



MAPEAMENTO DE SISTEMAS PRODUTIVOS REGIONAIS: OS ECOSISTEMAS LOCAIS DE INOVAÇÃO DO CENTRO-OESTE DE MINAS NA VISÃO DA HÉLICE QUÁDRUPLA DE INOVAÇÃO

João Paulo Carvalho¹
Pedro Vinícius Piroti Faria²
Rita de Cássia Leal Campos³

Resumo: Objetivo – Este estudo mapeia e diagnostica os ecossistemas locais de inovação da região Centro-Oeste de Minas Gerais por meio da Hélice Quádrupla da Inovação, encadeando e realizando análise com dados obtidos em 2024.

Metodologia – A coleta e análise de dados foram realizadas por meio da plataforma OpenSense, que utilizando big data, aprendizado de máquina e sistemas de apoio à decisão para mapear e monitorar atores e recursos dentro do Sistema Nacional de Inovação, faz coleta de dados primários de fontes públicas para base de 2024, relacionando as organizações municipais com a teoria de Hélices de Inovação.

Resultados – O estudo analisou instituições em 56 municípios do Centro-Oeste de Minas Gerais. A hélice científica foi a menos representada, com 35 municípios sem universidades ou faculdades com campus físico, limitando a análise pelo modelo da Hélice Quádrupla da Inovação. Assim, 21 municípios foram analisados. O mapeamento dos Ecossistemas Locais de Inovação destaca seu potencial para impulsionar a inovação sustentável, fortalecer a tecnologia, melhorar a qualidade de vida e fomentar o desenvolvimento econômico e social regional.

Implicações práticas – Ao possibilitar o monitoramento em tempo real das interações nos ecossistemas, o estudo auxilia gestores de inovação na tomada de decisão baseada em evidências, reduzindo desigualdades socioeconômicas e promovendo uma distribuição mais equitativa dos benefícios do desenvolvimento econômico.

Implicações sociais – Este trabalho contribui para o desenvolvimento econômico regional da região Centro-Oeste de Minas Gerais ao identificar os Ecossistemas Locais de Inovação e suas sinergias setoriais. Ele fortalece iniciativas de inovação aberta e políticas públicas, aprimorando a governança e as relações entre os atores do ecossistema.

Originalidade/Relevância – A aplicação desta metodologia na região Centro-Oeste de Minas Gerais, sendo a primeira, gera uma contribuição para a literatura sobre inovação e fornece uma base de dados para gestores de inovação.

Palavras-chave: Desenvolvimento Econômico; Hélice Quádrupla da Inovação; Sistema Nacional de Inovação; Região Centro-Oeste de Minas Gerais.

¹ Discente de Pós-graduação em Gestão da Tecnologia e Inovação - IFMG. E-mail: joao.p.carvalho@unesp.br.

² Discente de Pós-graduação em Gestão da Tecnologia e Inovação - IFMG. E-mail: pedropiroti120@gmail.com.

³ Doutora em Administração pela Universidade Federal de Lavras - UFLA e Docente do Programa de Pós-graduação em Gestão da Tecnologia e Inovação - IFMG. E-mail: rita.campos.adm@gmail.com.

Código JEL: R1; C81;

Área Temática: 4.3 Sistemas de inovação – nacional, regional, setorial, tecnológico

**MAPPING OF REGIONAL PRODUCTION SYSTEMS:
The Local Innovation Ecosystems of Central-West Minas Gerais from the Perspective of the
Quadruple Helix of Innovation**

Abstract: Objective – This study maps and diagnoses the local innovation ecosystems in the Midwest region of Minas Gerais using the Quadruple Helix of Innovation, linking and analyzing data collected in 2024.

Methodology – Data collection and analysis were conducted through the OpenSense platform, which uses big data, machine learning, and decision support systems to map and monitor actors and resources within the National Innovation System. Primary data from public sources for the 2024 database were collected, relating municipal organizations to the Innovation Helix theory.

Results – The study analyzed institutions in fifty-six municipalities in the Midwest region of Minas Gerais. The scientific helix was the least represented, with thirty-five municipalities lacking universities or colleges with a physical campus, limiting the analysis through the Quadruple Helix of Innovation model. Consequently, twenty-one municipalities were analyzed. The mapping of Local Innovation Ecosystems highlights their potential to drive sustainable innovation, strengthen technology, improve quality of life, and foster regional economic and social development.

Practical implications – By enabling real-time monitoring of interactions within ecosystems, the study helps innovation managers make evidence-based decisions, reducing socioeconomic inequalities and promoting a more equitable distribution of the benefits of economic development.

Social implications – This study contributes to the regional economic development of the Midwest region of Minas Gerais by identifying Local Innovation Ecosystems and their sectoral synergies. It strengthens open innovation initiatives and public policies, enhancing governance and relationships among ecosystem actors.

Originality/Relevance – The application of this methodology in the Midwest region of Minas Gerais, being the first of its kind, provides a contribution to the innovation literature and offers a database for innovation managers.

Keywords: Economic Development; Quadruple Helix of Innovation; National Innovation System; Midwest Region of Minas Gerais.

1. Introdução

Em uma economia moderna, a introdução de mecanismos de fomento à inovação pode atuar como instrumento para mitigar assimetrias e disparidades (APEX, 2017; SEBRAE, 2018; CNI, 2020), uma vez que a inovação e o avanço científico-tecnológico são elementos permanentes para o desenvolvimento econômico (Schumpeter, 1939; Nelson e Winter, 1982; Bernardo e Medeiros, 2021). Investimentos em inovação possuem o potencial de estimular a criação de novas oportunidades econômicas, empregos e renda na região (Hasche, Höglund e Linton, 2020), o que pode contribuir para reduzir a concentração socioeconômica e a dependência estrutural.

O objetivo deste trabalho é realizar, por meio de pesquisa aplicada, o mapeamento e diagnóstico da

composição da região Centro-Oeste de Minas. Isso será feito através da análise dos Ecossistemas Locais de Inovação na perspectiva da hélice Quádrupla de Inovação (Carayannis e Campbell, 2009), utilizando dados de 2024 da Plataforma OpenSense.

A justificativa para este trabalho está na busca por informações específicas da região Centro-Oeste de Minas Gerais. O objetivo é mapear as potencialidades dos Sistemas de Inovação nesses municípios e incentivar iniciativas de inovação aberta ou políticas públicas, melhorando a governança e as relações entre esses ecossistemas locais de inovação. Essa ação pode levar a uma convergência de programas e políticas de fomento e articulação.

Os sistemas contemporâneos de inovação geralmente se organizam em aglomerações (Nelson e Rosenberg, 1993) regionais conhecidas como Ecossistemas de Inovação. Esses ecossistemas são tipicamente definidos pela literatura como conjuntos finitos de redes de conhecimento (Callon, 1986; Latour, 1987), organizados sob diferentes critérios, como concentrações geográficas (municípios, aglomerados de municípios, regiões, estados e países), setores econômicos, áreas de aplicação, arranjos produtivos locais e programas estratégicos. Eles são representados por modelos de Hélices de Inovação (científica, econômica, governamental e social), conforme teorizado por Carayannis e Campbell (2009).

