Mediação institucional e transformação tecnológica em sistemas agroalimentares: um modelo *practitioner-based* de ecossistemas regionais de inovação

Resumo

A transformação dos sistemas agroalimentares apresenta desafios específicos que tornam a mediação institucional particularmente crítica: a inovação agrícola é territorialmente condicionada, seus adotantes têm capacidades heterogêneas e os ciclos produtivos limitam a transferibilidade direta de soluções. Este estudo analisa como ecossistemas regionais de inovação organizam mecanismos institucionais capazes de converter conhecimento científico em aplicações produtivas nesse contexto. A pesquisa adota abordagem qualitativa baseada em estudo de caso do ecossistema estruturado em torno da Universidade Federal de Viçosa e do tecnoPARQ/UFV, examinando funções de geração de conhecimento, transferência tecnológica, incubação de soluções e difusão produtiva. Os resultados evidenciam que a produção científica isolada é insuficiente para promover transformação produtiva, exigindo arranjos institucionais que integrem mediação, coordenação e capacitação territorialmente enraizadas. Com base na análise empírica, propõe-se um modelo conceitual *practitioner-based* que avança sobre os modelos clássicos de sistemas de inovação ao explicitar as funções institucionais e os mecanismos de coordenação que operam entre os atores — contribuição especialmente relevante para economias emergentes onde essa mediação não ocorre de forma espontânea. Para além disso, a inovação em sistemas agroalimentares precisa responder a imperativos sociais mais amplos: sustentabilidade ambiental, segurança alimentar e acesso equitativo a oportunidades produtivas. Dessa forma, ecossistemas de inovação desempenham um papel centrado no humano, promovendo estruturas de governança capazes de alinhar produção científica, inclusão, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. Compreender essas práticas é fundamental para a construção de sistemas de inovação que efetivamente sirvam às pessoas e aos territórios.

Palavras-chave: ecossistemas de inovação; mediação institucional; transferência de tecnologia; inovação agroalimentar; sistemas regionais de inovação.

1. Introdução

A transformação dos sistemas agroalimentares constitui um desafio estratégico diante das pressões ambientais, do crescimento populacional e das desigualdades no acesso à tecnologia. O setor apresenta especificidades que tornam a mediação institucional particularmente crítica: a inovação agrícola é fundamentalmente territorial, condicionada por características locais que limitam a transferibilidade direta de soluções; seus adotantes principais são produtores com capacidade técnica e financeira heterogênea; os ciclos de validação estão atrelados às safras; e a escala exige alcançar produtores geograficamente dispersos. Essas condições tornam insuficientes os mecanismos de transferência tecnológica típicos de outros setores, exigindo arranjos institucionais que integrem pesquisa, desenvolvimento e difusão de forma territorialmente enraizada.

Em um cenário de crescente instabilidade climática e pressões sobre cadeias globais de suprimento, a capacidade de estruturar sistemas agroalimentares resilientes e inclusivos

torna-se não apenas um desafio regional, mas uma questão estratégica de segurança alimentar.

A literatura sobre sistemas de inovação compreende a transformação tecnológica como resultado de interações entre universidades, empresas e governo (NELSON, 1993[1]; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000[2]; LUNDVALL, 2010[3]). Embora esses modelos ofereçam *frameworks* consolidados para identificar os atores e suas relações formais, sua ênfase recai predominantemente sobre quem interage, deixando em segundo plano os mecanismos institucionais que efetivamente convertem produção científica em aplicação produtiva — limitação especialmente relevante em economias emergentes e no setor agroalimentar, dimensão ainda pouco explorada na literatura sobre ecossistemas de inovação.

No Brasil, persistem desafios na articulação entre geração de conhecimento, transferência tecnológica e adoção produtiva, sendo pouco explorado como ecossistemas regionais estruturados em torno de universidades e parques tecnológicos contribuem para a transformação tecnológica e a inclusão produtiva no setor agroalimentar.

Diante desse contexto, este estudo analisa o ecossistema regional de inovação estruturado em torno da UFV e do tecnoPARQ/UFV, buscando responder: como ecossistemas regionais de inovação organizam processos de geração, mediação e aplicação do conhecimento capazes de promover transformação tecnológica em contextos territoriais específicos?

