

ORGANIZADORES

Fábio Luís Falchi de Magalhães

Rogério Scabim Morano



PRÁTICAS DE GESTÃO DA INOVAÇÃO

volume V

ORGANIZADORES

Fábio Luís Falchi de Magalhães

Rogério Scabim Morano



PRÁTICAS DE GESTÃO DA INOVAÇÃO

volume V

São Paulo • 2026



DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

P912

Práticas de Gestão da Inovação: Volume V / Organização
Fábio Luís Falchi de Magalhães, Rogerio Scabim
Morano. – São Paulo: Pimenta Cultural, 2026.

Volume 5

Livro em PDF

ISBN 978-85-7221-675-3

DOI 10.31560/pimentacultural/978-85-7221-675-3

1. Gestão da Inovação. 2. Inovação Tecnológica.
3. Implementação Tecnológica. 4. Estratégia Corporativa
5. Modelos de Negócios. I. Magalhães, Fábio Luís Falchi
de (Org.). II. Morano, Rogerio Scabim (Org.). III. Título.

CDD: 658.4063

Índice para catálogo sistemático:

I. Gestão da Inovação

Simone Sales • Bibliotecária • CRB ES-000814/0

Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2026 os autores e as autoras.

Copyright da edição © 2026 Pimenta Cultural.

Esta obra é licenciada por uma Licença Creative Commons:
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - (CC BY-NC-ND 4.0).
Os termos desta licença estão disponíveis em:
<<https://creativecommons.org/licenses/>>.
Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural.
O conteúdo publicado não representa a posição oficial da Pimenta Cultural.

Direção editorial	Patrícia Bieging Raul Inácio Busarello
Editora executiva	Patrícia Bieging
Gerente editorial	Landressa Rita Schiefelbein
Assistente editorial	Ana Flávia Pivisan Kobata Júlia Marra Torres
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte	Naiara Von Groll
Editoração eletrônica	Stela Tiemi Hashimoto Kanada
Estágio em editoração	Emanuelle Vitória Miranda da Silva Rayssa Santos Arrais
Imagens da capa	Wirestock - Freepik.com
Tipografias	Acumin, Among, Corbel
Revisão	Os organizadores
Organizadores	Fábio Luís Falchi de Magalhães Rogerio Scabim Morano

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Doutores e Doutoradas

Adilson Cristiano Habowski
Universidade La Salle, Brasil

Adriana Flávia Neu
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Adriana Regina Vettorazzi Schmitt
Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil

Aguimario Pimentel Silva
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Alaim Passos Bispo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Alaim Souza Neto
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Knoll
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Regina Müller Germani
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Aline Corso
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Aline Wendpap Nunes de Siqueira
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Ana Rosangela Colares Lavand
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil

André Gobbo
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

André Tanus Cesário de Souza
Faculdade Anhanguera, Brasil

Andressa Antunes
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Andressa Wiebusch
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Andreza Regina Lopes da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Angela Maria Farah
Universidade de São Paulo, Brasil

Anísio Batista Pereira
Universidade do Estado do Amapá, Brasil

Antonio Edson Alves da Silva
Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Antonio Henrique Coutelo de Moraes
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil

Arthur Vianna Ferreira
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Ary Albuquerque Cavalcanti Junior
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Asterlindo Bandeira de Oliveira Júnior
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Bárbara Amaral da Silva
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Bernadette Beber
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Caio Cesar Portella Santos
Instituto Municipal de Ensino Superior de São Manuel, Brasil

Carla Wanessa do Amaral Caffagni
Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Adriano Martins
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Carlos Jordan Lapa Alves
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Caroline Chioquetta Lorenset
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Cassia Cordeiro Furtado
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Cássio Michel dos Santos Camargo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Cecilia Machado Henriques
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Christiano Martino Otero Avila
Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Cláudia Samuel Kessler
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Cristiana Barcelos da Silva
Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Cristiane Silva Fontes
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Daniela Susana Segre Guertzenstein
Universidade de São Paulo, Brasil

Daniele Cristine Rodrigues
Universidade de São Paulo, Brasil

Dayse Centurion da Silva
Universidade Anhanguera, Brasil

Dayse Sampaio Lopes Borges
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Deilson do Carmo Trindade
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Brasil