Diante de uma compreensão mais abrangente e inclusiva dos ecossistemas de inovação, a Hélice Quádrupla oferece uma abordagem mais completa e relevante para o estudo e a promoção da inovação, considerando as dimensões sociais, culturais e ambientais que são essenciais para o desenvolvimento sustentável.

No entanto, a complexidade dos atores nos ecossistemas de inovação ultrapassa substancialmente as caracterizações e taxonomias presentes nas legislações mais atuais e em pesquisas qualitativas tradicionais. Isso frequentemente resulta em relatórios estáticos que apresentam visões parciais da realidade, limitadas a recortes geográficos, setoriais ou áreas de aplicação específicas. Esses relatórios tornam-se rapidamente obsoletos, são subjetivos para o processo decisório e inadequados ao ritmo exigido pelos processos de inovação, o que cria barreiras para a colaboração entre ciência e mercado, impactando negativamente os processos inventivos, inovativos e o próprio desenvolvimento econômico (Audretsch, 2005).

Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de pesquisas utilizando técnicas e métodos estatísticos computacionais mais avançados, capazes de lidar com a complexidade contemporânea dos ecossistemas de inovação. Isso visa à integração de ecossistemas regionais de inovação aberta (Chesbrough, 2003), à redução da subjetividade na tomada de decisão e à maximização do valor econômico nas regiões analisadas.

Assim, o desenvolvimento das técnicas de Prospecção e Mapeamento Automatizado de Ecossistemas de Inovação, com dados medidos em tempo real, se torna de suma importância. Nesse contexto, serão utilizados dados georreferenciados da OpenSense (2024), uma plataforma de dados e inteligência artificial que permite o mapeamento e monitoramento do Ecossistema Brasileiro de Inovação

em tempo real. Isso inclui a classificação dos atores por Organização, Áreas Tecnológicas, Setores Econômicos e Áreas Geográficas.

Com os dados obtidos para cada um dos municípios integrante da região Centro-Oeste de Minas Gerais (Ver tabela 1), será possível: a) identificar os integrantes de cada hélice e verificar sinergias entre os setores; b) analisar se as atividades econômicas estão alinhadas com as áreas de conhecimento oferecidas pela hélice educacional; c) identificar os atores que mais geram ativos patenteados; d) mostrar como estão distribuídos aos hubs de inovação (parques, incubadoras, aceleradoras, *coworking*, ICT, NIT etc.) e quais são os setores prioritários para esses ambientes.

A relevância das informações e a originalidade desse estudo, por ser o primeiro a utilizar essa metodologia para mapear a região Centro-Oeste de Minas Gerais, gera uma contribuição ampla para a literatura e para gestores de inovação, públicos e privados, como subsídio para uma tomada de decisão baseada em evidências.

2. Discussão Teórica

Organizações avaliam seu desempenho determinando objetivos que refletem suas estratégias, priorizando indicadores que expressam medidas necessárias para verificação e monitoramento. Elas também determinam quanto e quando uma organização deve atingir tais indicadores e metas (Kaplan e Norton, 1996; Simons, 2000; Bourne et al., 2000). Assim, estabelecem-se Sistemas de Avaliação de Desempenho (SAD), ou seja, sistemas de informações que administradores utilizam para monitorar a implementação de estratégias, comparando resultados reais com objetivos e metas pré-estabelecidos (Simons, 2000).

Em menor volume, porém, igualmente relevante, a literatura também incorpora sistemas de avaliação de Arranjos Produtivos Locais (APLs) (Galdamez et al., 2009), ecossistemas de inovação (Graça e Camarinha-Mattos, 2017; Gomes et al., 2023) e redes de negócios (Cunha et al., 2008). Há ainda modelos de avaliação mais abrangentes que adotam abordagens descentralizadas. Isso é evidente, por exemplo, em estudos sobre modelos de avaliação em sistemas de abastecimento de água (Bezerra et al., 2019), sistemas de saúde (Viacava et al., 2004) e sistemas educacionais, como demonstrado na avaliação quadrienal da Capes (Rolim e Ramos, 2020; Maccari et al., 2009). Esses exemplos indicam a viabilidade de implementar avaliações de desempenho em contextos de inovação por meio de sistemas descentralizados, como iniciativas de políticas públicas de C, I&T para ambientes de inovação municipais (Abrantes e Candido, 2022; Santos et al., 2023) e outros modelos de avaliação de redes de instituições de pesquisa (Ransom e Amaral, 2017).

O desenvolvimento econômico depende fundamentalmente da inovação e do progresso científico-tecnológico (Schumpeter, 1939). Indústrias intensivas em conhecimento e tecnologia contribuem com mais de USD\$ 9 trilhões anuais para a economia contemporânea e representam 11% do produto interno bruto global (NSF, 2020), demonstrando o potencial econômico da "*Knowledge Spill-over Theory*" - Teoria do

Transbordamento do Conhecimento. Isso também ressalta a importância da mitigação das barreiras ao fluxo do conhecimento em rede, que geram lacunas de colaboração entre a ciência e o mercado e prejudicam os processos inovativos e o desenvolvimento econômico (Audretsch, 2005).

Assim, o desenvolvimento de técnicas de difusão e facilitação do compartilhamento de conhecimentos científicos e tecnológicos entre diferentes atores institucionais e do mercado é um fator crítico para estimular a função empreendedora e o crescimento econômico. Essa visão é amplamente defendida pela Teoria Ator-Rede (Callon, 1986; Latour, 1987) e por trabalhos teóricos e empíricos associados à economia do conhecimento (Kuznets, 1973; Rosenberg, 1982; Freeman, 1979; Nelson, 1990; Lundvall e Johnson, 1994; Malerba, 2010).

A ascensão das práticas de Inovação Aberta (Chesbrough, 2003) contribuiu para facilitar a transição de conhecimento dos espaços tecnocientíficos para o sistema econômico. Essas práticas são evidenciadas também no Brasil em programas massivos e iniciativas colaborativas de inovação (APEX, 2017; SEBRAE, 2019; CNI, 2020).

Por essa razão, ferramentas de gestão do conhecimento e colaboração em redes são consideradas importantes por empresas e formuladores de políticas públicas. Assim, busca-se ferramentas digitais que apoiem a integração e transição do conhecimento, estabelecendo mecanismos objetivos para avaliar a inteligência competitiva no setor de inovação. Isso é fundamentado em técnicas de big data, aprendizado de máquina e sistemas de apoio à decisão (Cohen et al., 2009; OPENDATA, 2016).

No Brasil, os investimentos da indústria em P, D&I cresceram 33,4% entre 2016 e 2019, com os valores de aporte em inovação de processos e produtos crescendo de R\$ 12,7 bilhões para R\$ 16,9 bilhões (CNI, 2022). Isso demonstra um cenário propício para a implementação de ferramentas de decisão estratégicas. No setor empresarial, para o cenário brasileiro, 78% das empresas já investiram em ferramentas de automação de processos em negócios, destacando-se as tecnologias de Inteligência Artificial (IA) e o aprendizado de máquina, como mecanismos de automação e gerenciamento de processos e parte dos fluxos de trabalho (OTRS AG, 2023).