O estudo argumenta que essa transformação depende de mecanismos institucionais de mediação que conectam produção científica e aplicação produtiva, e que os modelos existentes não explicitam adequadamente. Com base na análise empírica desses mecanismos, propõe-se um modelo conceitual *practitioner-based* que explicita funções institucionais e processos de coordenação envolvidos nessa transformação, oferecendo contribuições para a literatura sobre sistemas de inovação e implicações para políticas públicas e gestão de ambientes de inovação.

2. Metodologia

Este estudo adota abordagem qualitativa exploratória baseada em estudo de caso institucional (YIN, 2015[4]), com perspectiva *practitioner-based* decorrente da inserção direta dos autores nas atividades do tecnoPARQ/UFV. O caso foi selecionado por sua

[1] NELSON, Richard R. (ed.). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.

[2] ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from national systems and "Mode 2" to a triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000.

[3] LUNDVALL, Bengt-Åke. *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Anthem Press, 2010.

[4] YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e métodos. Bookman editora, 2015.

relevância científica, institucional e territorial, reunindo base científica consolidada, mecanismos formais de transferência tecnológica, incubação de empresas e programas de capacitação produtiva em região com forte especialização agrícola.

A pesquisa prioriza a análise documental e a observação participante, considerando a natureza *practitioner-based* da investigação e o acesso institucional dos autores. A coleta de dados baseou-se na análise de relatórios técnicos do tecnoPARQ/UFV e do NIT/UFV, registros de projetos e documentos institucionais, bem como na observação das práticas organizacionais e das interações entre os atores do ecossistema no período coberto pelos documentos institucionais analisados.

Os dados foram examinados por meio de análise temática qualitativa (BRAUN; CLARKE, 2006[5]), organizados em torno das funções institucionais do ecossistema e dos mecanismos de coordenação entre os atores. O foco em um único caso limita a generalização estatística, mas permite generalização analítica (YIN, 2015[6]).

3. **Base conceitual**

A inovação tecnológica desempenha papel central na sustentabilidade dos sistemas agroalimentares ao influenciar produtividade, eficiência no uso de recursos naturais e resiliência das cadeias produtivas (FAO, 2022[7]; SPIELMAN; BIRNER, 2008[8]). Sua implementação depende de estruturas institucionais capazes de promover pesquisa, financiamento e transferência de conhecimento, permitindo a adaptação das tecnologias às demandas produtivas e ambientais.

A literatura sobre sistemas de inovação compreende o progresso tecnológico como resultado da interação entre universidades, empresas e governo, enfatizando aprendizagem coletiva e circulação do conhecimento (NELSON, 1993[9]; LUNDVALL, 2010[10]). O

[5] BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, v. 3, n. 2, p. 77–101, 2006.
[6] YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e métodos. Bookman editora, 2015.
[7] FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems*. Rome: FAO, 2022.
[8] SPIELMAN, David J.; BIRNER, Regina. How innovative is your agriculture? Using innovation indicators and benchmarks to strengthen national agricultural innovation systems. Washington: World Bank, 2008.
[9] NELSON, Richard R. (ed.). National Innovation Systems: A Comparative Analysis. New York: Oxford University Press, 1993.
[10] LUNDVALL, Bengt-Åke. National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Anthem Press, 2010.

modelo da Tríplice Hélice formaliza essa interação como base do desenvolvimento orientado ao conhecimento (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000[11]).

No setor agroalimentar, a inovação apresenta caráter territorial e depende da interação entre instituições de pesquisa, organizações de extensão e produtores, envolvendo processos contínuos de adaptação tecnológica (KLERKX; ROSE, 2020[12]). A adoção de tecnologias digitais e sistemas automatizados amplia eficiência produtiva, mas enfrenta limitações associadas à infraestrutura, financiamento e capacidades técnicas dos produtores.

Nesse contexto, ecossistemas de inovação articulam conhecimento científico, empreendedorismo e políticas públicas, favorecendo a difusão tecnológica e a formação de capacidades produtivas regionais. A efetividade desses arranjos depende de mecanismos institucionais de transferência de conhecimento, capacitação e mediação entre geração científica e aplicação produtiva.

