
Total	**100**	—

Fonte: Autores, 2026

Os pesos atribuídos às variáveis ambientais foram definidos com base na relevância relativa de cada fator para a aptidão agrícola em escala regional, fundamentando-se em referenciais clássicos de avaliação da aptidão agrícola das terras e em abordagens de análise multicritério aplicadas ao planejamento territorial em ambiente SIG (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995; ROSS, 1994; MALCZEWSKI, 2006; PEREIRA, 2002). A declividade recebeu maior peso por representar uma das principais limitações físicas ao uso agrícola, especialmente quanto à mecanização e à suscetibilidade à erosão. As classes de solos foram consideradas o segundo fator de maior importância, em função de sua relação com profundidade efetiva, drenagem, fertilidade natural e capacidade de retenção de água. O uso e cobertura da terra foi utilizado como indicador da ocupação atual do território, enquanto o relevo derivado do Modelo Digital de Elevação (MDE) auxiliou na interpretação geomorfológica e altimétrica da área de estudo.

5.3 Classificação Final

A integração das variáveis foi realizada por álgebra de mapas ponderada, conforme a expressão:

$$\mathbf{IA = (D \times 0{,}40) + (S \times 0{,}30) + (U \times 0{,}20) + (R \times 0{,}10)}$$

Onde:

Símbolo	Significado
IA	Índice de aptidão agrícola preliminar
D	Nota atribuída à classe de declividade
S	Nota atribuída à classe de solo

Símbolo	Significado
U	Nota atribuída ao uso e cobertura da terra
R	Nota atribuída ao relevo/MDE

Tabela 2: Critérios interpretativos

Índice final	Classe de aptidão	Características interpretativas
4,0 – 5,0	Alta aptidão	Áreas com menores restrições topográficas e ambientais, favoráveis ao uso agrícola
3,0 – 3,9	Média aptidão	Áreas com limitações moderadas, exigindo manejo conservacionista
2,0 – 2,9	Baixa aptidão	Áreas com restrições relevantes relacionadas ao relevo, solos ou uso atual
1,0 – 1,9	Muito baixa/Inapta	Áreas com elevada fragilidade ambiental ou limitações severas ao uso agrícola

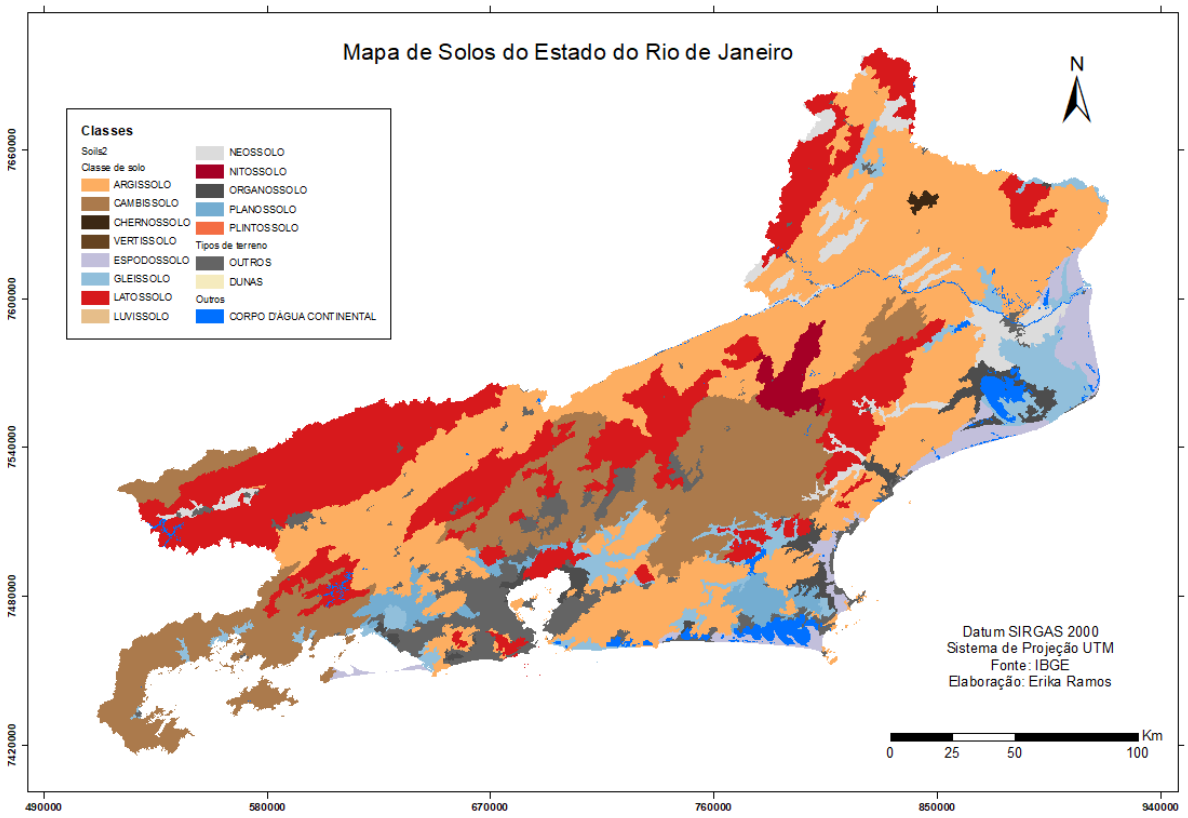
Fonte: Adaptado do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras de Ramalho Filho e Beek, 1995

Os critérios interpretativos utilizados para classificação da aptidão agrícola foram estabelecidos com base na integração ponderada das variáveis ambientais e na intensidade relativa das limitações físicas do território. As classes finais foram organizadas em níveis de aptidão alta, média, baixa e muito baixa/inapta, considerando principalmente restrições associadas à declividade, características edáficas, uso atual da terra e fragilidade ambiental.

5 Resultados e Discussão

As análises espaciais preliminares evidenciaram elevada heterogeneidade ambiental no território fluminense, especialmente em função das diferenças geomorfológicas e climáticas observadas entre regiões serranas, baixadas litorâneas e áreas interiores.

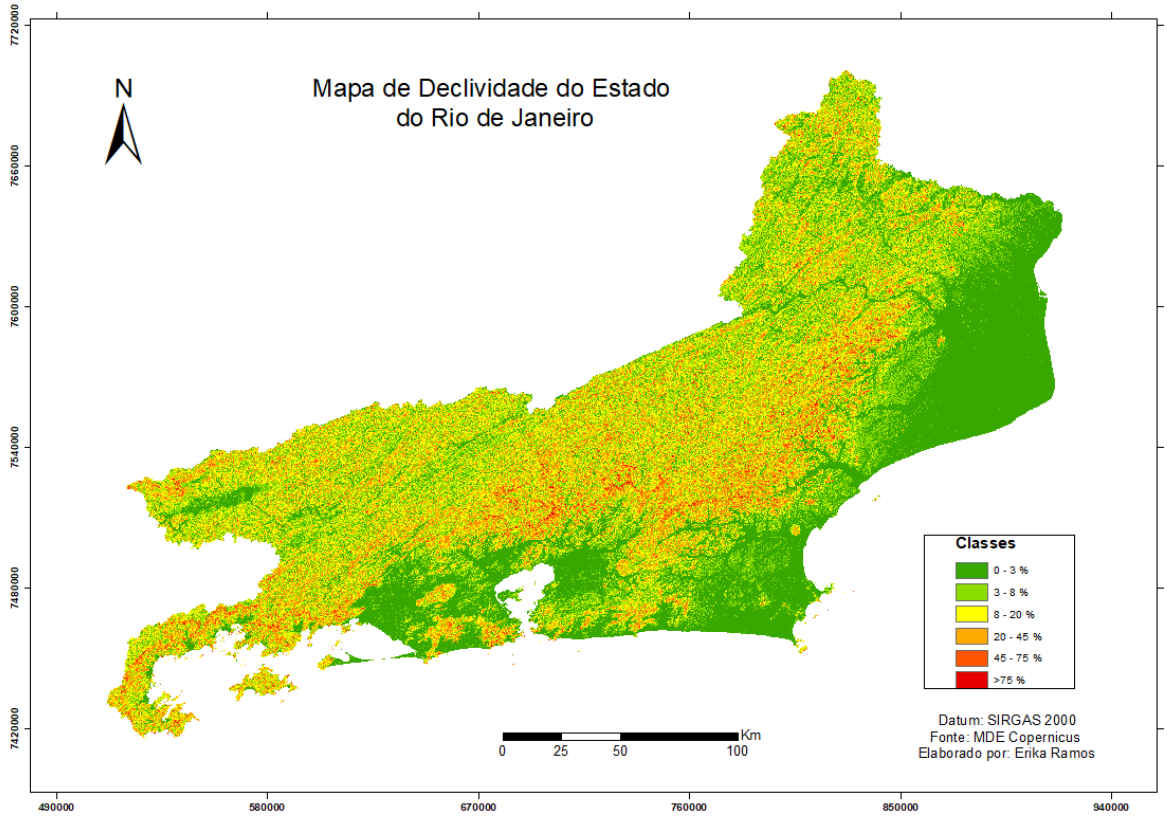
Figura 2: Distribuição espacial das classes de solos no estado do Rio de Janeiro.



Fonte: IBGE

O mapa de solos do estado do Rio de Janeiro evidenciou predominância de Argissolos e Latossolos em grande parte do território fluminense, especialmente nas áreas de relevo ondulado e suavemente ondulado. Os Cambissolos apresentaram maior ocorrência nas regiões serranas e de relevo mais movimentado, enquanto Gleissolos, Organossolos e Planossolos concentraram-se nas baixadas e planícies costeiras associadas a ambientes com maior influência hídrica (SANTOS et al., 2018). Os Neossolos ocorreram principalmente em áreas de relevo acidentado e depósitos arenosos recentes, demonstrando a influência das condições geomorfológicas e da dinâmica sedimentar na distribuição das classes pedológicas do estado (CARVALHO FILHO et al., 2001; EMBRAPA, 2003; SANTOS et al., 2018). Os resultados obtidos reforçam a importância do mapeamento pedológico como ferramenta de suporte ao planejamento territorial, à avaliação da aptidão agrícola e à definição de estratégias de conservação dos recursos naturais.