O desenvolvimento dos ecossistemas de inovação está alinhado ao conjunto de políticas de fomento ao desenvolvimento regional e local (Hasche, Linton, e Höglund, 2019), o que ressalta a sua relevância. O objetivo é incentivar e apoiar a análise das estruturas científicas, tecnológicas, de inovação e empreendedorismo (Romana e Fellnhoferc, 2022), monitorando em tempo real as hélices do Ecossistema de Inovação e a interação entre diferentes atores. Isso contribui com dados que podem subsidiar o desenvolvimento do ambiente regional de inovação.

A Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), arcabouço atualizado pelo Decreto nº 9.810/2019, representa um instrumento legal que orienta a atuação do Governo Federal na busca pela redução das desigualdades econômicas e sociais, tanto entre as regiões quanto dentro delas. Suas ações geram benefícios através da promoção de oportunidades de desenvolvimento que impulsionam o

crescimento econômico, aumentam a geração de renda e elevam a qualidade de vida da população (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2023).

Dentro dessa política, os eixos setoriais de intervenção compreendem: I - desenvolvimento produtivo; II - ciência, tecnologia e inovação; III - educação e qualificação profissional; IV - infraestruturas econômicas e urbanas; V - desenvolvimento social e acesso a serviços públicos essenciais; VI - fortalecimento das capacidades governativas dos entes subnacionais (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2023).

Os Ecossistemas de Inovação contribuem globalmente para o aprimoramento das relações entre subsistemas científicos, econômicos, governamentais e sociais (Rovere, Santos e Vasconcellos, 2021). Políticas que utilizam essa abordagem como ferramenta de fomento e aprimoramento das interações dos atores são implementadas em diferentes níveis. Em âmbito federal, temos o Projeto ELI - Pesquisa sobre o nível de maturidade dos Ecossistemas Locais de Inovação, do Sebrae Nacional.

Em nível estadual, programas como o Inova RS, da Secretaria de Inovação, Ciência e Tecnologia (Sict) do Rio Grande do Sul, mapeiam a inovação por meio de parcerias entre a sociedade civil, setores empresarial, acadêmico e governamental. A nível municipal, municípios como Lucas do Rio Verde/MT com o Pacto pela Inovação, Porto Alegre/RS com o Pacto Alegre, Florianópolis/SC com a Rede de Inovação Florianópolis, Recife/PE com o Porto Digital, e a nível regional, projetos como o Ecossistema de Inovação da Grande Vitória no Espírito Santo e o Corredor Tecnológico de São Paulo (Ribeirão Preto, São Carlos, Piracicaba, Campinas e municípios próximos do corredor), buscam fortalecer as iniciativas de inovação.

Nesse contexto, sistemas de informações de inovação localizados podem contribuir para uma medição mais sensível ao estímulo do desenvolvimento das cidades e regiões. Essa abordagem é mais inclusiva, conectada e orientada a resultados, considerando as particularidades do território e as relações estabelecidas entre unidades de informação, espaços físicos e inovadores que sustentam a cultura de empreendedorismo inovador local (Chamchong e Boossabong, 2021).

Dados recentes do Censo da Educação Superior (MEC), de 2021, informam que o Brasil possui mais de 3.000 instituições de educação superior (IES) ativas, organizadas em cerca de 15.000 subunidades, como campi regionais, laboratórios, núcleos de pesquisa e agências de inovação. O país concentra mais de 40.000 cursos de graduação, 7.000 cursos de pós-graduação e emprega aproximadamente 390 mil docentes. Essa infraestrutura educacional recebe anualmente 3,5 milhões de novos alunos, contribuindo para aumentar a produção científica brasileira em periódicos indexados, de 15.000 artigos em 2000 para mais de 100 mil em 2022.

Adicionalmente, cerca de um milhão de dissertações de mestrado e teses de doutorado são desenvolvidas nas universidades, ainda que subutilizadas economicamente (INEP/MEC, 2021). Orbitando o núcleo acadêmico, mais de 1.500 institutos e centros de pesquisa, aproximadamente 1.400 ambientes de inovação, incluindo Parques Científicos e Tecnológicos, centros de inovação, incubadoras de empresas,

aceleradoras de negócios, espaços maker, hubs corporativos e coworks, apoiam e desenvolvem milhares de novos empreendimentos e startups a cada ano (OPENSENSE, 2024).

No ambiente empresarial, cerca de 19 milhões de empresas sustentam a economia, das quais aproximadamente 4.000 são de grande porte, 150.000 são de médio porte e mais de 200 mil são micro e pequenas empresas ativas. Essas empresas atuam em setores econômicos de alta e média-alta intensidade tecnológica, investindo em programas de inovação e P&D. Elas são apoiadas por organizações governamentais e entidades setoriais, gerando uma média de 30 mil novos pedidos de patentes por ano (INPI, 2020) e conduzindo centenas de projetos de pesquisa e desenvolvimento baseados em políticas públicas e programas de apoio à inovação, resultando em produtos, processos e serviços.

Dentro de um território de dimensões continentais, com 8.516 milhões de km², 27 unidades federativas e 5.570 municípios, esse universo contém um estoque significativo de conhecimento científico e tecnológico, geograficamente disperso e desconectado, representando um potencial latente extraordinário para a criação de valor econômico.

Entretanto, os melhores resultados em inovação surgem quando ocorre uma interação efetiva entre os agentes dos ambientes de pesquisa e os agentes produtivos (Nelson e Rosenberg, 1993). Estudos sobre o tema demonstram o papel das universidades no processo de inovação (Audy, 2017) e abordam a capacidade de inovação das empresas que colaboram com as instituições (Rosa e Rufonni, 2014).

Os Ecossistemas Locais de Inovação contribuem para aprimorar as relações entre subsistemas científicos, econômicos, governamentais e sociais, os quais podem ser caracterizados como os setores integrantes das quatro hélices inovativas desses sistemas: científica, econômica, governamental e social (Carayannis e Campbell, 2009).

A hélice Quádrupla de Inovação (Carayannis e Campbell, 2009) surgiu como uma derivação do modelo de tripla hélice, que aborda a relação de interações universidade-indústria- governo e foi desenvolvida por Henry Etzkovitz (1983). O modelo de Quádrupla Hélice introduz a sociedade civil organizada, juntamente com a universidade, as empresas e governo, como indutores da evolução de ecossistemas de inovação e empreendedorismo (Carayannis e Campbell, 2009; Carayannis e Rakhmatullin, 2014; Leydesdorff, Park e Lengyel, 2014).

A análise comparativa a nível municipal é útil para enriquecer o debate sobre os aspectos específicos e locais que explicam o desempenho de um determinado ecossistema de inovação. O Centro-Oeste de Minas é uma das dez regiões de planejamento do estado de Minas Gerais e inclui 56 municípios e 8 microrregiões (IBGE, 2023). A Tabela 1 demonstra a composição da região.