Diego Pizarro
Instituto Federal de Brasília, Brasil

Dorama de Miranda Carvalho
Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil

Edilson de Araújo dos Santos
Universidade de São Paulo, Brasil

Edson da Silva
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

Elena Maria Mallmann

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Eleonora das Neves Simões

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Eliane Silva Souza

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Elvira Rodrigues de Santana

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Estevão Schultz Campos

Centro Universitário Adventista de São Paulo, Brasil

Éverly Pegoraro

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fábio Santos de Andrade

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Fabrícia Lopes Pinheiro

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Fauston Negreiros

Universidade de Brasília, Brasil

Felipe Henrique Monteiro Oliveira

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Fernando Vieira da Cruz

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Flávia Fernanda Santos Silva

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Gabriela Moysés Pereira

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Gabriella Eldereti Machado

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Germano Ehlert Pollnow

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Geuciane Felipe Guerim Fernandes

Universidade Federal do Pará, Brasil

Geymeesson Brito da Silva

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Giovanna Ofretorio de Oliveira Martin Franchi

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Handherson Leylton Costa Damasceno

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Hebert Elias Lobo Sosa

Universidad de Los Andes, Venezuela

Helciclever Barros da Silva Sales

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasil

Helena Azevedo Paulo de Almeida

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Hendy Barbosa Santos

Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Humberto Costa

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Igor Alexandre Barcelos Graciano Borges

Universidade de Brasília, Brasil

Inara Antunes Vieira Willerding

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Jaziel Vasconcelos Dorneles

Universidade de Coimbra, Portugal

Jean Carlos Gonçalves

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Joao Adalberto Campato Junior

Universidade Brasil, Brasil

Jocimara Rodrigues de Sousa

Universidade de São Paulo, Brasil

Joelson Alves Onofre

Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

Jónata Ferreira de Moura

Universidade São Francisco, Brasil

Jonathan Machado Domingues

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

Jorge Eschriqui Vieira Pinto

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Juliana de Oliveira Vicentini

Universidade de São Paulo, Brasil

Juliano Milton Kruger

Instituto Federal do Amazonas, Brasil

Juliano Pizzano Ayoub

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Julierme Sebastião Moraes Souza

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Junior César Ferreira de Castro

Universidade de Brasília, Brasil

Katia Bruginski Mulik

Universidade de São Paulo, Brasil

Laionel Vieira da Silva

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Lauro Sérgio Machado Pereira

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil

Leonardo Freire Marino

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Leonardo Pinheiro Mozdzenski

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Letícia Cristina Alcântara Rodrigues

Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Lucila Romano Tragtenberg

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Lucimara Rett

Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Luiz Eduardo Neves dos Santos

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Maikel Pons Giralt

Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil

Manoel Augusto Polastrelí Barbosa

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marcelo Nicomedes dos Reis Silva Filho

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Márcia Alves da Silva

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Marcio Bernardino Sirino

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Marcos Pereira dos Santos

Universidad Internacional Iberoamericana del Mexico, México

Marcos Uzel Pereira da Silva

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcus Fernando da Silva Praxedes

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Maria Aparecida da Silva Santandel

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Maria Cristina Giorgi

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

Maria Edith Maroca de Avelar

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Marina Bezerra da Silva

Instituto Federal do Piauí, Brasil

Marines Rute de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Maurício José de Souza Neto

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele Marcelo Silva Bortolai

Universidade de São Paulo, Brasil

Mônica Tavares Orsini

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Nara Oliveira Salles

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Neide Araujo Castilho Teno

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

Neli Maria Mengalli

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Patricia Biegging

Universidade de São Paulo, Brasil

Patricia Flavia Mota

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Patrícia Helena dos Santos Carneiro

Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Rainei Rodrigues Jadejiski

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Raul Inácio Busarello

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Ricardo Luiz de Bittencourt

Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil

Roberta Rodrigues Ponciano

Universidade Federal de Ubertândia, Brasil

Robson Teles Gomes

Universidade Católica de Pernambuco, Brasil

Rodiney Marcelo Braga dos Santos

Universidade Federal de Roraima, Brasil

Rodrigo Amancio de Assis

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Rodrigo Sarruge Molina

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rogério Rauber

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Rosane de Fatima Antunes Obregon