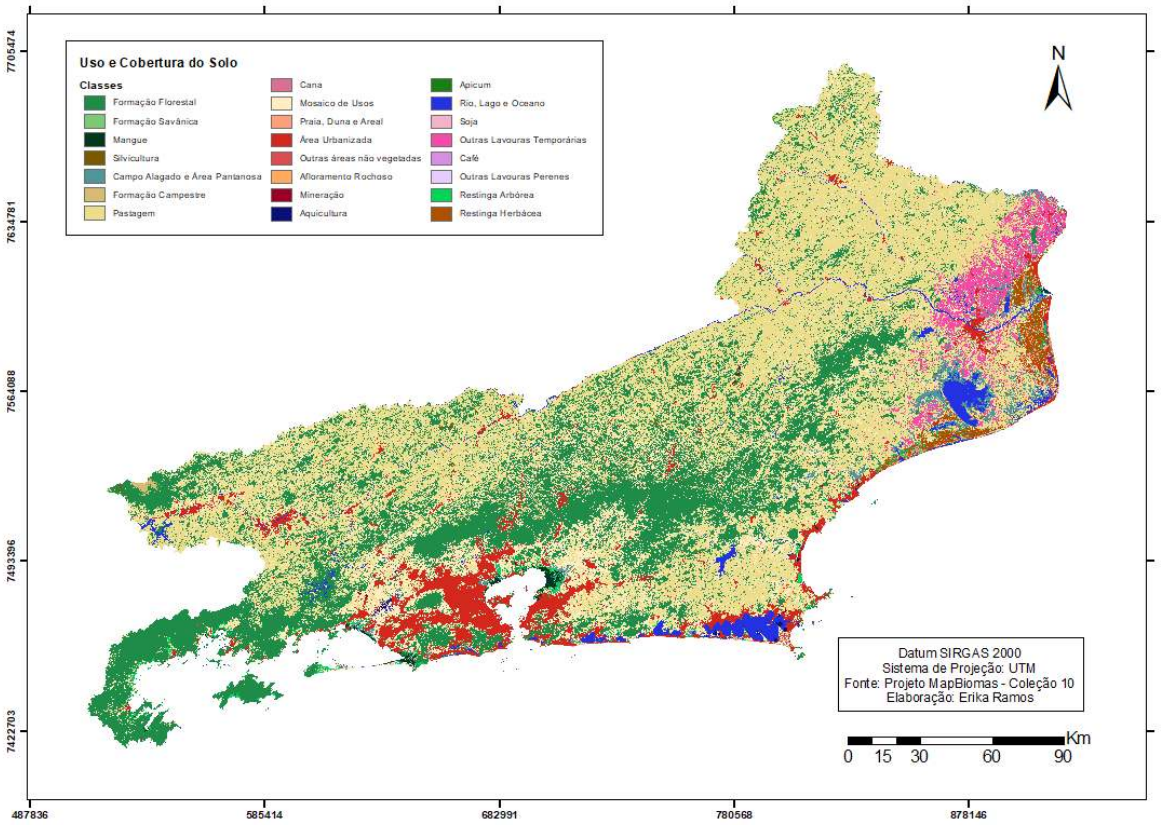
Figura 3: Distribuição espacial das classes de declividade do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: derivadas do Modelo Digital de Elevação (MDE) Copernicus DEM GLO-30

A Figura apresenta o mapa de declividade do estado do Rio de Janeiro, elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação Copernicus DEM GLO-30. O mapa de declividade evidenciou predominância de relevo ondulado a forte ondulado em grande parte do território fluminense, especialmente nas regiões Serrana, Centro-Sul e Costa Verde, caracterizadas por elevadas amplitudes altimétricas e maior dissecação do relevo. Em contrapartida, as áreas de relevo plano e suave ondulado concentram-se principalmente nas baixadas costeiras, na Região Norte Fluminense e em porções das planícies associadas aos principais sistemas fluviais. Essas condições influenciam diretamente a aptidão agrícola das terras, sobretudo quanto à mecanização agrícola, suscetibilidade à erosão hídrica e potencial de conservação do solo.

Figura 4: Distribuição espacial das classes de uso e cobertura da terra no Estado do Rio de Janeiro



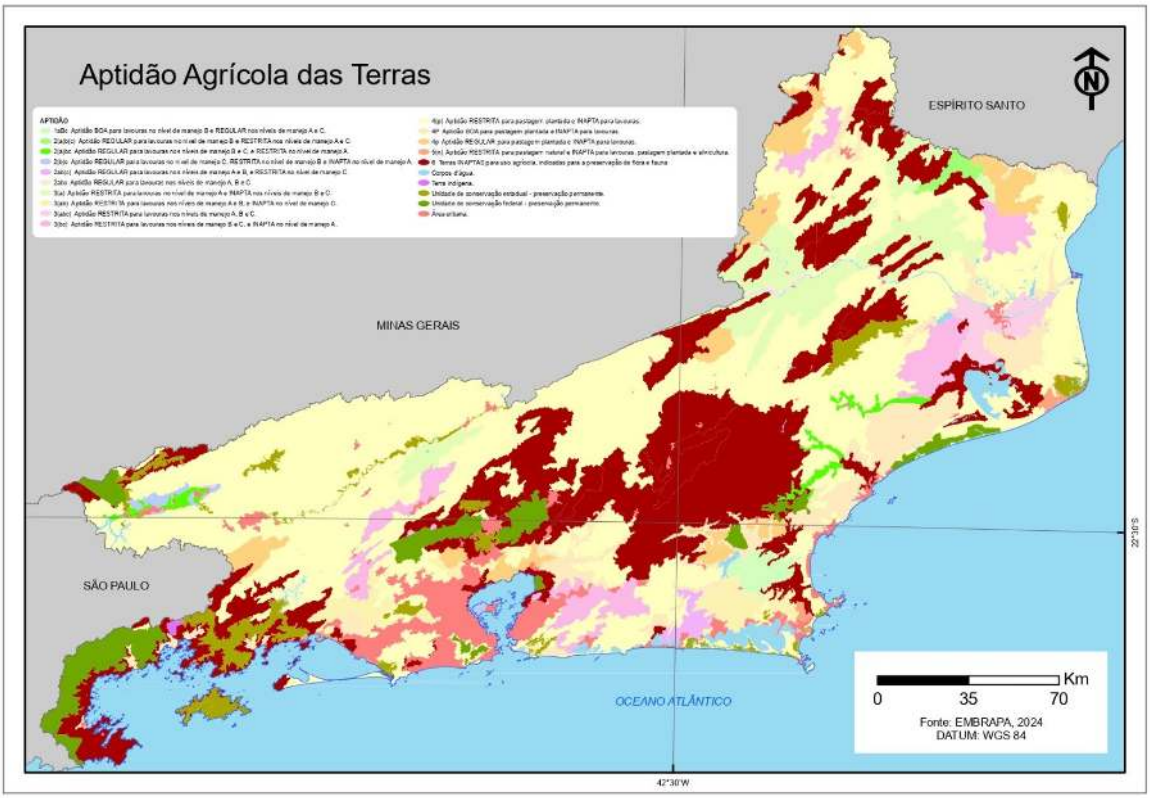
Fonte: MapBiomas, Coleção 10, 2024

As análises de uso e cobertura da terra demonstraram coexistência de áreas agrícolas, pastagens, fragmentos de Mata Atlântica e áreas urbanizadas. A agricultura familiar mostrou-se distribuída principalmente em áreas de relevo moderado, embora também tenham sido identificados sistemas produtivos em áreas ambientalmente restritivas.

Os resultados também indicam que a ocupação agrícola nem sempre coincide com áreas de maior aptidão biofísica, refletindo influência de fatores históricos, fundiários e socioeconômicos sobre a organização territorial da agricultura familiar.

Apesar da ausência de validação de campo, a metodologia demonstrou coerência espacial e potencial para subsidiar análises territoriais exploratórias em escala estadual.

Figura 5: Mapa de aptidão agrícola das terras do estado do Rio de Janeiro,



Fonte: elaborado a partir de dados da EMBRAPA (2024).

O mapa de aptidão agrícola das terras do estado do Rio de Janeiro representado na Figura 5 relata a variação nas condições ambientais que influenciam o uso agrícola. Observa-se predominância de áreas classificadas com aptidão regular e restrita para lavouras em grande parte do território fluminense, refletindo limitações relacionadas principalmente ao relevo, às características edáficas e à fragilidade ambiental de determinadas regiões (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995; ROSS, 1994).

As áreas de maior aptidão agrícola concentram-se principalmente em setores de relevo mais suave e em regiões com melhores condições pedológicas, favorecendo o desenvolvimento de atividades agrícolas com menores limitações físicas ao manejo. Em contrapartida, as regiões serranas e áreas com relevo fortemente ondulado apresentaram maior ocorrência de classes restritivas e áreas consideradas inaptas para lavouras, associadas ao elevado potencial de erosão e às limitações topográficas. Observa-se ainda influência das condições climáticas regionais sobre a distribuição espacial da aptidão, especialmente em áreas serranas e setores sujeitos a maiores índices pluviométricos, onde a combinação entre declividade alta e os altos íncides de precipitação potencializa processos erosivos e limita o uso agrícola intensivo.

Em contrapartida, áreas de relevo mais suave e menor restrição topográfica apresentaram condições mais favoráveis à ocupação agrícola e ao manejo mecanizado.

Também foram identificadas áreas destinadas prioritariamente à preservação ambiental, incluindo unidades de conservação, corpos hídricos e regiões com elevada fragilidade ecológica. Essas áreas apresentam restrições legais e ambientais ao uso agrícola, reforçando a necessidade de planejamento territorial integrado (EMBRAPA, 2015; IBGE, 2013).

Os resultados demonstram que a distribuição espacial da aptidão agrícola no estado do Rio de Janeiro encontra-se diretamente relacionada à variabilidade geomorfológica e ambiental do território, evidenciando a importância da utilização de produtos cartográficos como suporte ao planejamento agrícola sustentável e à gestão territorial da agricultura familiar

6 Conclusão

A análise integrada dos produtos cartográficos permitiu identificar contrastes relevantes no território fluminense, especialmente quanto à distribuição do relevo, às classes de declividade e aos padrões de uso e cobertura da terra. Esses elementos são fundamentais para compreender as possibilidades e limitações do uso agrícola no estado, sobretudo em uma abordagem preliminar baseada em dados geoespaciais secundários.

A integração de variáveis ambientais em ambiente SIG demonstrou potencial para identificar padrões espaciais associados à aptidão agrícola da agricultura familiar no estado do Rio de Janeiro.

Os resultados indicaram forte influência do relevo, da distribuição climática e das características dos solos sobre o potencial agrícola das diferentes regiões do estado. A variabilidade climática regional e a sazonalidade das chuvas também representam fatores relevantes para o planejamento agrícola da agricultura familiar, especialmente em áreas suscetíveis a déficits hídricos sazonais e instabilidade ambiental. Além disso, verificou-se que parte significativa da agricultura familiar encontra-se estabelecida em áreas com limitações ambientais intermediárias, evidenciando influência de fatores históricos e socioeconômicos na ocupação do território.Apesar das limitações decorrentes da ausência de validação de campo, a metodologia proposta apresenta coerência técnica e aplicabilidade para análises exploratórias territoriais, podendo subsidiar planejamento agrícola, assistência técnica e políticas públicas voltadas ao uso sustentável do solo. Estudos futuros poderão incorporar dados de campo e séries produtivas históricas para ampliação da robustez analítica e eventual aplicação de técnicas supervisionadas de aprendizado de máquina.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.. Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. **Lei nº 11.326**, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 25 jul. 2006.

CAMARGO, E. C. G.; FELGUEIRAS, C. A. **Análise espacial de dados geográficos.** In: DRUCK, S. et al. (org.). Análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 29-60.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para projetos ambientais.** São José dos Campos: INPE, 1998.

CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J. F.; SANTOS, R. D. dos. **Os solos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPRM/Embrapa Solos, 2001.

CARVALHO JUNIOR, W. de; PEREIRA, N. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; CALDERANO FILHO, B.; PINHEIRO, H. S. K.; CHAGAS, C. da S.; BHERING, S. B.; PEREIRA, V. R.; LAWALL, S. **Sample design effects on soil unit prediction with machine learning: randomness, uncertainty, and majority map**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 44, e0190120, 2020. DOI: 10.36783/18069657rbcs20190120.

EMATER-RJ. **Relatórios técnicos e diagnósticos da agricultura familiar no Estado do Rio de Janeiro**. Niterói: EMATER-RJ, diversos anos.

EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 231 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018.

EMBRAPA**. Zoneamento agroecológico: conceitos, métodos e aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015.

European Space Agency (2024). Copernicus Global Digital Elevation Model. Distributed by OpenTopography. https://doi.org/10.5069/G9028PQB. Acesso em 08 de maio de 2026

FAO. **A framework for land evaluation**. Rome: FAO, 1976.

FAO. **Guidelines for land evaluation for rainfed agriculture**. Rome: FAO, 1983.

FAO. **Sustainable land management for agriculture and food security.** Rome: FAO, 2017.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. **Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships.** Chichester: Wiley, 2002.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE.**Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IBGE. **Malha territorial do Brasil**: estados (escala 1:25.000). Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html. Acesso em: 10 abr. 2026.

INEA. **Base cartográfica e ambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: INEA, diversos anos.

KÖPPEN, W.; GEIGER., R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

Ko¨ppen's climate classification map for Brazil

LORENSINI, C. L. **Metodologia para classificação da aptidão agrícola de municípios**. 2019. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Água e Solo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

MALCZEWSKI, J. **GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature**. International Journal of Geographical Information Science, v. 20, n. 7, p. 703 - 726, 2006.