Tabela 1 – Municípios do Centro-Oeste de Minas e suas informações socioeconômicas

#	MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO - Censo 2022	#	MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO - Censo 2022
1	Aguanil	4.357	29	Japaraíba	4.508

2	Araújos	9.199	30	Lagoa da Prata	51.412
3	Arcos	41.417	31	Leandro Ferreira	3.199
4	BambuÍ	23.546	32	Luz	17.875
5	Bom Despacho	51.737	33	Martinho Campos	14.003
6	Bom Sucesso	17.151	34	Medeiros	3.900
7	Camacho	2.838	35	Moema	7.548
8	Campo Belo	52.277	36	Nova Serrana	105.552
9	Cana Verde	5.272	37	Oliveira	39.262
10	Candeias	14.001	38	Pains	8.142
11	Carmo da Mata	11.019	39	Passa-Tempo	8.473
12	Carmo do Cajuru	23.479	40	Pedra do Indaiá	4.112
13	Carmópolis de Minas	17.878	41	Perdigão	12.268
14	Cláudio	30.159	42	Perdões	21.384
15	Conceição do Pará	5.415	43	Pimenta	8.563
16	Córrego Danta	2.960	44	Piracema	6.700
17	Córrego Fundo	6.133	45	Piumhi	36.062
18	Cristais	12.197	46	Quartel Geral	3.179
19	Divinópolis	231.091	47	Santana do Jacaré	4.214
20	Dores do Indaiá	12.630	48	Santo Antônio do Amparo	17.285
21	Doresópolis	1.461	49	Santo Antônio do Monte	27.295
22	Estrela do Indaiá	2.772	50	São Francisco de Paula	6.187
23	Formiga	68.248	51	São Gonçalo do Pará	11.770
24	Ibituruna	2.698	52	São Roque de Minas	7.129
25	Igaratinga	10.830	53	São Sebastião do Oeste	8.815
26	Iguatama	6.826	54	Serra da Saudade	833
27	Itapecerica	20.984	55	Tapiraí	1.690
28	Itaúna	97.669	56	Vargem Bonita	2.158

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

O Plano Estratégico de Minas Gerais, lançado em 2016, ressalta a relevância da região Centro-Oeste para o desenvolvimento da economia estadual. O plano estabelece a meta de transformar essa região em um polo de desenvolvimento agroindustrial, concentrando-se na aprimoração da infraestrutura, na expansão da capacidade energética, no progresso das cadeias produtivas e na otimização do ambiente de negócios. Salienta-se a significância da inovação e do empreendedorismo para o progresso tanto da região quanto do estado como um todo. Nesse contexto, o Plano Estratégico de Minas Gerais prevê a criação de um ecossistema de inovação no Centro-Oeste, com o intuito de fomentar a interação entre empresas, universidades, instituições de pesquisa, governo e sociedade civil. Isso promove a geração de novas ideias, soluções e oportunidades de negócios.

3. Procedimento metodológico

Nesse projeto, serão gerados os dados georreferenciados dos Ecossistemas Locais de Inovação dos municípios do Centro-Oeste de Minas, via Plataforma OpenSense. A escolha da região Centro-Oeste de Minas se dá pela oportunidade de análise da região onde o IFMG/BambuÍ se encontra, buscando atrelar o

desenvolvimento científico com o contexto institucional e social. Já a plataforma foi escolhida pela possibilidade de análise dos dados estruturados por região geográfica e já encadeados por hélices de inovação, visto que emprega a gestão de dados, baseada em técnicas de big data, aprendizado de máquina e sistemas de apoio à decisão estratégica, para realizar o mapeamento, monitoramento e prospecção automatizada de atores, atributos, ativos e soluções do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

A ferramenta utiliza a linguagem Python para desenvolvimento de aplicações em Machine Learning e análise de dados. Para compilação dos dados, utiliza uma base em SQL para estruturação de dados relacionais e não-relacionais, que atualizam os dados sempre que os organismos oficiais fazem divulgação de novas pesquisas. As principais fontes de dados utilizadas são: RFB (Base de Organizações por CNPJ e Sócios), IBGE (Base de georreferenciamento, natureza legal), CAPES (Dados universitários e programas de pós-graduação), MEC (Cursos e instituições), MCTI, INPI/IPC (propriedade intelectual), entre outros.

Os resultados tangíveis desse trabalho incluem algoritmos cientométricos e econométricos aplicados à aquisição, transformação e interpretação de dados sobre os ecossistemas de inovação, materializados em sistemas computacionais para monitorar e gerenciar esses ambientes por meio de ferramentas digitais que apoiam a integração e disseminação de conhecimento científico e tecnológico entre atores do sistema científico (universidades, ICTs, ambientes de inovação), empresas (grandes, MPEs, startups), governos (agências, formuladores e executores de políticas públicas) e o terceiro setor (associações setoriais e impacto ESG/ODS), contribuindo para aprimorar o Sistema de Inovação no Brasil. Isso se inspira em modelos de Hubs Digitais de Inovação implementados em outros países, como o *Startup Nation* de Israel (STARTUPNATION, 2023), o *Creative Economy Town* na Coreia do Sul (CET, 2023), o *Deutsches Digital Ecosystems* na Alemanha (DEBUB, 2023) e o *Technation* no Reino Unido (TECHNATION, 2023).

A tecnologia resultante desse esforço foi materializada em uma patente denominada "Método de objetivação, sensoriamento e aferição (OSA) científica-tecnológica-econômica em ecossistemas de inovação", registrada junto ao INPI sob o número BR 10 2023 012891 2 (INPI, 2023). O Método OSA é a base tecnológica que permite a implementação estruturada de Hubs Digitais de Inovação, concebido para viabilizar o encadeamento tecnológico dos Ecossistemas de Inovação por meio da organização em Hélices de Inovação (Científica, Econômica, Governamental e Social), conforme teorizado por Carayannis e Campbell (2009).

A plataforma se baseia em pesquisa aplicada e quantitativa (Selltiz et al., 1975; Singleton et al., 1993), utilizando fontes públicas e digitais de dados secundários (OPENDATA, 2016) para desenvolver modelos cientométricos e econométricos aplicados à gestão do conhecimento (Weber et al., 2008; Davenport e Prusak, 1998) e ao monitoramento de redes tecnocientíficas (Callon, 1986; Latour, 1987). Concentra-se na aquisição e integração de grandes volumes de dados, mapeando fontes de dados não restritas por legislação (LGPD, 2020) e aplicando modernas técnicas de mineração e ciência de dados, como algoritmos ETL (Vassiliadis et al., 2002), para adquirir, homogeneizar e integrar dados de diversas fontes,

construindo repositórios indexados capazes de suportar inferências lógicas computacionais e análises estatísticas complexas.

Para construir os dados dos Ecossistemas Locais de Inovação, segue os conceitos de teorias de modelagem de redes de conhecimento e implementação de ontologias para representar Ecossistemas de Inovação, utilizando Teoria de Grafos e Redes (Robacker, 1945; Cowan, 2004) e Teoria Fundamentada de Dados / TFD (Glaser e Strauss, 1967), além de técnicas complementares em economia, estatística e ciências sociais aplicadas. A pesquisa combina essas abordagens para gerar códigos, conceitos e teoremas para construir modelos de representação de redes SNI.

Além das ferramentas mencionadas, a Plataforma fundamenta-se na construção de mecanismos inteligentes de encadeamento, envolvendo identificação de estágios tecnológicos, convergência probabilística e sistemas de recomendação. Isso requer técnicas matemáticas para interpretar redes, como matrizes de adjacência (Rivest e Vuillemin, 1976) e matrizes de co- ocorrência (Mckinnon, 1977), para identificar densidades, distâncias e outros padrões, caracterizando fenômenos de inovação. O Diagrama Entidade Relacionamento (ERD) também é usado para representar ontologias e taxonomias do SNI.