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Samuel André Pompeo

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Sebastião Silva Soares

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Silmar José Spinardi Franchi

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Simone Alves de Carvalho

Universidade de São Paulo, Brasil

Simoni Urnau Bonfiglio

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Stela Maris Vaucher Farias

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Tadeu João Ribeiro Baptista

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Taíza da Silva Gama

Universidade de São Paulo, Brasil

Tania Micheline Miorando

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tarcísio Vanzin

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Tascieli Feltrin

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tatiana da Costa Jansen

Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Tayson Ribeiro Teles

Universidade Federal do Acre, Brasil

Thiago Barbosa Soares

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Thiago Camargo Iwamoto

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

Thiago Medeiros Barros

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Tiago Mendes de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Vanessa de Sales Marruche

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Vanessa Elisabete Raue Rodrigues

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

Vania Ribas Ulbricht

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Vinicius da Silva Freitas

Centro Universitário Vale do Cricaré, Brasil

Wellington Furtado Ramos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Wellton da Silva de Fatima
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Wenis Vargas de Carvalho
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

Yan Masetto Nicolai
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

PARECERISTAS E REVISORES(AS) POR PARES

Avaliadores e avaliadoras Ad-Hoc

Alcidinei Dias Alves
Logos University International, Estados Unidos

Alessandra Figueiró Thornton
Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Alexandre João Appio
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Artur Pires de Camargos Júnior
Universidade do Vale do Sapucaí, Brasil

Bianka de Abreu Severo
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Carlos Eduardo B. Alves
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil

Carlos Eduardo Damian Leite
Universidade de São Paulo, Brasil

Catarina Prestes de Carvalho
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil

Davi Fernandes Costa
Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, Brasil

Denilson Marques dos Santos
Universidade do Estado do Pará, Brasil

Domingos Aparecido dos Reis
Must University, Estados Unidos

Edson Vieira da Silva de Camargos
Logos University International, Estados Unidos

Edwins de Moura Ramires
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Elisiane Borges Leal
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elizabete de Paula Pacheco
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Elton Simomukay
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Francisco Geová Goveia Silva Júnior
Universidade Potiguar, Brasil

Indiamaris Pereira
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Jacqueline de Castro Rimá
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Jonas Lacchini
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil

Lucimar Romeu Fernandes
Instituto Politécnico de Bragança, Brasil

Marcos de Souza Machado
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele de Oliveira Sampaio
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Nívea Consuêlo Carvalho dos Santos
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Pedro Augusto Paula do Carmo
Universidade Paulista, Brasil

Rayner do Nascimento Souza
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Samara Castro da Silva
Universidade de Caxias do Sul, Brasil

Sidney Pereira Da Silva
Stockholm University, Suécia

Suêlen Rodrigues de Freitas Costa
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Thais Karina Souza do Nascimento
Instituto de Ciências das Artes, Brasil

Viviane Gil da Silva Oliveira
Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Walmir Fernandes Pereira
Miami University of Science and Technology, Estados Unidos

Weyber Rodrigues de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil

William Roslindo Paranhos
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Pimenta Cultural, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

SUMÁRIO

Antônio Yukio Ueta

Prefácio

Antecipação estratégica: o papel do foresight
no ciclo da inovação tecnológica14

Fábio Luís Falchi de Magalhães

Rogério Scabim Morano

Introdução

Mapa da inovação: gestão estratégica ao impacto global23

BLOCO I

ESTRATÉGIA E TECNOLOGIAS EMERGENTES37

CAPÍTULO 1

João Antônio Nunes

Luiz Gustavo Ferreira da Silva Trufilho

Marco Aurélio da Conceição Ribeiro

Welton Hebert da Silva

Matheus Cardoso Moraes

Antônio Yukio Ueta

João de Paula Ribeiro Neto

Fábio Luís Falchi de Magalhães

Flexibilidade estratégica como vetor da inovação:
evidências e práticas de relatórios de mercado38