4. Estudo de caso: ecossistema de inovação agroalimentar em Minas Gerais

O ecossistema regional de inovação analisado organiza-se pela atuação complementar de instituições responsáveis pela geração, transferência, desenvolvimento e difusão do conhecimento. O arranjo está localizado em Viçosa, na Zona da Mata Mineira, região com forte vocação agropecuária — especialmente na produção de café — e base científica consolidada nas ciências agrárias. A interação entre universidade, instituições de pesquisa, ambientes de inovação e organizações de capacitação viabiliza a conversão da produção científica em soluções aplicáveis ao setor produtivo. O estudo de caso examina como esses mecanismos institucionais operam na prática, evidenciando processos de mediação, coordenação e interação que estruturam a transformação desse conhecimento em aplicações produtivas.

A estrutura do ecossistema organiza-se em cinco funções institucionais complementares: geração de conhecimento científico, mediação da transferência tecnológica, incubação e desenvolvimento tecnológico, difusão do conhecimento e governança institucional. A Tabela 1 sintetiza seus atores, funções e impactos.

Tabela 1 — Estrutura do ecossistema de inovação agroalimentar.

Dimensão institucional	Atores principais	Função central	Impacto principal
Geração de conhecimento científico	UFV; instituições de pesquisa (ex.: EPAMIG)	Produção de conhecimento e	Inovação agrícola e formação de recursos humanos

[11] ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from national systems and "Mode 2" to a triple helix of university–industry–government relations. Research Policy, v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000.

[12] KLERKX, Laurens; ROSE, David. Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90–91, 2020.

Dimensão institucional	Atores principais	Função central	Impacto principal
		desenvolvimento tecnológico	
Transferência tecnológica	NIT-UFV	Gestão da propriedade intelectual e mediação universidade-empresa	Aplicação produtiva do conhecimento
Incubação e desenvolvimento tecnológico	tecnoPARQ/UFV; empresas incubadas	Incubação de empresas e validação de soluções tecnológicas	Empreendimentos inovadores e desenvolvimento tecnológico
Difusão e capacitação	Organizações de extensão (ex.: FAEMG/SENAR)	Capacitação técnica e disseminação tecnológica	Adoção tecnológica e aumento da produtividade
Governança institucional	Universidade, parque tecnológico, setor público e produtivo	Coordenação e articulação entre atores	Integração do ecossistema e difusão da inovação

Fonte: elaboração própria.

O ecossistema opera por meio de um fluxo de inovação que conecta produção científica, desenvolvimento tecnológico e aplicação produtiva, articulado por parcerias institucionais que favorecem a adoção tecnológica e reduzem barreiras de acesso à inovação, especialmente entre pequenos e médios produtores.

A UFV constitui a principal base científica do sistema, ocupando a 50ª posição mundial e a 2ª no Brasil em Ciências Agrárias, com seu curso de Agronomia classificado entre os dois melhores do país segundo o RUF (Folha de São Paulo, 2024[13]). A universidade mantém 41 programas de pós-graduação stricto sensu avaliados pela CAPES, dos quais 10 obtiveram nota máxima, incluindo Zootecnia e Fitopatologia com conceito 7 (CAPES, s.d.), evidenciando massa crítica científica diretamente orientada ao setor agropecuário.

A transferência tecnológica é mediada pelo NIT-UFV, responsável pela gestão da propriedade intelectual e articulação universidade-setor produtivo. Em 2023, o NIT registrou 41 depósitos de patente, firmou 226 contratos institucionais e arrecadou R$ 179 mil em royalties, coordenando projetos com financiamento externo da ordem de R$ 1,8 milhão (NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2023[14]).