MOREIRA, G. F.; FERNANDES, R. B. A.; FERNANDES FILHO, E. I.; VIEIRA, C. A. O.; SANTOS, K. A. dos. **Classificação automatizada do uso e cobertura do solo usando imagens Landsat**. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 6, n. 1, p. 58 - 65, 2013.

PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental**: proposta metodológica. 2002. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MAPBIOMAS. Coleção 10 (2024) da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, através do link: https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas. Acesso em 22 abr 2026.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8,p. 63 - 74, 1994.

SAGA - GIS. **System for Automated Geoscientific Analyses.** Disponível em: https://www.saga-gis.org. Acesso em: 02 maio 2026.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, S. G. da; GIASSON, E.; SENA, A. F. S. de; BOSCO, V. D.; BAMPI, E. F.

Levantamento dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da bacia do Arroio Faxinal. Revista Sítio Novo Palmas, Palmas, v. 8, n. 4, p. 124 - 138, 2024.

TAGHIZADEH-MEHRJARDI, R.; NABIOLLAHI, K.; RASOLI, L.; KERRY, R.; SCHOLTEN, T. **Land suitability assessment and agricultural production sustainability using machine learning models**. Agronomy, Basel, v. 10, n. 4, p. 573, 2020. DOI: 10.3390/agronomy10040573.

VASCONCELOS, E. (2024). **Integração de Aprendizado de Máquina e Sustentabilidade**: Análise Da Produtividade Agrícola Com O Modelo Random Forest. IOSR Journal of Business and Management. 26. 50-57. 10.9790/487X- 2612065057.

O REGIME JURÍDICO DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM CONTRATOS PÚBLICOS: SOBERANIA TECNOLÓGICA, CONTINUIDADE DO SERVIÇO PÚBLICO E O FENÔMENO DO VENDOR LOCK-IN NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA INDIRETA

THE LEGAL REGIME OF TECHNOLOGY TRANSFER IN PUBLIC CONTRACTS: TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY, PUBLIC SERVICE CONTINUITY AND THE VENDOR LOCK-IN PHENOMENON IN INDIRECT PUBLIC ADMINISTRATION

Natália Bueno[1]

Resumo: O presente artigo analisa o regime jurídico da transferência de tecnologia em contratos públicos celebrados pela administração pública indireta, com foco específico no fenômeno do *vendor lock-in* (aprisionamento tecnológico). A pesquisa busca compreender como o ordenamento jurídico brasileiro protege o patrimônio público e a continuidade dos serviços essenciais frente à dependência tecnológica gerada por contratos de desenvolvimento de software e infraestrutura de dados. A partir do método dedutivo e abordagem qualitativa, com análise normativa e bibliográfica, o estudo examina a Lei de Inovação (Lei n. 10.973/2004), a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei n. 14.133/2021), a Lei de Software (Lei n. 9.609/1998) e a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n. 13.709/2018). Defende-se que a transferência integral de tecnologia — compreendendo código-fonte, documentação técnica e garantia de continuidade funcional sem ônus adicional — constitui exigência derivada dos princípios da continuidade do serviço público, da eficiência administrativa e da soberania tecnológica do Estado. Conclui-se que cláusulas contratuais mal elaboradas podem gerar dependência financeira perpétua, violando princípios constitucionais e comprometendo a autonomia estatal.

Palavras-chave: Transferência de tecnologia; Contratos públicos; Vendor lock-in; Continuidade do serviço público; Soberania tecnológica; Administração pública indireta.

Abstract: This article analyzes the legal regime of technology transfer in public contracts concluded by indirect public administration, with specific focus on the vendor lock-in phenomenon. The research seeks to understand how Brazilian law protects public assets and the continuity of essential services in the face of technological dependency generated by software development and data infrastructure contracts. Using the deductive method and qualitative approach, with normative and bibliographic analysis, the study examines the Innovation Act (Law No. 10,973/2004), the New Public Procurement and Administrative Contracts Act (Law No. 14,133/2021), the Software Act (Law No. 9,609/1998) and the General Data Protection Act (Law No. 13,709/2018). It is argued that comprehensive technology transfer — encompassing source code, technical documentation, and guarantee of functional continuity without additional burden — constitutes a requirement derived from the principles of public service continuity, administrative efficiency, and technological sovereignty. It is concluded that poorly drafted contractual clauses can generate perpetual financial dependency, violating constitutional principles and compromising state autonomy.

Keywords: Technology transfer; Public contracts; Vendor lock-in; Public service continuity; Technological sovereignty; Indirect public administration.

[1]Bacharela em Direito pela Universidade Federal Fluminense (UFF-VR), bolsista do Macroprograma INFOAGRO (PESAGRO-RIO). E-mail: natalia.bueno@id.uff.br

Introdução

A crescente dependência das entidades da administração pública indireta de sistemas tecnológicos desenvolvidos por fornecedores privados impõe uma questão jurídica de primeira relevância: em que medida o Estado detém, de fato, a governança plena sobre os ativos tecnológicos que financia, opera e mantém em nome do interesse público?

O fenômeno conhecido como *vendor lock-in* — ou aprisionamento tecnológico — ocorre quando o ente público contratante se torna dependente de um fornecedor específico de tecnologia ao ponto de não conseguir migrar para outra solução sem incorrer em custos proibitivos ou na paralisação dos serviços. Essa situação não é meramente um inconveniente técnico ou econômico: trata-se de uma vulnerabilidade estrutural com sérias implicações jurídicas, especialmente quando os sistemas em questão sustentam serviços públicos essenciais.

O caso que motiva este estudo é emblemático: contratos de desenvolvimento de software e de infraestrutura de dados, firmados por entidades da administração pública indireta, frequentemente carecem de cláusulas que assegurem a transferência integral da tecnologia ao contratante. Isso significa que, findo o contrato ou extinta a relação comercial, o ente público pode se ver sem acesso ao código-fonte, sem documentação técnica adequada e sem condições de dar continuidade operacional ao sistema sem o mesmo fornecedor — configurando a perpetuação de um monopólio de fato sobre patrimônio público.

Diante desse cenário, a pesquisa parte do seguinte problema central: como o ordenamento jurídico brasileiro protege o patrimônio público contra o fenômeno *do vendor lock-in* em contratos de inovação tecnológica, garantindo que o Estado detenha não apenas o uso, mas a governança plena e a propriedade dos ativos desenvolvidos?

A hipótese sustentada neste artigo é que a transferência integral de tecnologia constitui exigência jurídica derivada dos princípios constitucionais da continuidade do serviço público e da eficiência administrativa, sendo a ausência de cláusulas contratuais nesse sentido uma violação ao interesse público e à soberania tecnológica do Estado.

A relevância do tema se impõe em múltiplas dimensões. Do ponto de vista econômico, a dependência tecnológica gera custos extraordinários de manutenção, renovação compulsória de contratos e impossibilidade de competição entre fornecedores. Do ponto de vista jurídico, compromete princípios fundamentais do direito administrativo. Do ponto de vista da segurança da informação, expõe dados sensíveis da administração e dos cidadãos a riscos inaceitáveis. Do ponto de vista da gestão pública, inviabiliza o planejamento de longo prazo e a modernização tecnológica sustentável.

Metodologicamente, a pesquisa adota o método dedutivo com abordagem qualitativa, combinando pesquisa bibliográfica na doutrina de Direito Administrativo e de Propriedade Intelectual, análise normativa de diplomas legais vigentes e análise documental de padrões contratuais e critérios de aceitação em contratos de alta complexidade. A delimitação temporal foca no período pós-promulgação da Nova Lei de Licitações (Lei n. 14.133/2021), sem prejuízo da análise de normas anteriores ainda aplicáveis.

O artigo está estruturado em seis seções principais: esta introdução; a metodologia da pesquisa; o referencial teórico sobre tecnologia e administração pública; a análise do marco normativo brasileiro; o exame do fenômeno do *vendor lock-in* e seus impactos jurídicos; as propostas de salvaguardas contratuais; e as considerações finais.

1 Metodologia

A presente pesquisa adota o método hipotético-dedutivo, partindo de premissas normativas e doutrinariamente consolidadas para, a partir delas, extrair conclusões sobre situações específicas não reguladas expressamente pelo ordenamento. A abordagem é eminentemente qualitativa, privilegiando a análise interpretativa sobre a quantificação de dados.

Quanto à natureza, trata-se de pesquisa jurídico-dogmática, com ênfase na sistematização e interpretação das normas vigentes relacionadas à contratação tecnológica no setor público. O método de análise combina três vertentes complementares: (i) a análise normativa, voltada ao exame das leis, regulamentos e diretrizes aplicáveis; (ii) a pesquisa bibliográfica, centrada na doutrina de Direito Administrativo, de Propriedade Intelectual e de Direito da Tecnologia; e (iii) a análise documental, com exame de acórdãos do Tribunal de Contas da União, pareceres da Advocacia-Geral da União e modelos contratuais exemplificativos.

A delimitação temporal da análise normativa centra-se no período pós-promulgação da Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei n. 14.133/2021), sem prejuízo do estudo das normas anteriores ainda aplicáveis — especialmente a Lei de Inovação (Lei n. 10.973/2004), a Lei de Software (Lei n. 9.609/1998) e a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n. 13.709/2018).

A delimitação temática recai sobre contratos celebrados pela administração pública indireta — autarquias, fundações públicas, empresas públicas e sociedades de economia mista —, por serem as entidades que, historicamente, maior exposição apresentam ao risco de

aprisionamento tecnológico, dada a maior flexibilidade de seus regimes contratuais e a ausência de padronização nas cláusulas de transferência de tecnologia.

As fontes primárias da pesquisa compreendem textos normativos (Constituição Federal, leis, decretos e regulamentos), acórdãos e súmulas do TCU, e instrumentos contratuais publicizados por entes da administração pública. As fontes secundárias abrangem a doutrina administrativista e de propriedade intelectual, artigos científicos em periódicos especializados e relatórios de organismos nacionais e internacionais sobre governança de TI.

As limitações da pesquisa decorrem, principalmente, da restrição ao direito positivo brasileiro, com referências comparativas ao direito europeu apenas em caráter ilustrativo, sem pretensão de aprofundamento comparatístico. Adicionalmente, a escassez de jurisprudência judicial específica sobre o tema — em contraposição à relativa abundância de deliberações do TCU — condiciona parcialmente as conclusões ao plano administrativo-fiscalizatório, abrindo espaço para investigações futuras no âmbito do Poder Judiciário.

2 Referencial teórico: tecnologia, inovação e administração pública

A relação entre tecnologia e gestão pública não é nova, mas ganhou contornos radicalmente diferentes com a digitalização dos serviços e a criação de infraestruturas críticas de dados. O que antes era um suporte operacional passou a ser o próprio núcleo dos serviços públicos essenciais. Sistemas de gestão tributária, plataformas de benefícios sociais, infraestruturas de dados de saúde e educação são hoje dependentes de tecnologias desenvolvidas por fornecedores privados.

Nesse contexto, Marçal Justen Filho (2021, p. 43) assevera que a modernização do regime de contratações administrativas é imperativo que não pode ser dissociado de um robusto planejamento de governança tecnológica. Para o autor, o processo licitatório moderno exige que a administração pública não apenas contrate a melhor proposta disponível no mercado, mas que o faça de modo a preservar sua autonomia gestora no longo prazo. A Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, em seu art. 11, IV, elenca expressamente como objetivo do processo licitatório "incentivar a inovação e o desenvolvimento nacional sustentável". Contudo, a inovação tecnológica contratada sem as devidas salvaguardas de transferência pode gerar o efeito oposto: a dependência.

O conceito de *vendor lock-in* origina-se da literatura de gestão e estratégia empresarial, notadamente nos estudos de economia institucional que analisam os custos de troca (*switching costs*) como barreiras à competição (WILLIAMSON, 1985). No contexto das contratações

públicas, contudo, o fenômeno adquire significado jurídico próprio. Trata-se da situação em que um fornecedor detém poder de mercado derivado não da qualidade superior de seu produto, mas da dependência técnica criada pela ausência de portabilidade, interoperabilidade ou transferência de tecnologia. No campo público, esse fenômeno representa uma ameaça direta à autonomia do Estado.