O modelo resultante é uma coleção de redes de conhecimento que representa a geografia política e territorial do país, construída com base nos municípios, microrregiões, mesorregiões, unidades federativas e macrorregiões brasileiros. Incorporou-se e validou-se o sistema de classificação econômica com 2.394 subsetores CNAE, assim como o sistema de classificação internacional de patentes (IPC), com a adição de 79.450 IPCs. Foram catalogadas iniciativas públicas de fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação (programas, linhas de crédito, incentivos fiscais, editais e outros), resultando em um portfólio de mais de 50 mil projetos de P&D realizados por empresas e organizações de pesquisa e desenvolvimento, abrangendo diversas áreas tecnológicas e econômicas.

Também foram incorporadas informações de mais de 41 milhões de pessoas jurídicas legalmente constituídas (ativas e inativas), abrangendo o histórico e a situação atual (ativa/inativa) de organizações brasileiras, como agências governamentais, empresas, ONGs, universidades, centros de pesquisa, parques tecnológicos, incubadoras de empresas, aceleradoras de negócios e investidores, em todas as esferas da federação (nível federal, estadual, municipal).

Os esforços combinados se materializam em relatórios de dados para cada um dos 56 municípios, integrando setor econômico e produtivo, universidades, centros de pesquisa, startups, incubadoras, aceleradoras, parques tecnológicos e agências governamentais de fomento, mostrando para cada município suas organizações classificadas em quatro hélices da inovação: a) científica; b) econômica; c) social; e d) governamental. O resultado deve apresentar os ecossistemas com organizações ativas que se enquadrem em todas as hélices.

4. Resultados Obtidos

Na primeira etapa, foi realizado o mapeamento automatizado *4HELIX* (ciência, economia, governo, social) do para o Estado de Minas Gerais com reconhecimento e classificação de atores de redes de inovação, incluindo: 1) universidades e Instituições de Ensino Superior em Geral; 2) centros de pesquisa; 3) ambientes de inovação públicos e privados (parques tecnológicos, incubadoras, aceleradoras, centros de inovação, espaços maker, hubs corporativos, coworks e outros provedores de serviços); 4) startups; 5) scale-ups; 6) empresas de porte médio; 7) grandes empresas; 8) investidores; 9) Agências de fomento; 10) Sistema S; 11) Entidades Governamentais por esferas (governo federal, municipal, estadual, executivo, legislativo, judiciário, empresas públicas); 12) Organizações não-governamentais. No mapeamento leva-se em conta o registro da organização com CNPJ ativo na localidade. A Figura 01 apresenta o mapeamento gerado para Minas Gerais.

Figura 01 - Ecossistemas de Inovação dos municípios de Minas Gerais



MG

- Selecione Cidade-

Q

Município/UF:	- / MG		
Micro região:	-		
Meso região:	-		
Macro região:	SUDESTE		
Área:	586.520 km2		
População (IBGE)	(2010)	(2022)	(VAR%)
P. Total:	19.597.330	20.539.989	4,81%
P. Feminina:	9.955.453	10.524.280	5,71%
P. Masculina:	9.641.877	10.015.709	3,88%

Fonte: OpenSense, 2024.

Assim, foi verificada a existência de instituições para os 56 municípios do Centro-Oeste de Minas. Das quatro hélices estudadas, a que apresenta menos representação em todos os municípios foi a científica, que não apresentou universidades, centros universitários e faculdades, com *campus* presencial em 35 municípios, o que impossibilita a análise na metodologia na perspectiva da hélice Quádrupla de Inovação (Carayannis e Campbell, 2009), tendo continuado no estudo 21 municípios, sendo estes: Arcos, Bambuí, Bom Despacho, Bom Sucesso, Campo Belo, Carmópolis de Minas, Cláudio, Divinópolis, Dorés do Indaiá, Formiga, Iguatama, Itapecerica, Itaúna, Lagoa da Prata, Luz, Nova Serrana, Oliveira, Perdões, Piracema, Piumhi e Santo Antônio do Monte.

Seguindo as categorias proposta pela Plataforma OpenSense (2024), os componentes mapeados para compor a Hélice Científica são: a) **ESCOLAS TÉCNICAS**: Instituições que oferecem cursos técnicos voltados para a formação prática e profissional em diversas áreas do conhecimento; b) **INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**: Incluem faculdades, centros universitários e universidades que proporcionam formação acadêmica e pesquisa científica; c) **NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (NIT) e INSTITUTOS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (ICTs)**: Organizações dedicadas à pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, promovendo a transferência de conhecimento para a sociedade; d) **SISTEMA-S**: Conjunto de instituições como SENAI, SESC, SESI, SEBRAE, SENAC, SEST, SENAT, SESCOOP e SENAR que oferecem formação profissional, serviços de assistência técnica e promoção do bem-estar social; e e) **HUBS DE INOVAÇÃO**: Incluem parques tecnológicos, centros de inovação, incubadoras de empresas, aceleradoras de negócios, hubs corporativos, distritos de inovação e polos tecnológicos, que promovem o empreendedorismo e a inovação.

Os componentes mapeados para compor a Hélice Econômica são: a) **REDES**: Estruturas de colaboração como redes de inovação, comunidades informais, arranjos produtivos locais (APL) e conglomerados financeiros e econômicos; b) **EMPRESAS INOVADORAS**: Empresas em diferentes estágios de desenvolvimento, como semente, startup, scaleup e unicórnio, focadas em inovação e crescimento acelerado; c) **EMPRESAS TRADICIONAIS**: Micro e pequenas empresas, médias empresas e grandes empresas que operam em mercados estabelecidos; d) **CAPITAL DE RISCO**: Fontes de financiamento como fundos de investimento e plataformas de crowdfunding que apoiam empresas inovadoras; e) **CONSÓRCIOS**: Agrupamentos de entidades públicas e privadas que colaboram em projetos específicos; e f) **COOPERATIVAS**: Organizações de cooperação mútua em setores como agroindustrial e financeiro.

Os componentes mapeados para compor a Hélice Governamental englobam os poderes executivo, judiciário e legislativo em níveis municipal, estadual e federal, além de fundos públicos, agências de fomento, empresas públicas, empresas de economia mista, e os sistemas militar, de segurança e defesa civil.

Os componentes mapeados para compor a Hélice Social são: a) SOCIEDADE CIVIL: Inclui associações de classe, culturais e recreativas, comunidades indígenas, organizações LGBTQIA+, cartórios, partidos políticos, entidades esportivas, de saúde, educação, habitação, assistência social, meio ambiente e direitos de defesa; e b) ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS: Representantes diplomáticos, câmaras de comércio e organizações internacionais que interagem e influenciam o cenário global.

A tabela 02 apresenta a composição dos Ecossistemas Locais de Inovação, na visualização baseada nas quatro hélices de inovação para os municípios selecionados, por grupo de atores e com dados de 2024.