O desenvolvimento tecnológico é promovido pelo tecnoPARQ/UFV, ambiente de inovação responsável pela incubação de empresas de base tecnológica e pelo apoio ao empreendedorismo científico. Em 2023, o parque apoiou 168 negócios de base tecnológica,

[13] Ranking de universidades - RUF 2024 | Folha. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2024/ranking-de-universidades/principal/>.
[14] NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (NIT-UFV). Relatório de atividades 2023. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2023. Disponível em: https://nit.ufv.br/repositorio/. Acesso em: 18 fev. 2026.

incluindo 76 startups, cujas empresas vinculadas geraram faturamento da ordem de R$79 milhões e mais de 850 empregos qualificados. O programa também capacitou mais de 1.300 participantes em atividades de formação empreendedora e facilitou negócios de transferência tecnológica superiores a R$ 3 milhões, evidenciando seu papel na incubação e no desenvolvimento tecnológico do ecossistema regional (PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA, 2023[15]).

A difusão ocorre por meio do Sistema FAEMG/SENAR-MG, principal estrutura de extensão rural do estado. Os dados apresentam assimetria temporal: enquanto os indicadores do NIT/UFV e do tecnoPARQ/UFV referem-se a 2023, as informações quantitativas mais detalhadas do SENAR-MG correspondem a 2020, último relatório público com esse nível de detalhamento. Essa diferença não compromete a análise do papel institucional da organização, embora limite comparações diretas de escala entre os atores. Em 2020, a instituição atendeu 9.832 propriedades rurais, capacitou 143 mil participantes em 294 mil horas de formação e investiu R$42,6 milhões em capacitação (SISTEMA FAEMG/SENAR-MG, 2020[16]). Indicadores institucionais mais recentes apontam para cerca de 200 mil pessoas capacitadas por ano em mais de 300 áreas, com atuação em todos os municípios do estado (SISTEMA FAEMG/SENAR-MG, s.d.), conferindo ao ecossistema ampla capilaridade territorial para a difusão tecnológica.

5. Discussão

Os resultados mostram que ecossistemas regionais de inovação promovem a transformação tecnológica por meio de funções institucionais interdependentes — geração de conhecimento, mediação e transferência tecnológica, incubação de soluções e difusão produtiva — articuladas por uma governança transversal que coordena agendas, alinha incentivos e sustenta a cooperação entre os atores.

Os achados dialogam com as abordagens sistêmicas da inovação (NELSON, 1993[17]; LUNDVALL, 2010[18]; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000[19]) avançando o debate ao enfatizar os mecanismos institucionais que conectam esses atores. Embora o modelo da Tríplice Hélice identifique esferas institucionais centrais, ele oferece orientação limitada sobre como ocorre, na prática, a conversão do conhecimento em contextos marcados por desigualdades estruturais e heterogeneidade territorial. No setor agroalimentar, a conversão

---

15 PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA (tecnoPARQ/UFV). Empresas vinculadas ao tecnoPARQ/UFV faturam da ordem de 80 milhões de reais em 2023. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2023. Disponível em: https://centev.ufv.br/empresas-vinculadas-ao-tecnoparq-ufv-faturam-da-ordem-de-80-milhoes-de-reais-em-2023/. Acesso em: 18 fev. 2026.

16 SISTEMA FAEMG/SENAR-MG. O que é o SENAR. Belo Horizonte: Sistema FAEMG/SENAR-MG, [s.d.]. Disponível em: https://www.faemg.org.br/senar/o-que-e-o-senar. Acesso em: 18 fev. 2026.

17 NELSON, Richard R. (ed.). National Innovation Systems: A Comparative Analysis. New York: Oxford University Press, 1993.

18 LUNDVALL, Bengt-Åke. National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Anthem Press, 2010.

19 ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from national systems and "Mode 2" to a triple helix of university–industry–government relations. Research Policy, v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000.

do conhecimento científico em aplicação produtiva não ocorre espontaneamente por mecanismos de mercado, dependendo de estruturas de mediação que considerem ciclos produtivos, condições territoriais e as diferentes capacidades dos produtores, dimensões pouco exploradas pelos modelos tradicionais.

A análise evidencia desafios que condicionam a difusão das inovações, como a limitada conectividade rural, a heterogeneidade tecnológica entre produtores, o acesso restrito ao financiamento e dificuldades de coordenação institucional. Sendo assim, em sistemas agroalimentares territorialmente dispersos, a inovação não se difunde automaticamente por mecanismos de mercado, exigindo arranjos de governança incorporados que integrem pesquisa, empreendedorismo, extensão e capacitação produtiva. O caso analisado demonstra que instrumentos como gestão de propriedade intelectual, programas de incubação, redes de extensão e governança coordenada funcionam como habilitadores centrais de transformação inclusiva.