A administração pública indireta — autarquias, fundações, empresas públicas e sociedades de economia mista — ocupa posição particularmente vulnerável nesse contexto. Por operarem com maior flexibilidade operacional e frequentemente sob regime jurídico de direito privado em suas atividades-fim, essas entidades tendem a firmar contratos tecnológicos com menor rigor nas cláusulas de propriedade intelectual e transferência de tecnologia. O resultado é uma assimetria contratual que beneficia o fornecedor privado em detrimento do patrimônio público.

Hely Lopes Meirelles (2016, p. 399) consagrou o princípio da continuidade do serviço público como basilar do direito administrativo brasileiro, estabelecendo que os serviços de interesse geral não podem sofrer interrupção. Segundo o clássico administrativista:

> A continuidade é um dos atributos dos serviços públicos que decorre de sua natureza e do fim a que se destinam. O serviço público deve funcionar de modo contínuo, sem interrupções, para atender constantemente à coletividade, pois é criado e mantido em razão de necessidades dos usuários. (MEIRELLES, 2016, p. 399)

Se o sistema tecnológico que sustenta um serviço público essencial está sob controle de um fornecedor privado que detém a propriedade do código-fonte e da documentação técnica, a continuidade desse serviço está, em última análise, na mão de um particular — o que representa uma inversão inaceitável da supremacia do interesse público.

Nessa mesma perspectiva, Di Pietro (2022, p. 116) esclarece que a supremacia do interesse público sobre o privado constitui "verdadeiro axioma do Direito Público", sendo que toda a estrutura normativa do direito administrativo brasileiro está orientada para garantir que o Estado nunca se coloque em posição de sujeição que comprometa sua função de garantidor do bem comum. A dependência tecnológica não se reveste apenas de aspecto econômico: ela representa subordinação jurídica do poder público a um particular, condição incompatível com os fundamentos do Estado Democrático de Direito.

Estudos recentes no campo da governança de TI na administração pública brasileira, como os desenvolvidos no âmbito do Tribunal de Contas da União (TCU, 2020), apontam que a ausência de planejamento adequado para a transição tecnológica em contratos de alta complexidade é uma das principais causas de gastos extraordinários e de comprometimento da

qualidade dos serviços públicos digitais. O levantamento do TCU identificou que mais de 60% dos contratos de TI analisados em 2020 careciam de cláusulas adequadas de transferência de tecnologia, expondo o erário a riscos significativos de aprisionamento. A questão, portanto, transcende o âmbito técnico e se projeta como problema jurídico de primeira ordem.

A noção de soberania tecnológica, por sua vez, tem sido desenvolvida na literatura jurídica internacional como extensão do conceito clássico de soberania estatal ao domínio digital. Conforme aponta Castells (2009, p. 47), a autonomia de um Estado na sociedade em rede depende fundamentalmente de sua capacidade de controlar as infraestruturas tecnológicas que sustentam suas funções essenciais. No plano interno, essa perspectiva encontra reflexo na Estratégia de Governo Digital (Decreto n. 10.332/2020), que estabelece como diretriz a preferência por soluções tecnológicas que garantam a soberania sobre dados e sistemas governamentais. Trata-se, portanto, de um valor constitucional implícito, decorrente da soberania nacional prevista no art. 1º, I, da Constituição Federal.

3 O marco normativo brasileiro: lacunas e possibilidades

3.1 A Lei de Inovação (Lei n. 10.973/2004) e o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação

A Lei de Inovação institui o marco legal para a interação entre o setor público e privado no campo da pesquisa científica e tecnológica. Em seu art. 6º e seguintes, estabelece as condições para que instituições científicas e tecnológicas (ICTs) públicas firmem parcerias com entidades privadas para o desenvolvimento de tecnologia. O diploma legal prevê, em seu art. 9º, que o Poder Público pode conceder licenças para a exploração de criações tecnológicas mediante contrato, com ou sem exclusividade.

No que concerne à titularidade das criações desenvolvidas mediante contratação pública, a Lei de Inovação estabelece, em seu art. 11, que os resultados obtidos em projetos de pesquisa tecnológica em que o ente público figure como financiador devem ter sua titularidade regulada no instrumento contratual. Contudo, a ausência de regulamentação específica sobre a extensão da transferência — especialmente quanto ao código-fonte de sistemas de software — tem gerado lacunas que favorecem o aprisionamento tecnológico.

A Lei n. 13.243/2016, que aperfeiçoou o marco regulatório da inovação, introduziu o Contrato Público para Solução Inovadora (CPSI). Conforme analisa Schiefler (2024, p. 5), o CPSI "representa avanço significativo na regulamentação das contratações tecnológicas públicas, ao prever expressamente, em seu inciso IV, a definição da titularidade dos direitos de

propriedade intelectual das criações resultantes", o que constitui passo importante em direção à proteção do patrimônio tecnológico público. O autor, contudo, adverte que a mera previsão legal não é suficiente: é necessário que os gestores públicos efetivamente incluam essas cláusulas nos instrumentos contratuais, tarefa que pressupõe capacitação técnica e vontade institucional.

A análise do dispositivo revela, ainda, uma tensão estrutural: enquanto a Lei de Inovação busca fomentar o empreendedorismo privado em parceria com o Estado, a lógica de proteção do patrimônio público exige que os resultados dessas parcerias retornem ao domínio público de forma integral. A solução para essa tensão passa pela definição contratual precisa dos direitos de propriedade intelectual, o que exige competência jurídica especializada nos setores de compras e licitações das entidades públicas.

3.2 A Nova Lei de Licitações e Contratos (Lei n. 14.133/2021)

A Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos representa marco fundamental na modernização do regime contratual da administração pública brasileira. Em seu art. 5º, estabelece o princípio da eficiência como vetor de toda a contratação pública; em seu art. 11, IV, explicita o objetivo de "incentivar a inovação e o desenvolvimento nacional sustentável".

Para a questão da dependência tecnológica, merecem destaque o art. 6º, XXVII, que define o risco tecnológico como elemento da matriz de riscos nos contratos de inovação, e o art. 92, que trata das cláusulas necessárias nos contratos administrativos. Justen Filho (2021, p. 743) observa que o art. 92 deve ser interpretado de forma não exaustiva: as cláusulas obrigatórias elencadas representam o mínimo necessário, mas "a complexidade das relações contratuais modernas impõe ao gestor público a obrigação de incluir todas as disposições necessárias à proteção do interesse público, ainda que não expressamente previstas no dispositivo legal". Essa interpretação extensiva autoriza — e, argumenta-se aqui, exige — a inclusão de cláusulas de transferência integral de tecnologia em todos os contratos de desenvolvimento de software público.

A ausência de previsão explícita sobre transferência integral de tecnologia no rol de cláusulas obrigatórias constitui lacuna normativa que a doutrina e a jurisprudência precisam suprir. Conforme a lição de Di Pietro (2022, p. 312), "a integração das lacunas no direito administrativo deve ser feita à luz dos princípios constitucionais que regem a atividade administrativa, especialmente os princípios da legalidade, da eficiência e da supremacia do

interesse público". Nesse sentido, a exigência de transferência de tecnologia pode ser extraída interpretativamente do próprio texto da Nova Lei de Licitações.

O art. 169 da Nova Lei de Licitações inova ao estabelecer a obrigatoriedade de gestão de riscos nos contratos administrativos. A dependência tecnológica decorrente da ausência de transferência de tecnologia constitui, inegavelmente, risco contratual relevante que deve ser identificado, mensurado e mitigado no plano de gestão de riscos do contrato — o que implica, necessariamente, a previsão de cláusulas de entrega do código-fonte e da documentação técnica.

3.3 A Lei de Software (Lei n. 9.609/1998) e seus limites para o setor público

A Lei n. 9.609/1998, conhecida como Lei de Software, confere à propriedade intelectual de programas de computador o mesmo regime de proteção das obras literárias, nos termos da legislação de direitos autorais. Em seu art. 2º, §3º, estabelece que a proteção independe de registro, criando uma presunção legal de propriedade em favor do criador. Em seu art. 4º, caput, a lei disciplina os contratos de desenvolvimento de software por encomenda, dispondo que os direitos relativos ao programa resultante pertencem ao contratante, salvo disposição contratual em contrário.

Essa disposição — muitas vezes ignorada na prática contratual — é da maior relevância para o setor público: quando a administração pública contrata o desenvolvimento de software sob encomenda, os direitos patrimoniais sobre o programa resultante pertencem, em princípio, ao ente contratante. Contudo, Di Blasi (2010, p. 421) adverte que a lei "não resolve a questão da extensão da transferência: a titularidade dos direitos patrimoniais de exploração não implica, necessariamente, a entrega do código-fonte, que pode ser retido pelo desenvolvedor como segredo comercial, salvo cláusula expressa em contrário". Daí a necessidade de cláusula contratual explícita.

Essa lógica protetiva, concebida para o mercado privado, cria tensão relevante quando aplicada às contratações públicas. Conforme ilustrado pelo leading case do Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul — em que o Estado contratou licença de uso de software de segurança pública e, findo o contrato, não obteve a entrega do código-fonte, dada a ausência de previsão contratual — a ausência de cláusula expressa de transferência não pode ser suprida judicialmente sem violação ao direito de propriedade intelectual do fornecedor.

Pimentel (2010, p. 218) sustenta que a transferência de tecnologia, no ordenamento brasileiro, deve ser interpretada de forma abrangente, incluindo não apenas os direitos de exploração, mas também os meios técnicos necessários para que o adquirente possa exercer

esses direitos de forma autônoma: "Transferir tecnologia sem transferir o conhecimento técnico necessário ao seu domínio é uma transferência incompleta, que não atinge a finalidade jurídica do negócio. No contexto público, essa incompletude é inconstitucional, por violar a eficiência e a continuidade dos serviços." No contexto público, essa interpretação é reforçada pela supremacia do interesse coletivo.

3.4 A Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n. 13.709/2018) e a soberania de dados

A LGPD introduz dimensão adicional à questão da dependência tecnológica: a soberania sobre os dados. Os sistemas de software contratados pela administração pública frequentemente processam, armazenam e tratam dados pessoais de cidadãos. Quando o Estado não detém a governança plena sobre esses sistemas, perde também o controle efetivo sobre os dados que os alimentam.

O art. 23 da LGPD estabelece obrigações específicas para o tratamento de dados pessoais por pessoas jurídicas de direito público, exigindo que o tratamento de dados seja realizado para o atendimento de sua finalidade pública. O art. 26 impõe que o Poder Público dê publicidade ao uso compartilhado de dados. Quando o sistema tecnológico que processa esses dados está sob controle de um fornecedor privado — sem que a administração detenha o código-fonte ou a documentação técnica —, torna-se impossível garantir efetivamente o cumprimento dessas obrigações legais, pois a auditabilidade do sistema fica comprometida.

Nesse sentido, a Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD) emitiu orientações no sentido de que os entes públicos devem assegurar que os sistemas de tratamento de dados pessoais sejam auditáveis e controláveis pelo próprio ente contratante (ANPD, 2021). A terceirização tecnológica sem adequada cláusula de transferência de tecnologia e de portabilidade de dados pode comprometer o cumprimento dessas obrigações legais, criando responsabilização adicional — inclusive pessoal, nos termos do art. 42, §2º, da LGPD — para os gestores públicos.

4 O *vendor lock-in* como problema jurídico: análise e impactos

4.1 Conceituação jurídica do fenômeno

O aprisionamento tecnológico, ou *vendor lock-in*, pode ser definido juridicamente como a situação em que um ente público contratante se encontra em posição de dependência técnica, econômica ou funcional em relação a um fornecedor privado, de forma a comprometer sua

capacidade de exercer livremente as prerrogativas inerentes ao poder público, em especial a de garantir a continuidade, a qualidade e a economicidade dos serviços públicos.