Tabela 02. Composição dos Ecossistemas de Inovação dos municípios de Minas Gerais

MAPEAMENTO	Municípios do Centro-Oeste de Minas																				
	Arcos	BambuÍ	Bom Despacho	Bom Sucesso	Campo Belo	Carmópolis de Minas	Cláudio	Divinópolis	Dores do Indaiá	Formiga	Iguatama	Itapecerica	Itaúna	Lagoa da Prata	Luz	Nova Serrana	Oliveira	Perdões	Piracema	Piumhi	Santo Antônio do Monte
HÉLICE CIENTÍFICA	11	4	10	3	10	2	6	52	6	10	3	3	23	6	2	8	6	3	2	4	5
Escola técnica	3	2	3	1	3	2	1	19	1	3	1	1	6	5	0	0	3	1	0	1	0
Faculdade	4	2	6	2	7	0	3	20	4	2	2	1	8	1	2	5	3	2	2	3	4
Centro Universitário	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Universidade	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instituto de Ciência de Tecnologia (ICT)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema-S	1	0	0	0	0	0	1	7	0	4	0	1	4	0	0	2	0	0	0	0	1
Parque Tecnológico, Centro de Inovação, Espaço maker e Hub Corporativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escritório compartilhado	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0
Incubadora de empresas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aceleradora de negócios	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distrito de inovação e/ou Pólo Tecnológico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HÉLICE ECONÔMICA	307	118	316	46	207	51	139	1281	44	429	43	68	613	321	124	471	205	100	22	171	155
Rede de Inovação e/ou Comunidade Informal	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arranjo Produtivo Local (APL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Micro e Pequena Empresa de Base tecnológica	29	13	24	6	38	0	10	172	6	62	1	9	54	30	8	34	13	11	0	12	10
Média Empresa	239	79	222	17	127	36	110	888	22	319	30	51	457	252	98	399	144	70	15	132	128
Grande empresa	27	11	31	15	26	8	7	152	5	25	7	3	54	26	7	30	20	9	1	6	7
Fundo de Investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Consórcio	0	0	7	2	0	0	5	16	2	2	0	2	23	0	1	0	4	1	0	1	0
Cooperativa	12	15	32	6	16	7	7	52	9	21	5	3	25	13	10	8	24	9	6	20	9
HÉLICE GOVERNAMENTAL	16	18	24	11	16	13	17	60	14	21	11	17	23	12	13	23	22	15	9	12	15
Poder Executivo Municipal	3	6	5	3	5	3	2	4	3	6	3	2	5	3	4	2	5	4	3	3	1
Poder Legislativo Municipal	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fundo Público Municipal	5	5	8	2	4	5	9	8	5	5	6	10	10	4	4	12	9	4	3	4	9
Poder Executivo Estadual	0	1	0	0	1	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poder Executivo Federal	1	1	1	0	1	0	1	8	1	2	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
Agência de fomento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empresa Pública	4	2	4	2	3	2	2	22	2	3	1	2	4	2	2	5	2	3	1	2	2
Empresa de Economia Mista	2	2	2	1	1	1	2	9	2	1	0	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2
Sistema Militar, Segurança e Defesa Civil	0	0	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
HÉLICE SOCIAL	72	53	74	44	79	29	52	176	52	93	35	47	88	83	50	125	64	58	24	58	43
Associação de classe	1	0	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	1	1
Organização Religiosa	26	8	28	7	30	3	10	86	6	35	3	11	28	32	9	75	17	10	4	16	12
Cartório	8	8	10	9	7	5	11	13	7	9	6	11	8	6	8	10	9	8	1	7	6
Partido Político	27	32	27	25	35	15	28	31	32	31	23	23	34	38	30	36	30	33	16	27	19
Entidade Sindical	10	5	8	2	6	5	3	43	7	18	3	2	16	5	3	4	8	6	3	7	5

Fonte: OpenSense, 2024.

Na hélice científica, a maioria das universidades (5 instituições) localizadas nas cidades mapeadas são campus ou universidades virtuais. A falta de universidades com sede física nessas cidades resulta na ausência de Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), sem nenhuma unidade mapeada, e de Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT), com apenas uma unidade. Essas instituições são importantes para a promoção e incentivo ao desenvolvimento de P&D.

Em relação aos ambientes de inovação, a infraestrutura demonstrou necessidade de aperfeiçoamento. Não foi mapeado nenhum Parque Tecnológico, Centro de Inovação, Espaço Maker ou Hub Corporativo de Inovação, o que dificulta a interação entre setores e até a captação e manutenção de empresas de base tecnológica. Os ambientes definidos como incubadoras de empresas e aceleradoras de negócios se concentram em uma única cidade, Divinópolis/MG.

Na hélice econômica, destaca-se que apenas o município de Divinópolis demonstrou possuir Rede de Inovação e/ou Comunidade Informal. Esse tipo de iniciativa é importante para estabelecer uma governança com diversos atores de diferentes organizações, que estimulem o ambiente empreendedor e de inovação.

Foi identificado um Arranjo Produtivo Local de Fogos de Artifício em Santo Antônio do Monte, o que pode servir como exemplo para outros municípios na criação de novos arranjos ao identificar setores prioritários de cada localidade.

Na hélice governamental, todas as cidades apresentaram fundos públicos municipais; contudo, voltados especificamente para o desenvolvimento econômico, setores, empreendedorismo e inovação, apenas o município de Cláudio possui o Fundo de Desenvolvimento e Planejamento Econômico do Município de Cláudio. Identificou-se a ausência de agências de fomento público nas três esferas de poder.

Na hélice social, as instituições mapeadas estão fortemente ligadas à religião, política e conselhos de classe.

A contribuição tecnológica deste trabalho reside no desenvolvimento e aplicação de técnicas avançadas de prospecção e mapeamento automatizado de ecossistemas de inovação, utilizando dados georreferenciados em tempo real da plataforma OpenSense (2024). Isso permite uma análise dinâmica e contínua dos atores e suas interações dentro do ecossistema de inovação, superando as limitações dos relatórios estáticos e subjetivos. A plataforma emprega algoritmos de aprendizado de máquina e big data para processar grandes volumes de dados, fornecendo conhecimento atualizado sobre a localidade estudada o que ajuda a identificar oportunidades de inovação e áreas que necessitam de intervenção. Ao integrar diferentes fontes de dados e aplicar técnicas avançadas de análise, a OpenSense facilita a visualização das redes de inovação, tornando-as mais transparentes e acessíveis para todos os stakeholders.

A contribuição social deste trabalho está na promoção do desenvolvimento econômico regional na região Centro-Oeste de Minas Gerais, através do mapeamento detalhado dos Ecossistemas Locais de

Inovação e da identificação de sinergias entre setores. Este mapeamento detalhado facilita a criação de novas iniciativas de inovação aberta e políticas públicas, melhorando a governança e as relações entre os atores dos ecossistemas de inovação. Ao fornecer dados específicos e atualizados, o estudo apoia gestores de inovação na tomada de decisão baseada em evidências, contribuindo para a redução das desigualdades socioeconômicas e promovendo uma distribuição mais equitativa dos benefícios do desenvolvimento econômico.

No contexto do mapeamento dos Ecossistemas Locais de Inovação do Centro-Oeste de Minas, foi possível observar a capacidade desses ecossistemas em promover a inovação de forma sustentável, considerando não apenas os avanços tecnológicos, mas também a melhoria da qualidade de vida da população local. O trabalho fortalece a economia regional e promove o desenvolvimento social de forma inclusiva e participativa, assegurando que os benefícios da inovação sejam amplamente distribuídos e que todos os segmentos da sociedade possam participar e se beneficiar do progresso econômico e tecnológico.