Esses fatores reforçam a literatura sobre difusão de inovações em sistemas agrícolas (ROGERS, 2003[20]; WOLFERT et al., 2017[21]; KLERKX; ROSE, 2020[22]) e indicam a importância de estruturas de extensão com forte presença territorial — papel desempenhado, no ecossistema analisado, pelo Sistema FAEMG/SENAR-MG. Apesar dessas limitações, a cooperação interinstitucional e o compartilhamento de infraestrutura ampliaram a adoção tecnológica, especialmente entre pequenos e médios produtores (OECD, 2019[23]; MAZZUCATO, 2013[24]; FAO, 2022[25]). Ao conectá-los à excelência científica, o ecossistema operacionaliza uma abordagem de inovação centrada no humano, alinhando progresso tecnológico à inclusão social e à sustentabilidade.

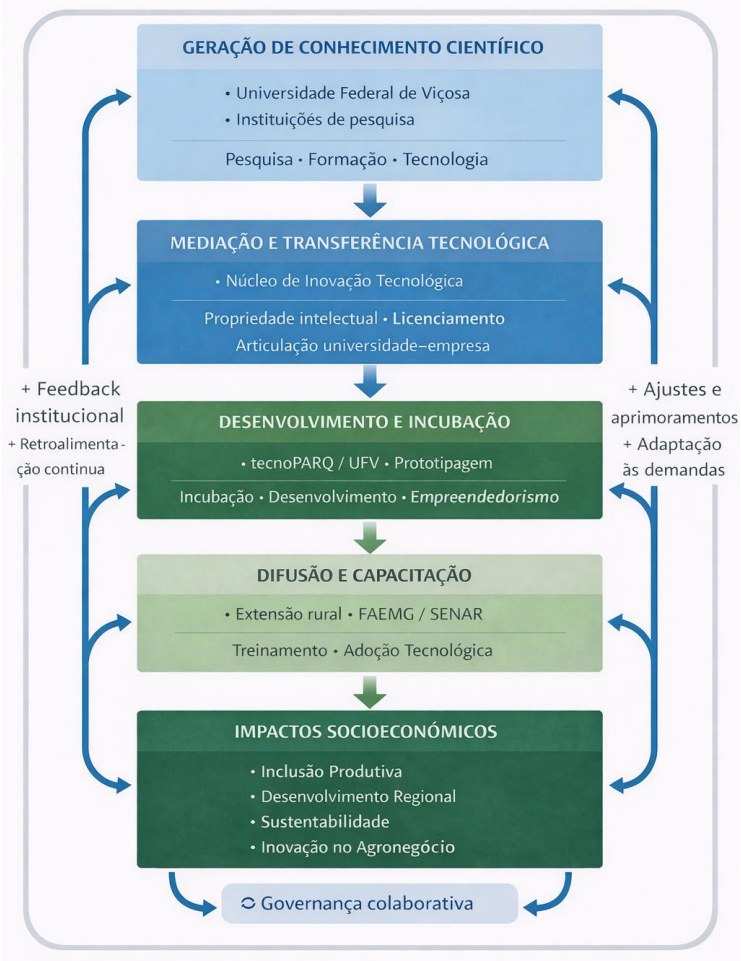
5.1. Modelo conceitual do ecossistema

A análise do caso permitiu propor um modelo conceitual de ecossistema regional de inovação agroalimentar baseado na articulação entre funções institucionais responsáveis pela geração, transferência, desenvolvimento e difusão do conhecimento tecnológico. A Figura 1 sintetiza os mecanismos observados e as relações entre atores e processos envolvidos na transformação do conhecimento científico em aplicações produtivas.

---

[20] ROGERS, Everett M. *Diffusion of Innovations*. 5. ed. New York: Free Press, 2003.
[21] WOLFERT, Sjaak; GE, Lan; VERDOUW, Cor; BOGAARDT, Marc-Jeroen. Big data in smart farming: a review. *Agricultural Systems*, v. 153, p. 69–80, 2017.
[22] KLERKX, Laurens; ROSE, David. Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90–91, 2020.
[23] OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in Brazil*. Paris: OECD Publishing, 2019.
[24] MAZZUCATO, Mariana. *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Anthem Press, 2013.
[25] FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems*. Rome: FAO, 2022.