Essa definição comporta três dimensões distintas e cumulativas. A dimensão técnica diz respeito à impossibilidade de operar o sistema sem o suporte do fornecedor original, em decorrência da ausência de código-fonte, documentação técnica ou capacitação interna suficiente. A dimensão econômica refere-se aos custos de migração proibitivos que tornam inviável a contratação de novo fornecedor, ainda que a renovação contratual com o atual seja financeiramente desvantajosa. A dimensão funcional engloba a impossibilidade de adaptar, modificar ou evoluir o sistema conforme as necessidades da administração, por ausência de governança sobre os ativos tecnológicos.

Essa tipologia tripartite permite identificar que o *vendor lock-in* não é fenômeno uniforme: pode se manifestar em graus variados e combinações distintas, exigindo respostas jurídicas igualmente diferenciadas. Um contrato que assegure a entrega do código-fonte, mas sem documentação técnica adequada, resolve parcialmente a dimensão técnica, mas não elimina as dimensões econômica e funcional — pois o custo de compreender e operar um sistema sem documentação pode ser igualmente proibitivo.

4.2 Impactos sobre os princípios da administração pública

O fenômeno do *vendor lock-in* colide frontalmente com os princípios que regem a administração pública brasileira, em especial os inscritos no art. 37 da Constituição Federal.

O princípio da eficiência, introduzido pela Emenda Constitucional n. 19/1998, exige que a administração pública atinja seus objetivos com o menor custo possível. A dependência tecnológica, ao eliminar a competição no momento da renovação contratual, gera custos adicionais sistêmicos que violam diretamente esse princípio. O fornecedor em situação de monopólio de fato pode impor preços arbitrários, sabendo que a migração é inviável.

O princípio da continuidade do serviço público, consagrado por Meirelles (2016, p. 399) como um dos pilares do direito administrativo, é comprometido quando a continuidade do sistema tecnológico está condicionada à manutenção do contrato com um único fornecedor. A hipótese de rescisão contratual — seja por inadimplemento, falência ou extinção do fornecedor — representa risco real e grave à prestação dos serviços públicos essenciais. Conforme anotou o TCU no Acórdão n. 2.471/2008-Plenário: "É dever do gestor público assegurar, por meio de cláusulas contratuais adequadas, que o encerramento de qualquer contrato de TI não implique a paralisação ou o comprometimento dos serviços públicos que aquele contrato suportava."

O princípio da legalidade é violado quando a administração pública, por omissão contratual, abre mão de prerrogativas que lhe competem por força de lei. A supremacia do interesse público e a indisponibilidade do patrimônio público, implícitas no regime constitucional da administração, são incompatíveis com a cessão, ainda que tácita, do controle sobre ativos tecnológicos desenvolvidos com recursos públicos.

Por fim, o princípio da publicidade e da transparência — fundamentos do Estado Democrático de Direito — são igualmente comprometidos pela dependência tecnológica. Quando a administração não detém o código-fonte dos sistemas que utiliza para prestar serviços públicos, torna-se impossível realizar auditoria independente desses sistemas, comprometendo a *accountability* governamental. Conforme ressalta Niebuhr (2019, p. 312), "a opacidade dos sistemas tecnológicos contratados representa forma contemporânea de corrupção institucional, na medida em que subtrai do controle social a principal ferramenta de prestação de contas do Estado moderno".

4.3 A responsabilidade civil pós-contratual do fornecedor

Questão de grande relevância prática diz respeito à responsabilidade civil do fornecedor na fase pós-contratual. Quando o contrato se encerra sem que tenha sido assegurada a plena transferência de tecnologia, surgem os seguintes cenários problemáticos: o sistema deixa de ser suportado, gerando instabilidade ou interrupção do serviço; o fornecedor exige remuneração adicional para prestar suporte essencial; e terceiros contratados para substituir o fornecedor original não conseguem operar o sistema sem acesso ao código-fonte.

Nesse contexto, a responsabilidade civil do fornecedor pode ser examinada sob as seguintes perspectivas: responsabilidade contratual, por descumprimento das obrigações expressamente pactuadas; responsabilidade pós-contratual (*culpa post pactum finitum*), derivada da violação dos deveres laterais de cooperação e informação que sobrevivem à extinção do contrato; e responsabilidade extracontratual, nos casos em que a conduta do fornecedor gera danos à administração pública e, por via reflexa, aos usuários dos serviços públicos.

A teoria da responsabilidade pós-contratual, embora originária do direito privado, encontra aplicação crescente nas contratações administrativas. Niebuhr (2019, p. 328) observa que "a jurisprudência dos Tribunais de Contas tem reconhecido a necessidade de incluir cláusulas de garantia de continuidade tecnológica nos contratos de TI como pressuposto de sua legalidade, estabelecendo que sua ausência configura irregularidade grave imputável ao gestor

que aprovou o instrumento contratual". Essa orientação jurisprudencial é fundamental: ao responsabilizar o gestor público pela omissão contratual, o TCU cria incentivo poderoso para que as cláusulas de transferência de tecnologia sejam efetivamente incluídas.

5 Salvaguardas contratuais: mecanismos de proteção da soberania tecnológica do Estado

5.1 A cláusula de ausência de ônus funcional

O conceito de "ausência de ônus funcional", central na delimitação deste artigo, diz respeito à garantia de que o ente público contratante possa operar, manter, modificar e evoluir o sistema tecnológico contratado sem depender do fornecedor original e sem incorrer em custos adicionais não previstos no contrato original.

Do ponto de vista jurídico, essa garantia deve se materializar em cláusula contratual expressa que assegure: (i) o direito irrevogável e perpétuo ao uso do código-fonte desenvolvido, sob licença plena ao ente público; (ii) a entrega de toda a documentação técnica do sistema (manuais, especificações, diagramas de arquitetura, modelos de dados); (iii) a capacitação técnica da equipe interna da administração, em número e profundidade suficientes para operação autônoma; e (iv) a garantia de operacionalidade do sistema por período mínimo após o encerramento do contrato, assegurando transição segura.

A natureza jurídica dessa entrega é a de uma obrigação de resultado, não de meio: o fornecedor não cumpre sua obrigação meramente entregando um conjunto de arquivos sem garantia de funcionalidade. A entrega deve ser acompanhada de testes de aceitação formalmente definidos que demonstrem a plena operacionalidade do sistema sob controle exclusivo da administração pública.

5.2 A obrigatoriedade da entrega do código-fonte como requisito de validade jurídica

A doutrina mais recente tem sustentado que, em contratos de desenvolvimento de software financiado integralmente por recursos públicos, a entrega do código-fonte deve ser considerada condição de validade jurídica da entrega contratual — e não mera obrigação acessória.

Esse entendimento se ancora em dois fundamentos principais. O primeiro é o princípio da indisponibilidade do patrimônio público: se o software foi desenvolvido com recursos públicos, a sua propriedade material pertence ao ente público, ainda que a propriedade intelectual seja disciplinada pela Lei de Software. O segundo é o princípio da eficiência: a

entrega de um sistema sem código-fonte é juridicamente equivalente à entrega de um bem sem condições de manutenção, o que torna o objeto contratual imprestável para os fins públicos a que se destina.

Pimentel (2010, p. 218) sustenta que a transferência de tecnologia deve incluir os meios técnicos necessários ao domínio autônomo pelo adquirente. No contexto público, Justen Filho (2021, p. 744) é igualmente assertivo ao afirmar que "o contrato administrativo que não assegura à administração o domínio pleno sobre o objeto contratado é contrato nulo, por violar o princípio da supremacia do interesse público e o da indisponibilidade do patrimônio público". A ausência de cláusula de entrega do código-fonte, nessa perspectiva, invalida não apenas a cláusula omissa, mas compromete a validade do próprio contrato.

5.3 Cláusulas de interoperabilidade e portabilidade

Além da transferência de tecnologia em sentido estrito, contratos tecnológicos na administração pública devem prever obrigações de interoperabilidade e portabilidade. A interoperabilidade assegura que o sistema contratado possa se comunicar com outros sistemas da administração, sem depender de tecnologias proprietárias exclusivas do fornecedor. A portabilidade garante que os dados produzidos no sistema possam ser exportados em formatos abertos e reutilizáveis por outros sistemas.

Essas exigências encontram respaldo normativo na Estratégia de Governo Digital (Decreto n. 10.332/2020) e nas diretrizes de segurança da informação da administração pública federal, que estabelecem preferência por padrões abertos e interoperáveis. A Nova Lei de Licitações, em seu art. 11, reforça o objetivo de eficiência nas contratações, que deve ser interpretado de forma a incluir a eficiência de longo prazo, contemplando os custos de transição tecnológica.

Do ponto de vista prático, cláusulas de interoperabilidade devem especificar: (i) os padrões técnicos abertos a serem adotados (ex.: XML, JSON, REST APIs documentadas); (ii) a proibição de formatos proprietários exclusivos que comprometam a portabilidade; (iii) os prazos para adequação em caso de atualização dos padrões governamentais; e (iv) as penalidades aplicáveis ao descumprimento dessas obrigações.

5.4 Modelo de escrow tecnológico como solução de equilíbrio

Em situações em que o fornecedor tenha legítimo interesse na preservação de seus segredos industriais — especialmente em contratos que não envolvam desenvolvimento

exclusivo, mas licenciamento de tecnologia pré-existente —, uma solução jurídica equilibrada é o *escrow* tecnológico.

O *escrow* tecnológico consiste no depósito do código-fonte e da documentação técnica em poder de um terceiro neutro (agente fiduciário), com previsão contratual de que esses ativos serão entregues ao ente público na ocorrência de determinados eventos — como a falência do fornecedor, o inadimplemento contratual ou o encerramento das atividades. Esse mecanismo protege simultaneamente o interesse público na continuidade do serviço e o interesse privado na preservação da propriedade intelectual.

A solução de *escrow* é amplamente adotada em jurisdições mais avançadas na regulamentação de contratos tecnológicos públicos. No âmbito europeu, a Comissão Europeia recomenda expressamente, em suas diretrizes de contratação pública de TI, o uso de mecanismos de *escrow* como medida padrão de mitigação do risco de *vendor lock-in* (EUROPEAN COMMISSION, 2017). A adoção desse padrão no Brasil, ainda que não obrigatória por lei, pode ser exigida pelo gestor público com fundamento no art. 11 da Nova Lei de Licitações, que impõe o dever de minimizar os riscos contratuais.

Considerações finais

O presente artigo buscou demonstrar que o fenômeno do vendor lock-in em contratos públicos de tecnologia não é apenas um problema de gestão ou de estratégia administrativa, mas uma questão jurídica de primeira grandeza, com implicações diretas sobre os princípios constitucionais da eficiência, da continuidade do serviço público e da indisponibilidade do patrimônio público.

A hipótese sustentada ao longo do trabalho restou confirmada: a transferência integral de tecnologia — compreendendo código-fonte, documentação técnica e garantia de funcionalidade sem ônus adicional — constitui exigência jurídica derivada do ordenamento constitucional e infraconstitucional brasileiro, e sua ausência nos contratos públicos representa violação ao interesse público e à soberania tecnológica do Estado.

O marco normativo brasileiro — especialmente a Lei de Inovação, a Nova Lei de Licitações, a Lei de Software e a LGPD — oferece bases legais suficientes para a construção de cláusulas contratuais protetoras do patrimônio tecnológico público. Contudo, identificou-se que a ausência de regulamentação específica sobre o tema e a lacuna na doutrina administrativista criam espaço para omissões contratuais que favorecem o aprisionamento tecnológico.

As principais contribuições deste trabalho consistem em: (i) propor a conceituação jurídica do *vendor lock-in* como categoria relevante para o direito administrativo brasileiro; (ii) fundamentar a obrigatoriedade da entrega do código-fonte como condição de validade jurídica da entrega contratual em contratos de desenvolvimento de software público; (iii) identificar a responsabilidade pós-contratual do fornecedor como mecanismo de proteção do patrimônio público; (iv) apresentar metodologia de pesquisa clara e replicável para o estudo jurídico do tema; e (v) sugerir mecanismos contratuais específicos para a proteção da soberania tecnológica do Estado, incluindo o modelo de *escrow* tecnológico.