Em resumo, o trabalho contribui para a construção de um ambiente de inovação mais integrado e eficiente, onde o conhecimento é compartilhado e utilizado de forma estratégica para impulsionar o desenvolvimento regional, ao mesmo tempo em que promove uma sociedade mais justa e igualitária, onde o progresso tecnológico e econômico é acessível a todos.

5. Considerações Finais

Este trabalho apresenta uma abordagem inovadora para a construção e encadeamento de dados dos Ecossistemas Locais de Inovação, combinando conceitos de modelagem de redes de conhecimento e implementação de ontologias. Ao utilizar a Teoria de Grafos e Redes, Teoria Fundamentada de Dados e técnicas complementares em economia, estatística e ciências sociais aplicadas, foi possível estruturar um modelo robusto para a representação de redes do Sistema Nacional de Inovação, com foco na região do Centro-Oeste de Minas Gerais.

A análise da composição do Ecossistema Local, baseada na distribuição das organizações a partir do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), permitiu evidenciar que, apesar dos avanços na estruturação desses ecossistemas, desafios ainda persistem. Destaca-se, especialmente, a distribuição desigual dos componentes da hélice científica. O estudo dos 56 municípios da região revelou a ausência de infraestrutura acadêmica e tecnológica em diversas localidades, uma vez que muitas cidades contam apenas com campi universitários, sem a presença de sedes institucionais. Esse fator impacta diretamente a capacidade de inovação regional, comprometendo o desenvolvimento de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs), fundamentais para a geração de conhecimento e fortalecimento dos ecossistemas inovadores.

Por outro lado, a hélice econômica demonstrou-se mais estruturada, com a presença de redes de inovação e Arranjos Produtivos Locais (APLs) que fortalecem a interação entre empresas, a comunidade científica e empreendimentos emergentes. No entanto, identificam-se oportunidades para expansão e fortalecimento dessas redes, especialmente por meio de incentivos à criação de novos arranjos produtivos alinhados às vocações econômicas regionais. A análise da hélice governamental indicou a existência de fundos municipais, mas também evidenciou a escassez de agências de fomento nas esferas estadual e federal, o que dificulta o acesso a recursos para projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). No contexto social, observou-se uma concentração de iniciativas vinculadas a setores religiosos e políticos, destacando a necessidade de diversificação das organizações para tornar o ecossistema de inovação mais inclusivo.

As contribuições tecnológicas e sociais deste estudo são expressivas. A plataforma OpenSense demonstrou-se uma ferramenta eficaz para análises dinâmicas e em tempo real, proporcionando insights valiosos para a formulação de estratégias de desenvolvimento regional. O mapeamento detalhado dos ecossistemas permitiu a identificação de sinergias e lacunas, auxiliando na elaboração de políticas públicas mais assertivas.

Em suma, este trabalho contribui significativamente para a compreensão e aprimoramento dos Ecossistemas Locais de Inovação, fornecendo bases sólidas para a tomada de decisão baseada em dados. Ao integrar diferentes fontes de informação e aplicar metodologias avançadas de análise, fortalece-se o ecossistema inovador, promovendo um desenvolvimento econômico e social mais equilibrado e sustentável.

Referências

- ABRANTES, D. K. D. S.; CÂNDIDO, G. A.** Ciência, tecnologia e inovação: proposição de um conjunto de indicadores aderentes ao contexto brasileiro. In: ENCONTRO DA ANPAD, 46., 2022. on-line. *Anais eletrônicos [...]*. Maringá: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2022. Disponível em: <http://www.anpad.org.br>. Acesso em: 11 out. 2024.
- APEX.** Corporate venture in Brazil. Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos, 2017.
- AUDRETSCH, D.** The knowledge spillover theory of entrepreneurship and economic growth. In: VINIG, G. T.; VAN DER VOORT, R. C. W. (Ed.). *The emergence of entrepreneurial economics (Research on Technological Innovation, Management and Policy, Volume 9)*. Emerald Group Publishing Limited, 2005. p. 37-54.
- AUDY, J.** A inovação, o desenvolvimento e o papel da universidade. *Estudos Avançados*, v. 31, n. 90, p. 75–87, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190005>. Acesso em: 20 out. 2024.
- BRASIL. Receita Federal do Brasil.** Instrução Normativa RFB nº 1863, de 27 de dezembro de 2018. Disponível em: <http://receita.economia.gov.br/orientacao/tributaria/cadastros/cadastro-nacional-de-pessoas-juridicas-cnpj/dados-publicos-cnpj>. Acesso em: 19 jul. 2023.
- BERNARDO, A. A. C.; MEDEIROS, W. G. de.** Model for characterizing the innovation process in design. *International Journal of Innovation*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 158-179, 2021.
- BOURNE, M. C. S. et al.** Designing, implementing and updating performance measurement systems. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 20, n. 7, p. 754-772, 2000.
- CALLON, M.** The sociology of an actor-network: the case of the electric vehicle. In: CALLON, M.; LAW, J.; RIP, A. (Eds.). *Mapping the dynamics of science and technology*. Palgrave Macmillan, 1986.
- CARAYANNIS, E.; CAMPBELL, D. F. J.** Mode 3 and quadruple helix: toward a 21st-century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, v. 46, n. 3/4, 2009.
- CARAYANNIS, E.; RAKHMATULLIN, R.** The quadruple/quintuple innovation helixes and smart specialization strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 5, n. 2, p. 212-239, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13132-014-0185-8>. Acesso em: 15 set. 2024.
- CET.** The Korean creative economy town. Korea Center for Creative Economy and Innovation – CCEI, 2020. Disponível em: <http://policy.creativekorea.or.kr/eng/>. Acesso em: 10 set. 2020.
- CHAMCHONG, P.; BOOSSABONG, P.** Innovative city index and its application for stimulating inclusive, sustainable and connected innovative city development. *Journal of Housing and the Built Environment*, v. 36, n. 1, p. 191-213, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10901-020-09756-1>. Acesso em: 11 out. 2024.
- CHESBROUGH, H. W.** *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Cambridge, MA: Harvard Business School Publishing, 2003.
- CHESBROUGH, H.; BRUNSWICKER, S.** Managing open innovation in large firms. Survey Report | Executive Survey on Open Innovation. Fraunhofer Society, maio 2013.
- CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil).** Investimento da indústria em pesquisa e desenvolvimento cresceu 33,4%, após 2016. *Agência de Notícias da Indústria*, 2022. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/investimento-da-industria-em-pesquisa-e-desenvolvimento-cresceu-334-apos-2016/>. Acesso em: 18 jul. 2023.
- CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil).** MEI Tools - Ferramentas para promover a inovação nas empresas. Brasília: CNI - Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi, 2020.
- COHEN, J.** MAD skills: new analysis practices for big data. In: *Proceedings of the VLDB Endowment*, VLDB 09, August 24-28, 2009, Lyon, France. ACM. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1687627.1687734>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- COWAN, R.** Network models of innovation and knowledge diffusion. *MERIT-Infonomics Research Memorandum series*, Maastricht, Netherlands, 2004.

CUNHA, P. F.; FERREIRA, P. S.; MACEDO, P. Performance evaluation within cooperate networked production enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, v. 21, n. 2, p. 174-179, 2008. DOI: [10.1080/09511920701572738](https://doi.org/10.1080/09511920701572738).