Figura 1 — Modelo conceitual do ecossistema regional de inovação agroalimentar



Fonte: elaboração própria.

O modelo estrutura-se em quatro dimensões interdependentes: (i) geração de conhecimento científico, associada à produção de pesquisa e à formação de capacidades técnicas; (ii) mediação e transferência tecnológica, responsável pela proteção do conhecimento e pela articulação entre pesquisa e setor produtivo; (iii) desenvolvimento tecnológico e incubação de soluções, envolvendo experimentação, prototipagem e apoio ao empreendedorismo; e (iv) difusão do conhecimento e capacitação produtiva, voltada à adoção tecnológica e à adaptação das soluções às condições territoriais.

O processo não é linear nem unidirecional: os resultados das fases de incubação e difusão retroalimentam a agenda de pesquisa, e os desafios identificados na adoção tecnológica informam novos ciclos de desenvolvimento, configurando um fluxo interativo de inovação. A governança institucional atua como função transversal que coordena agendas, alinha incentivos e sustenta a cooperação entre universidades, ambientes de inovação, organizações de capacitação e usuários finais, reduzindo assimetrias de informação e barreiras estruturais de acesso à inovação.

Embora derivado de um caso específico, o modelo oferece uma estrutura analítica e operacional aplicável a análises comparativas em outros territórios, especialmente em economias emergentes. Ao explicitar mecanismos de mediação e coordenação, o referencial contribui para a construção de ecossistemas de inovação não apenas tecnologicamente dinâmicos, mas também socialmente inclusivos e orientados à sustentabilidade, fortalecendo abordagens centradas no humano no contexto da transformação de sistemas agroalimentares.

6. Conclusão

Este estudo demonstra que ecossistemas regionais de inovação estruturam a transformação tecnológica ao articular funções institucionais interdependentes. A análise do ecossistema organizado em torno da UFV e do tecnoPARQ/UFV evidenciou que essas funções são especialmente críticas no setor agroalimentar, onde a territorialidade da inovação, a heterogeneidade dos adotantes e os ciclos produtivos tornam insuficientes os mecanismos de transferência típicos de outros setores. Nesse contexto, a mediação institucional revela-se fundamental para reduzir assimetrias de acesso ao conhecimento e viabilizar processos de inovação mais inclusivos e territorialmente enraizados.

Do ponto de vista teórico, o modelo proposto contribui para a literatura ao explicitar que ecossistemas de inovação agroalimentar demandam funções de mediação mais robustas do que outros setores, deslocando o foco dos atores, como propõe a Tríplice Hélice, para os mecanismos institucionais que operam entre eles. Essa estrutura oferece uma lente analítica mais operacional para contextos territoriais em economias emergentes, onde a mediação entre ciência e produção não é espontânea. Ao enfatizar mecanismos de coordenação, governança e difusão, o modelo também dialoga com abordagens de inovação centrada no humano, ao evidenciar como estruturas institucionais podem alinhar avanço tecnológico, desenvolvimento territorial e sustentabilidade de longo prazo.

Do ponto de vista prático, o estudo oferece implicações para gestores de parques tecnológicos e formuladores de políticas ao destacar a cooperação interinstitucional, a infraestrutura compartilhada e a capacitação produtiva como elementos centrais do fortalecimento de ecossistemas regionais. No caso da UFV e do tecnoPARQ/UFV, tais elementos mostram-se estratégicos para garantir que a excelência científica se converta em transformação produtiva socialmente inclusiva no setor agroalimentar. O estudo limita-se ao foco em um único caso qualitativo. Ainda assim, a profundidade analítica da investigação permite generalização analítica e oferece parâmetros para replicabilidade em contextos institucionais similares. Ao incorporar mediação, coordenação e difusão inclusiva como dimensões estruturantes, ecossistemas regionais podem transitar da inovação como produção de conhecimento para a inovação como transformação socialmente orientada.