Como agenda de pesquisa futura, sugere-se o estudo comparativo com modelos adotados por outros ordenamentos jurídicos — especialmente o europeu, que tem avançado significativamente na regulamentação da soberania digital — e a análise de casos concretos de contratos celebrados por entidades da administração pública indireta brasileira, com exame das cláusulas de transferência de tecnologia efetivamente adotadas. Estudos empíricos sobre o custo econômico do vendor lock-in no setor público brasileiro também representam agenda relevante e ainda inexplorada.

A modernização tecnológica do Estado é imperativo inadiável. Contudo, modernizar sem soberania é substituir uma dependência por outra. O direito administrativo brasileiro dispõe dos instrumentos necessários para garantir que a inovação tecnológica seja verdadeiramente posta a serviço do interesse público — e não o contrário.

Referências

AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO DE DADOS (ANPD). **Guia Orientativo para Definições dos Agentes de Tratamento de Dados Pessoais e Encarregado.** Brasília: ANPD, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/anpd. Acesso em: 28 fev. 2026.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 20 fev. 1998.

BRASIL. Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências (Lei de Inovação). **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 3 dez. 2004.

BRASIL. Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 12 jan. 2016.

BRASIL. Lei n. 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 15 ago. 2018.

BRASIL. Lei n. 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 1º abr. 2021.

BRASIL. Decreto n. 10.332, de 28 de abril de 2020. Institui a Estratégia de Governo Digital para o período de 2020 a 2022. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 29 abr. 2020.

CASTELLS, M. **Comunicação e Poder.** Tradução de Vera Lúcia Mello Joscelyne. São Paulo: Paz e Terra, 2009. 568 p.

DI BLASI, G. **A propriedade industrial: os sistemas de marcas, patentes, desenhos industriais e transferência de tecnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2010. 521 p.

DI PIETRO, M. S. Z. **Direito Administrativo.** 35. ed. São Paulo: Atlas, 2022. 960 p.

EUROPEAN COMMISSION. **ICT procurement: open source and cloud.** Brussels: Publications Office of the European Union, 2017. Disponível em: https://ec.europa.eu/isa2/. Acesso em: 28 fev. 2026.

JUSTEN FILHO, M. **Comentários à Lei de Licitações e Contratações Administrativas (Lei 14.133/2021).** São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021. 1.152 p.

MEIRELLES, H. L. **Direito Administrativo Brasileiro.** 42. ed. atual. por José Emmanuel Burle Filho; Carla Rosado Burle. São Paulo: Malheiros, 2016. 968 p.

NIEBUHR, J. M. **Licitação Pública e Contrato Administrativo.** 5. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. 792 p.

PIMENTEL, L. O. **Curso de Direito da Propriedade Intelectual.** Florianópolis: Boiteux, 2010. 348 p.

SCHIEFLER, G. H. C. Contratos administrativos de inovação: os diversos instrumentos para a contratação de novas tecnologias pelo Poder Público. **Zenite Blog.** Curitiba, fev. 2024. Disponível em: https://zenite.blog.br/contratos-administrativos-de-inovacao. Acesso em: 28 fev. 2026.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Acórdão n. 2.471/2008. Plenário. Relator: Ministro Raimundo Carreiro. Brasília: TCU, 2008.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Levantamento de governança e gestão de TI nas organizações da administração pública federal.** Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização de TI, 2020.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Licitações e contratos: orientações e jurisprudência do TCU.** 4. ed. Brasília: TCU, 2010. 910 p.

WILLIAMSON, O. E. **The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting.** New York: Free Press, 1985. 450 p.

GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA ORIENTADO A DADOS: UMA ABORDAGEM BASEADA NO PMBOK

RISK MANAGEMENT IN DATA-DRIVEN TECHNOLOGICAL INNOVATION PROJECTS: A PMBOK-BASED APPROACH

Rafael Tomé de Moura[1]
Diego Brandão[2]
Jober Tomé de Moura[3]
Welberth Saddi[4]
Sofia Ernesto[5]

Resumo: O agronegócio fluminense apresenta características estruturais específicas, marcadas pela heterogeneidade produtiva, predominância de pequenas e médias propriedades e crescente incorporação de tecnologias digitais voltadas à melhoria da eficiência e da competitividade. Nesse contexto, projetos de inovação tecnológica orientados a dados emergem como instrumentos estratégicos para integração de informações produtivas, ambientais e mercadológicas. Contudo, tais iniciativas estão expostas a riscos técnicos, operacionais, financeiros e institucionais, especialmente em um ambiente regional caracterizado por limitações de infraestrutura digital, assimetrias tecnológicas e elevada complexidade organizacional. Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar a aplicação do gerenciamento de riscos, com base nas diretrizes do PMBOK, em projetos de inovação tecnológica no agronegócio fluminense. A pesquisa adotou abordagem qualitativa, de natureza aplicada e caráter exploratório-descritivo, fundamentada em revisão bibliográfica e análise teórica dos processos de gerenciamento de riscos propostos pelo Project Management Institute. Os resultados indicam que a adoção estruturada das etapas de planejamento, identificação, análise, resposta e monitoramento de riscos contribui para maior previsibilidade, redução de incertezas e fortalecimento da governança dos projetos. Conclui-se que o gerenciamento de riscos, quando integrado à estratégia organizacional, constitui elemento essencial para a sustentabilidade e geração de valor em projetos de inovação no agronegócio do estado do Rio de Janeiro.

[1] Mestre em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Planejamento, Implementação e Gestão da Educação a Distância pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Veiga de Almeida (UVA). E-mail: rafatmrj@gmail.com / Lattes ID: http://lattes.cnpq.br/4006072880097748.

[2] Especialista em Marketing (FGV) e Inteligência Competitiva e Contrainteligência Corporativa (FI Iguaçu). Graduado em Desenho Industrial (UnB). E-mail: dibrasilia@gmail.com. Lattes ID: http://lattes.cnpq.br/4080593934622614.

[3] Especialista em Gestão de Recursos Humanos pela Universidade Estacio de Sá (UNESA). Graduado em Administração de Empresas pela Universidade Gama Filho (UGF). Email: jobertmrj@gmail.com.

[4] Especialista em Fiscalização, Controle e Orçamento Público pela Escola do Legislativo do Estado do Rio de Janeiro (2025), Especialista em Gestão no Poder Legislativo pela Escola do Legislativo do Estado do Rio de Janeiro (2018), MBA em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas(2006), Bacharel em Ciência do Esporte pela Universidade Estadual de Londrina (2004). e-mail: bertinsaddi@gmail.com. Lattes ID: https://lattes.cnpq.br/5640560833786757.

[5] Graduanda em Ciências Contábeis pela Universidade Veiga de Almeida (UVA). Email: sofiaernestomg@gmail.com.

Palavras-chave: Gerenciamento de Riscos; Agronegócio Fluminense; Projetos Orientados a Dados.

Abstract: Agribusiness in the state of Rio de Janeiro presents specific structural characteristics, marked by productive heterogeneity, the predominance of small and medium-sized farms, and the increasing adoption of digital technologies aimed at improving efficiency and competitiveness. In this context, data-driven technological innovation projects emerge as strategic instruments for integrating productive, environmental, and market information. However, such initiatives are exposed to technical, operational, financial, and institutional risks, especially within a regional environment characterized by limited digital infrastructure, technological asymmetries, and high organizational complexity. Given this scenario, this study aims to analyze the application of risk management, based on the PMBOK guidelines, in technological innovation projects within Rio de Janeiro's agribusiness sector. The research adopted a qualitative approach, applied in nature and exploratory-descriptive in character, grounded in bibliographic review and theoretical analysis of the risk management processes proposed by the Project Management Institute. The results indicate that the structured adoption of planning, identification, analysis, response, and risk monitoring processes contributes to greater predictability, uncertainty reduction, and strengthened project governance. It is concluded that risk management, when integrated into organizational strategy, constitutes an essential element for sustainability and value creation in innovation projects within the agribusiness sector of Rio de Janeiro.

Keywords: Risk Management; Agribusiness; Data-Driven Projects.

Introdução

O agronegócio brasileiro desempenha papel estratégico na economia nacional, contribuindo significativamente para a geração de emprego, renda e segurança alimentar. No estado do Rio de Janeiro, o agronegócio apresenta características estruturais específicas, marcadas pela heterogeneidade produtiva, predominância de pequenas e médias propriedades, forte presença da agricultura familiar e proximidade com grandes centros consumidores. Esse conjunto de fatores confere ao agronegócio fluminense um perfil diferenciado em relação a outras regiões do país, demandando soluções gerenciais adaptadas às suas particularidades territoriais, logísticas e institucionais.

Nas últimas décadas, observa-se a intensificação da incorporação de tecnologias digitais no setor agropecuário, impulsionada por avanços em sensoriamento remoto, análise de big data, sistemas integrados de gestão e aplicações de inteligência artificial. Essas inovações têm possibilitado maior precisão no manejo produtivo, otimização logística, melhoria da rastreabilidade e ampliação da eficiência operacional. No entanto, a adoção dessas tecnologias ocorre em um ambiente caracterizado por elevada complexidade e incerteza, especialmente no contexto fluminense, onde coexistem diferentes níveis de maturidade tecnológica, capacidade de investimento e qualificação gerencial.

Projetos de inovação tecnológica orientados a dados, embora promissores, apresentam exposição significativa a riscos técnicos, financeiros, operacionais e institucionais. Fatores como limitações de infraestrutura digital, instabilidade econômica, exigências regulatórias e variabilidade climática ampliam o grau de incerteza inerente às iniciativas inovadoras no setor.

Nesse cenário, a ausência de mecanismos estruturados de gerenciamento pode comprometer a sustentabilidade dos projetos, impactando custos, prazos e resultados esperados.

Diante dessa realidade, o gerenciamento de riscos, conforme sistematizado pelo PMI no Guia PMBOK, emerge como instrumento fundamental para reduzir incertezas e fortalecer a tomada de decisão. Ao estruturar processos formais de identificação, análise, resposta e monitoramento de riscos, o modelo contribui para maior previsibilidade, eficiência na alocação de recursos e geração sustentável de valor.

Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação do gerenciamento de riscos, à luz das diretrizes do PMBOK, em projetos de inovação tecnológica orientados a dados no contexto do agronegócio fluminense. Parte-se da premissa de que a adoção de práticas estruturadas de gestão de riscos constitui elemento estratégico para ampliar a resiliência organizacional, reduzir vulnerabilidades e promover maior competitividade no setor agropecuário do estado do Rio de Janeiro.

1 Referencial Teórico

1.2 Fundamentos do Gerenciamento de Riscos em Projetos

O gerenciamento de riscos constitui uma das áreas estruturantes da teoria da gestão de projetos, sendo reconhecido como elemento determinante para o alcance dos objetivos estratégicos organizacionais. No campo conceitual, risco é compreendido como um evento ou condição incerta que, caso ocorra, pode produzir impactos positivos ou negativos sobre os objetivos do projeto, afetando dimensões como escopo, prazo, custo, qualidade e desempenho (PMI, 2021).

A sistematização contemporânea do gerenciamento de riscos encontra-se consolidada nas diretrizes estabelecidas pelo PMI, especialmente por meio do PMBOK Guide. O modelo proposto estrutura o gerenciamento de riscos como um conjunto integrado e iterativo de processos, composto por: planejamento do gerenciamento de riscos, identificação, análise qualitativa, análise quantitativa, planejamento de respostas, implementação das respostas e monitoramento contínuo.

O planejamento do gerenciamento de riscos estabelece os critérios metodológicos que nortearão todas as etapas subsequentes, incluindo definição de papéis e responsabilidades, categorização dos riscos, níveis aceitáveis de exposição e mecanismos de comunicação. Essa etapa assume relevância estratégica ao alinhar o tratamento das incertezas aos objetivos

organizacionais, garantindo coerência entre as decisões operacionais e a estratégia institucional.