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know. Harvard Business School Press, 1998. DOI: [10.1145/348772.348775](https://doi.org/10.1145/348772.348775).

ETZKOWITZ, H. Entrepreneurial Scientists and Entrepreneurial Universities in American Academic Science. *Minerva*, v. 21, n. 2-3, p. 198-233, 1983.

FREEMAN, C. The Determinants of Innovation - Market demand, technology, and the response to social problems. *Futures*, IPC Business Press, 1979. DOI: 10.1016/0016-3287(79)90026-X.

GLASER, B.; STRAUSS, A. The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. Aldine Transaction Publishers, 1967. Reprint 2006.

GOMES, L. A. D. V.; HOURNEAUX JUNIOR, F.; FACIN, A. L. F.; LEAL, L. F. Performance measurement and management systems for dealing with strategies in uncertain ecosystems. *International Journal of Operations e Production Management*, v. 43, n. 3, p. 543-577, 2023. DOI: [10.1108/IJOPM-03-2021-0242](https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2021-0242).

GRAÇA, P.; CAMARINHA-MATOS, L. M. Performance indicators for collaborative business ecosystems—literature review and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 116, p. 237-255, 2017. DOI: [10.1016/j.techfore.2016.12.016](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.016).

HASCHE, N.; HÖGLUND, L.; LINTON, G. Quadruple helix as a network of relationships: creating value within a Swedish regional innovation system. *Journal of Small Business e Entrepreneurship*, v. 32, n. 6, p. 523-544, 2020. DOI: [10.1080/08276331.2019.1643134](https://doi.org/10.1080/08276331.2019.1643134).

IBGE. Divisão Territorial do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/divisao_territorial/2016/. Acesso em: 15 ago. 2023.

INEP. Censo da Educação Superior 2018 – Notas Estatísticas. Diretoria de Estatísticas Educacionais, INEP, Ministério da Educação – MEC, 2019.

INPI. INPI Serviço Online de Busca de Patentes. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp>. Acesso em: 29 ago. 2020.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business School Publishing, Boston, MA, 1996.

KUZNETS, S. Modern Economic Growth: Findings and Reflections. *American Economic Review*, v. 63, n. 3, p. 247-258, 1973.

LATOUR, B. Science in Action: How to follow scientists and engineers through society. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1987. ISBN 0-674-79290-4.

LEYDESDORFF, L.; PARK, H. W.; LENGYEL, B. A routine for measuring synergy in university-industry-government relations: mutual information as a Triple-Helix and Quadruple-Helix indicator. *Scientometrics*, v. 99, p. 27-35, 2014.

LGPD. Lei Geral de Proteção de Dados - LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 10 jul. 2023.

LUNDVALL, B. A.; JOHNSON, B. The learning economy. *Journal of Industry Studies*, v. 1, n. 2, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13662719400000002>. Acesso em: [data de acesso].

MALERBA, F. (Ed.). Knowledge-intensive entrepreneurship and innovation systems: evidence from Europe. London e New York: Routledge, 2010. ISBN 9780415557917.

NSF. Science and engineering indicators 2020. National Science Foundation (NSF, USA). Disponível em: <https://www.nsf.gov/statistics/seind/>. Acesso em: 16 jul. 2020.

OPENSENSE. Plataforma de Encadeamento Científico e Tecnológico. 2024. Disponível em: www.opensense.com.br. Acesso em: 14 jul. 2024.

OTRS AG (Alemanha). OTRS spotlight: IT services management 2023. IT Service Management 2023. 2023. Disponível em: <https://corporate.otrs.com/itsm-survey-businesses-still-busy-laying-the-foundation-for-esm/>. Acesso em: 19 jul. 2023.

RIVEST, R. L.; VUILLEMIN, J. On recognizing Graph Properties from Adjacency Matrices. *Theoretical Computer Science*, v. 3, p. 371-384, 1976. North-Holland Publishing Company.

ROBACKER, J. T. On Network Theory. *US Air Force – Project Rand Research Memorandum*, Rand Corporation, 26 maio 1945.

ROLIM, P. Y. F.; RAMOS, A. S. M. Análise da gestão dos Programas de Pós-Graduação baseada no resultado da avaliação CAPES por meio da matriz importância-desempenho. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, v. 25, p. 525-545, 2009.

ROMANA, M.; FELLNHOFFER, K. Facilitating the participation of civil society in regional planning: Implementing quadruple helix model in Finnish regions. *Land Use Policy*, 2022. DOI: [10.1016/j.landusepol.2021.105871](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105871).

RONSON, S.; AMARAL, D. C. Avaliação de redes de instituições de pesquisa científica e tecnológica baseada em um sistema de gestão padronizado. *Gestão e Produção*, v. 24, p. 557-569, 2017.

ROSA, A.; RUFFONI, J. Mensuração da capacidade absorviva de empresas que possuem interação com universidades. *Economia e Desenvolvimento*, v. 26, n. 1, 2014. DOI: [10.5902/1414650912678](https://doi.org/10.5902/1414650912678).

ROSENBERG, N. Inside the Black Box: technology and economics. Cambridge University Press, 1983. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/inside-the-black-box/BB7C8D2465C25E58C7A0A83AF420EA71>.

ROVERE, R. L. L.; SANTOS, G. O.; VASCONCELLOS, B. L. X. Desafios para a mensuração de ecossistemas de inovação e de ecossistemas de empreendedorismo no Brasil. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, v. 10, n. 1, Artigo e1971, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14211/regepe.v10i1.1971>. Acesso em: 11 mar. 2025.

SANTOS, V. S.; TELES, E. O.; WINTER, E. Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação: proposição de indicadores aderentes aos municípios brasileiros. *P2P e Inovação*, v. 9, n. 2, p. 243-255, 2023.

SCHUMPETER, J. Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. McGraw-Hill, 1939.

SEBRAE. Corporate Venturing no Brasil – Co-inovando em rede. Um guia para corporações e entidades de apoio. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Sebrae-Anprotec, 2018.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M.; COOK, S. W. Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais. São Paulo: E.P.U./Edusp, 1975. (Apêndice C, p. 613-657).

SIMONS, R. Performance Measurement and Control Systems for Implementing Strategy. Upper Saddle River: Prentice Hall, Inc., 2000.

SINGLETON, R. I.; STRAITS, B. C.; STRAITS, M. M. Approaches to Social Research. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1993.

STARTUPNATION. Start-Up Nation Central: Building the Bridge to Israeli Innovation. Disponível em: <https://www.startupnationcentral.org/>. Acesso em: 19 ago. 2023.

TECHNATION. Tech Nation UK network for tech entrepreneurs. Disponível em: <https://technation.io/>. Acesso em: 19 ago. 2023.

VASSILIADIS, P.; SIMITSIS, A.; SKIADOPOULOS, S. Conceptual Modeling for ETL Processes. In: *Proceedings of the ACM DOLAP'02*, McLean, Virginia, USA, 8 nov. 2002.

VIACAVA, F. et al. Uma metodologia de avaliação do desempenho do sistema de saúde brasileiro. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 9, p. 711-724, 2004.

WEBER, R.; GUNAWARDENA, S.; ABRAHAM, G. Representing and Retrieving Knowledge Artifacts. In: YAMAGUCHI, T. (Ed.). *PAKM 2008, LNAI 5345*. Springer, p. 86-97, 2008.