A identificação dos riscos consiste no mapeamento sistemático das fontes de incerteza que podem influenciar o desempenho do projeto. Trata-se de uma etapa crítica, pois a ausência de identificação adequada compromete as análises subsequentes. Conforme Kerzner (2017), organizações com maior maturidade em gestão de projetos tendem a desenvolver estruturas formais de identificação de riscos, utilizando técnicas como brainstorming estruturado, análise de especialistas, entrevistas, análise documental e construção de matrizes de risco.

A análise qualitativa busca priorizar os riscos identificados com base na probabilidade de ocorrência e na magnitude do impacto potencial. Essa priorização permite concentrar recursos gerenciais nos eventos de maior criticidade, evitando dispersão de esforços. Já a análise quantitativa, quando aplicável, aprofunda essa avaliação por meio de estimativas numéricas, simulações e modelagens probabilísticas, permitindo mensuração mais precisa dos impactos financeiros e temporais.

O planejamento das respostas aos riscos envolve a definição de estratégias específicas para cada evento priorizado. Para riscos negativos (ameaças), destacam-se as estratégias de evitar, mitigar, transferir ou aceitar. Para riscos positivos (oportunidades), incluem-se explorar, melhorar, compartilhar ou aceitar. A implementação dessas respostas deve ser integrada ao plano geral do projeto, assegurando coerência operacional.

Por fim, o monitoramento e controle dos riscos constitui processo contínuo, responsável por acompanhar a eficácia das respostas implementadas, identificar novos riscos emergentes e revisar prioridades ao longo do ciclo de vida do projeto. Essa característica dinâmica reforça o entendimento do gerenciamento de riscos como sistema adaptativo, essencial em ambientes de elevada volatilidade.

1.2 Inovação Tecnológica e Complexidade em Projetos Orientados a Dados

Projetos de inovação tecnológica caracterizam-se por elevado grau de incerteza, interdependência sistêmica e complexidade organizacional. Diferentemente de projetos tradicionais, cujos parâmetros são relativamente previsíveis, iniciativas inovadoras frequentemente envolvem tecnologias emergentes, soluções em desenvolvimento e ambientes institucionais em transformação.

A literatura contemporânea enfatiza que a inovação tecnológica está associada à geração, aplicação e difusão de novos conhecimentos, exigindo capacidades organizacionais

específicas, tais como governança estruturada, gestão do conhecimento e cultura orientada à aprendizagem (Leo et al., 2022). Essas capacidades influenciam diretamente a eficácia na condução de projetos inovadores.

Projetos orientados a dados, em particular, dependem de infraestrutura digital, qualidade informacional, interoperabilidade de sistemas e segurança cibernética. A incorporação de tecnologias, análise de big data e inteligência artificial amplia a capacidade analítica das organizações, mas simultaneamente aumenta a exposição a riscos técnicos, operacionais e estratégicos (Carvalho et al., 2025).

Sob perspectiva teórica, a complexidade desses projetos decorre da multiplicidade de variáveis interdependentes, da necessidade de integração entre diferentes áreas organizacionais e da influência de fatores externos, como mudanças regulatórias e instabilidade econômica. Tal cenário reforça a importância de modelos estruturados de gerenciamento capazes de reduzir assimetrias de informação e ampliar a previsibilidade decisória.

1.3 Integração entre Gerenciamento de Riscos e Projetos de Inovação

A integração entre gerenciamento de riscos e inovação tecnológica fundamenta-se na premissa de que ambientes incertos exigem mecanismos formais de identificação e tratamento de incertezas. Kerzner (2017) destaca que projetos inovadores apresentam maior propensão a variações de escopo, atrasos e estouros orçamentários, demandando maior maturidade organizacional em gestão de riscos.

Nesse contexto, o gerenciamento de riscos transcende a função operacional de controle, assumindo papel estratégico na criação de valor. Ao antecipar eventos adversos, reduzir retrabalhos e minimizar desperdícios, o processo contribui para a sustentabilidade financeira e para o aumento do retorno sobre o investimento.

Além disso, o tratamento sistemático das incertezas fortalece a governança organizacional, promovendo maior transparência, alinhamento entre stakeholders e confiabilidade institucional. Em projetos orientados a dados, essa integração torna-se ainda mais relevante, uma vez que a dependência tecnológica amplia a exposição a falhas sistêmicas e vulnerabilidades informacionais.

Dessa forma, o referencial teórico desta pesquisa sustenta-se na aplicação do modelo de gerenciamento de riscos proposto pelo PMBOK como arcabouço estruturante para a análise de projetos de inovação tecnológica orientados a dados. Parte-se da hipótese de que a adoção

sistemática desses processos contribui para maior robustez decisória, redução de incertezas e geração sustentável de valor organizacional.

2 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo aplicado, de abordagem qualitativa, conduzido por meio de um estudo de caso, cujo objetivo central foi investigar como o gerenciamento de riscos, fundamentado nas boas práticas do PMBOK, pode contribuir para a redução das incertezas e para o aumento da previsibilidade em projetos de inovação tecnológica orientados a dados no contexto do agronegócio fluminense.

A escolha pela natureza aplicada justifica-se pela busca de soluções práticas para problemas reais de gestão, especialmente aqueles relacionados à implementação de tecnologias inovadoras em ambientes produtivos complexos. Ao transformar fundamentos teóricos em instrumentos operacionais de apoio à tomada de decisão, esta pesquisa visa contribuir diretamente para o aprimoramento das práticas gerenciais no setor agropecuário, em consonância com os desafios impostos pela transformação digital.

A abordagem qualitativa mostrou-se adequada por possibilitar a compreensão aprofundada das dinâmicas envolvidas no gerenciamento de riscos, permitindo analisar não apenas os eventos incertos em si, mas também suas inter-relações, causas estruturais, impactos sistêmicos e implicações estratégicas. Em projetos de inovação tecnológica, nos quais predominam variáveis intangíveis, incertezas técnicas e mudanças frequentes de escopo, essa abordagem permite capturar nuances que dificilmente seriam apreendidas por métodos exclusivamente quantitativos.

Como estratégia de pesquisa, adotou-se o estudo de caso, por possibilitar a investigação detalhada de um projeto real de inovação tecnológica orientado a dados, inserido no contexto do agronegócio do estado do Rio de Janeiro. Essa estratégia permite a análise aprofundada de fenômenos contemporâneos em seu ambiente natural, favorecendo a compreensão das interações entre fatores técnicos, organizacionais, institucionais e mercadológicos, sem a necessidade de controle experimental das variáveis envolvidas.

O delineamento metodológico foi estruturado em três etapas principais: (i) revisão bibliográfica e construção do referencial teórico; (ii) coleta e análise documental do projeto selecionado; e (iii) aplicação das etapas do gerenciamento de riscos propostas pelo PMBOK, com posterior sistematização e interpretação dos resultados.

Na primeira etapa, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática sobre os temas agronegócio fluminense, inovação tecnológica orientada a dados e gerenciamento de riscos em projetos. Foram priorizadas fontes institucionais, artigos científicos, livros especializados e documentos técnicos de reconhecida relevância, com ênfase nas diretrizes do PMBOK, que fundamentam o arcabouço teórico-metodológico da pesquisa. Essa etapa permitiu consolidar conceitos-chave, identificar lacunas na literatura e estruturar as categorias analíticas adotadas no estudo.

Na segunda etapa, procedeu-se à coleta de dados por meio da análise documental de um projeto real de inovação tecnológica, selecionado em função de sua relevância estratégica, complexidade operacional e forte dependência de soluções orientadas a dados. Foram analisados documentos formais de gestão, tais como Plano do Projeto, cronogramas, relatórios mensais de acompanhamento e registros de riscos, possibilitando uma visão abrangente da dinâmica do projeto ao longo de seu ciclo de vida.

A análise documental buscou identificar evidências empíricas relacionadas à ocorrência, tratamento e monitoramento dos riscos, bem como às decisões estratégicas adotadas frente aos eventos incertos. Essa abordagem permitiu mapear não apenas os riscos explicitamente registrados, mas também aqueles implicitamente presentes nos desvios de cronograma, variações orçamentárias e alterações de escopo.

Na terceira etapa, analisou-se a aplicação das fases clássicas do gerenciamento de riscos propostas pelo PMBOK no projeto, compreendendo: (i) identificação e categorização dos riscos; (ii) análise qualitativa; e (iii) planejamento das respostas.

Por fim, os resultados obtidos foram sistematizados e interpretados à luz do referencial teórico, permitindo avaliar de que forma o gerenciamento de riscos contribuiu para a redução das incertezas, o controle financeiro e a melhoria da previsibilidade do projeto. Essa análise possibilitou extrair implicações práticas para a gestão de projetos de inovação no agronegócio fluminense, bem como contribuições teóricas relevantes para o campo do gerenciamento de riscos em ambientes complexos e orientados a dados.

3 Resultados e discussão

Esta seção apresenta a análise crítica do gerenciamento de riscos do projeto estudado, a partir da comparação sistemática entre o planejamento inicial disposto no Plano de Projeto original e a execução evidenciada nos relatórios mensais de acompanhamento, que compreende os meses de agosto a dezembro de 2025. A abordagem adotada fundamenta-se nas boas práticas

preconizadas pelo PMBOK, especialmente no que se refere à identificação, análise, monitoramento e controle dos riscos ao longo do ciclo de vida do projeto.

A análise está estruturada em quatro subseções: (i) caracterização do planejamento inicial do projeto e estrutura de gerenciamento de riscos; (ii) análise da execução a partir dos relatórios mensais; (iii) comparação entre planejamento e execução; e (iv) discussão dos resultados à luz do referencial teórico e das diretrizes do PMBOK.

3.1 Planejamento do projeto e estrutura inicial de gerenciamento de riscos

O planejamento do projeto foi estruturado a partir da definição clara do escopo, do cronograma-base, da estimativa de custos, da alocação de recursos e da identificação preliminar dos riscos. Essa etapa teve como objetivo estabelecer uma linha de base que orientasse a execução, permitindo o monitoramento sistemático do desempenho e a adoção de ações corretivas sempre que necessário.

No que se refere especificamente ao gerenciamento de riscos, foi conduzido um processo estruturado de identificação, contemplando riscos técnicos, operacionais, financeiros, organizacionais e externos. Essa identificação considerou tanto fatores internos ao projeto quanto variáveis externas que poderiam impactar o seu desempenho.

Quadro 1 - Identificação dos Riscos do Projeto

ID	**Risco identificado**	**Causa provável**	**Impacto potencial**	**Plano de mitigação**	**Plano de contingência**
R01	Atraso na entrega do diagnóstico institucional	Dificuldade de acesso a informações internas e agendas técnicas	Comprometimento do cronograma geral do projeto	Estabelecer canal direto com gestores da contratante e realizar reuniões quinzenais de alinhamento.	Reprogramar entregas e priorizar atividades críticas do diagnóstico
R02	Falhas na Integração de sistemas legados	Incompatibilidade técnica ou ausência de documentação	Redução da funcionalidade do Data Lake e da interface	Realizar levantamento técnico prévio e desenvolver conectores adaptáveis.	Desenvolver soluções alternativas de integração e registrar limitações
R03	Baixa adesão dos usuários piloto à interface digital	Dificuldade de engajamento ou Barreiras de acesso	Limitação na validação do MVP e na coleta de feedback	Conduzir oficinas de sensibilização e garantir suporte	Aplicar testes com grupos alternativos e ajustar funcionalidades

				técnico durante os testes.	
R04	Inconsistência ou ausência de dados externos	Falta de acesso a bases públicas ou restrições legais	Redução da capacidade analítica do Data Lake	Priorizar fontes abertas e estabelecer acordos de cooperação com instituições parceiras	Utilizar dados substitutos e documentar limitações analíticas
R05	Riscos de segurança da informação	Vulnerabilidades técnicas ou falhas de configuração	Exposição indevida de dados e não conformidade com a LGPD	Implementar protocolos de segurança, criptografia e auditoria contínua	Isolar sistemas afetados, restaurar backups e comunicar incidentes
R06	Rotatividade ou sobrecarga da equipe técnica	Demandas simultâneas ou falta de substituição planejada	Perda de continuidade e queda na produtividade	Definir plano de alocação flexível e manter reserva técnica para recomposição de equipe	Redistribuir tarefas e acionar reserva técnica de pessoal
R07	Mudanças não autorizadas no escopo do projeto	Solicitações paralelas ou falta de controle de mudanças	Desvio de foco, aumento de custos e atrasos nas entregas	Implementar processo formal de gestão de mudanças com aprovação institucional	Suspender alterações e revisar escopo com instância decisória
R08	Falhas na interoperabilidade entre sistemas externos	Diferenças de padrão, formato ou protocolo de dados	Impossibilidade de integração com fontes estratégicas	Adotar padrões abertos e desenvolver APIs compatíveis com múltiplos formatos	Reconfigurar APIs e limitar funcionalidades dependentes
R09	Dificuldade na homologação das soluções desenvolvidas	Ausência de critérios claros ou baixa participação dos validadores	Risco de rejeição institucional ou retrabalho técnico	Definir critérios de aceitação desde o início e envolver validadores em todas as tarefas	Reabrir processo de validação com critérios revisados

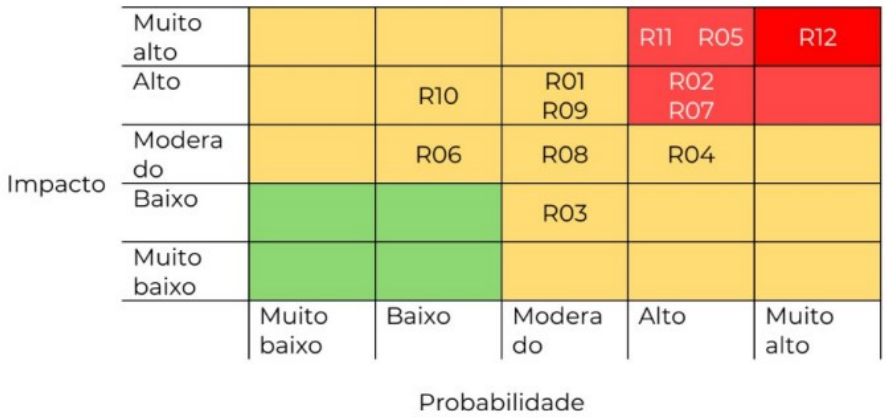
R10	Interferências externas no cronograma	Mudanças políticas, institucionais ou administrativas	Reprogramação de entregas e impacto na continuidade	Manter comunicação institucional ativa e registrar impactos em relatórios gerenciais	Revisar cronograma e emitir aditivos ou relatórios de impacto
R11	Dificuldade na transferência de tecnologia após o término do projeto	Ausência de diretrizes claras ou suporte técnico insuficiente	Risco de descontinuidade operacional das soluções entregues	Estabelecer, desde o início, entendimento técnico e institucional junto ao órgão de tecnologia sobre os procedimentos de transferência	Extender suporte técnico e formalizar plano de transição
R12	Falta de canal de comunicação ativo com o contratante	Ausência de rotina de reuniões ou baixa disponibilidade institucional	Desalinhamento estratégico e atraso na tomada de decisão	Formalizar agenda de reuniões periódicas e designar ponto focal institucional para o projeto	Estabelecer canal emergencial e reforçar comunicação institucional

Fonte: Autores, 2025

O quadro 1 apresenta a consolidação dos principais riscos mapeados na fase de planejamento, bem como suas respectivas categorias, causas prováveis, impactos potenciais e estratégias preliminares de resposta. Esse mapeamento inicial permitiu estruturar uma visão sistêmica das vulnerabilidades do projeto, possibilitando priorização e definição de ações preventivas.

Após a identificação, os riscos foram submetidos à análise qualitativa, considerando-se sua probabilidade de ocorrência e magnitude de impacto, de modo a estabelecer uma hierarquização que subsidiasse o processo decisório.

Figura 1 – Matriz de probabilidade e impacto dos riscos



Fonte: Autores, 2025.

A Matriz de Probabilidade e Impacto possibilitou classificar os riscos em níveis de criticidade (baixo, médio e alto), direcionando a atenção gerencial prioritariamente àqueles posicionados na zona de maior severidade. Esse instrumento foi fundamental para a definição das estratégias de resposta, bem como para o planejamento das ações de monitoramento ao longo da execução do projeto.

3.2 Evidências Empíricas dos Relatórios Mensais

A fase de execução foi analisada com base nos relatórios mensais de acompanhamento referentes aos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2025. Esses documentos forneceram subsídios empíricos para avaliação do comportamento real dos riscos, dos desvios ocorridos em relação ao planejamento e da efetividade das respostas implementadas.

A análise dos relatórios permitiu identificar a materialização de determinados riscos previamente mapeados, bem como o surgimento de novos riscos não antecipados na fase de planejamento. Entre os principais aspectos observados, destacam-se: variações no cronograma, ajustes operacionais decorrentes de limitações técnicas, além de riscos organizacionais relacionados à disponibilidade de recursos humanos especializados.

De forma geral, observou-se que os riscos classificados inicialmente como de alta criticidade foram aqueles que mais impactaram o desempenho global do projeto, especialmente no que tange aos prazos. Entretanto, também foram identificadas ocorrências relevantes associadas a riscos inicialmente considerados de baixa e média criticidade, indicando

limitações inerentes ao processo de previsão e reforçando a necessidade de monitoramento contínuo.

3.3 Comparação dos Relatórios Mensais

A comparação entre o planejamento inicial e a execução efetiva do projeto evidencia diferenças estruturais que revelam tanto a coerência do processo de identificação de riscos quanto fragilidades operacionais que emergiram ao longo do ciclo de vida do projeto. O planejamento apresentou uma base metodológica robusta, com clara definição de escopo, cronograma, marcos críticos, matriz de responsabilidades e estrutura formal de gerenciamento de riscos. Contudo, a execução demonstrou que, apesar da consistência do plano, o comportamento real dos riscos foi significativamente influenciado por fatores externos, contingências institucionais e limitações operacionais não previstas.

Observou-se que diversos riscos classificados como de alta criticidade no planejamento realmente se materializaram, principalmente aqueles associados à dependência tecnológica, à integração de sistemas e à disponibilidade de dados. Esse alinhamento indica que a etapa de identificação e análise qualitativa foi bem conduzida. Entretanto, riscos inicialmente considerados de média ou baixa severidade manifestaram impactos superiores aos previstos. Isso ocorreu, sobretudo, no que diz respeito a riscos organizacionais — como baixa disponibilidade do contratante, atrasos em validações e reconfigurações institucionais — e a riscos externos associados a mudanças políticas e administrativas, que não haviam sido priorizados no momento inicial.

A análise comparativa também revelou que o mecanismo de monitoramento adotado, embora presente, não foi suficientemente dinâmico para captar a evolução contínua dos riscos. Em algumas situações, a equipe respondeu de forma reativa, e não proativa, diante de eventos inesperados, o que reforça a necessidade de aprimorar a prática de monitoramento contínuo, conforme preconizado pelas versões mais recentes do PMBOK, em especial a abordagem baseada em princípios e adaptabilidade.

Essa divergência entre plano e execução reflete o caráter inerentemente dinâmico dos projetos de inovação orientados a dados, que apresentam elevada volatilidade técnica e institucional. Portanto, a comparação evidencia não apenas a importância de um plano robusto, mas também a necessidade de estruturas mais flexíveis, capazes de incorporar novas informações e reavaliar riscos ao longo do tempo.

3.4 Análise dos Resultados

Os resultados obtidos ao longo da execução do projeto reforçam a relevância do gerenciamento estruturado de riscos como instrumento central para a condução de projetos complexos de inovação tecnológica orientados a dados. A análise crítica dos riscos materializados, das respostas adotadas e dos impactos resultantes demonstra que a aplicação das práticas recomendadas pelo PMBOK contribuiu para antecipar eventos críticos e minimizar consequências adversas. Entretanto, também evidencia limitações no processo de adaptação às incertezas emergentes, principalmente em contextos organizacionais com baixa maturidade em gestão e sujeito a variações institucionais.

Um dos achados mais significativos do estudo é que a maturidade em gerenciamento de riscos se expressa não apenas na elaboração de documentos formais — como a matriz de probabilidade e impacto — mas sobretudo na capacidade efetiva de implementar respostas rápidas, coordenadas e tecnicamente embasadas. A resposta aos riscos exigiu, em diversos momentos, ajustes de ordem estratégica, renegociação de prioridades, reconfiguração de interfaces técnicas e reorganização de fluxos de trabalho. Isso demonstra que a gestão de riscos em ambientes inovadores não pode ser tratada como atividade estática, e sim como processo contínuo de aprendizado organizacional.

Outro aspecto relevante diz respeito à influência dos fatores externos e institucionais. Mudanças administrativas, variações no engajamento do contratante e oscilações na disponibilidade de dados impactaram diretamente a trajetória do projeto. Esses elementos reforçam a necessidade de incluir, na etapa de planejamento, cenários mais amplos de análise de contexto e estratégias de resposta que considerem instabilidades políticas, restrições legais, limitações tecnológicas e dinâmicas interinstitucionais.

A discussão dos resultados permite concluir que o gerenciamento de riscos desempenhou papel estratégico na melhoria da previsibilidade do projeto, ainda que não tenha sido capaz de eliminar a volatilidade típica de iniciativas orientadas a dados. O estudo revela que a combinação entre estrutura formal, capacidade adaptativa e governança ativa é o que realmente determina a eficácia da gestão de riscos. Em síntese, o caso analisado demonstra que boas práticas do PMBOK fornecem arcabouço necessário, mas sua efetividade depende do comportamento organizacional, da maturidade gerencial e da habilidade em transformar incertezas em conhecimento operacional.

Considerações finais

A análise desenvolvida ao longo deste estudo evidencia que o agronegócio fluminense, embora inserido em um contexto de oportunidades associadas à transformação digital, encontra-se exposto a múltiplas fontes de incerteza que impactam diretamente a condução de projetos de inovação tecnológica orientados a dados. A heterogeneidade produtiva, as limitações infraestruturais, as exigências regulatórias e as oscilações econômicas compõem um ambiente complexo que amplia a probabilidade de riscos técnicos, operacionais e financeiros.

Nesse contexto, o gerenciamento de riscos, fundamentado nas diretrizes do PMBOK, revela-se não apenas como ferramenta operacional de controle, mas como instrumento estratégico de governança. A estruturação sistemática dos processos de planejamento, identificação, análise, resposta e monitoramento dos riscos permite maior previsibilidade, redução de desperdícios, mitigação de impactos adversos e melhor aproveitamento de oportunidades.

Constata-se que, em projetos orientados a dados, a dependência de infraestrutura digital, qualidade informacional e integração sistêmica exige maior maturidade organizacional na gestão das incertezas. A ausência de práticas estruturadas pode comprometer a sustentabilidade financeira e a continuidade das iniciativas inovadoras, especialmente em um ambiente regional caracterizado por assimetrias tecnológicas e institucionais.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação consistente do gerenciamento de riscos contribui significativamente para o fortalecimento da resiliência organizacional e para a geração de valor econômico, social e ambiental no agronegócio fluminense. A integração entre inovação tecnológica e gestão estruturada de riscos apresenta-se como caminho promissor para ampliar a competitividade do setor no estado do Rio de Janeiro.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a investigação empírica sobre a maturidade em gerenciamento de riscos nas organizações do agro fluminense, bem como analisem os impactos concretos da adoção de modelos estruturados na performance dos projetos de inovação.

Referências

CARVALHO, M. M.; RABECHINI JUNIOR, R. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

KERZNER, Harold. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. 12. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2017.

LEO, R. et al. **Capacidades organizacionais e desempenho competitivo no agronegócio.** *Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 1-15, 2022.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)**. 7. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021.

SCHUMPETER, J. A. **The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle.** Cambridge: Harvard University Press, 1934.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Managing innovation: integrating technological, market and organizational change**. 6. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018.