CAPÍTULO 2

Vinicius Costa Fagundes

Cristiane Leite Rocha Santos

Rafael de Siqueira Martins

Emerson Gomes dos Santos

Fábio Luís Falchi de Magalhães

Além da busca:

a sinergia entre inteligência artificial e gestão
do conhecimento para fortalecer a fase de seleção na inovação59



CAPÍTULO 3

André Fernando de Almeida
André Coutinho de Macedo Silva
Vinicius Antonio Pedro
Yves de Almeida Alvim
Douglas Roberto de Matos Pimentel
Maria Elizete Kunkel
Walter Teixeira Lima Junior

**Análise do grau de maturidade tecnológica
em inteligência artificial (IA):**

estudo dos projetos no programa Fapesp Pipe.....90

BLOCO II

INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL

E PRÁTICAS SETORIAIS124

CAPÍTULO 4

Andiara Cristine Mercini Fausto
Ana Caroline Rodrigues Wenzel Elisiario
Gisianny Kellen Moraes Silva
Miriam Raquel Diniz Zanetti
Renato Cesar Sato
Arlindo Flavio da Conceição
Camila Bertini Martins

**A implementação da inovação sustentável
na indústria aeroespacial:**

o caso dos EVTOLs da Embraer
sob a ótica da agenda 2030..... 125

CAPÍTULO 5

Rodolfo Barbosa dos Santos
Suzana Cristina Pereira de Oliveira
Fabio Leone Gaggi
Franklin Adson Roque
Rafael da Silva Barbosa
Denise Stringhini
Luiz Eduardo Galvão Martins

**Estratégias de inovação aberta
para a agricultura sustentável:**

um estudo baseado no projeto ILPF da Embrapa 149



BLOCO III

ECOSSISTEMAS, GOVERNANÇA
E INOVAÇÃO SOCIAL.....180

CAPÍTULO 6

Priscilla Sousa Frigi Raimundi
Felipe Horst Hammel
Jade Cason Pecorari
Lucilene Oliveira Gomes
Mariana de Caria Silva dos Passos
Iraci de Souza João
Carlos Marcelo Gurjão de Godoy
Matheus Cardoso Moraes
Fábio Luís Falchi de Magalhães

Alinhamento estratégico para o impacto:
utilizando indicadores ODS e ISO
para estruturar a inovação social urbana..... 181

CAPÍTULO 7

Carlos Enrique Isaacs Bornand
Valeria Rantin Po Toledo
Yeni Varillas Tacza
Maria Elizete Kunkel
Miriam Raquel Diniz Zanetti
Luiz Eduardo Galvão Martins

Ecosistemas de inovação no Chile e Brasil:
análise comparativa da evolução, políticas e desafios
para o desenvolvimento sustentável 210

CAPÍTULO 8

Danielle Lima Arantes
Pedro Noronha Fagundes
Beatriz Dantas Marques
Victor Crescibene Pezzutto
Alcides Barrichello
Rogério Scabim Morano
Renato Cesar Sato
Matheus Cardoso Moraes
Emerson Gomes dos Santos

O paradoxo da eficiência:
análise longitudinal do ecossistema
de inovação brasileiro (2015-2024)..... 245



BLOCO IV

**CAPITAL HUMANO, COMPETITIVIDADE
E MÉTRICAS DE IMPACTO274**

CAPÍTULO 9

Geisse Rosane de Faria Dias Costa

Alan Romão Silva

Gustavo Adolpho Bonesso

Paulo Cezar Araujo

Vanessa Andrade Pereira

Carlos Marcelo Gurjão de Godoy

Eduardo Quinteiro

Regina Célia Coelho

Capital humano e pesquisa no BRICS:

uma análise comparativa do desempenho

no índice global de inovação275

CAPÍTULO 10

Hiure Anderson Alves da Silva Queiroz

André Luiz Borges de Oliveira

João Renato Carvalho

Wagner Yohan Scaramuzza Silva

Wesley Novaes Fioreze Costa

Lauro Paulo da Silva Neto

Tiago de Oliveira

Arlindo Flavio da Conceição

Internacionalização de startups brasileiras:

o impacto das barreiras culturais

e da maturidade no ciclo de inovação 304

CAPÍTULO 11

Amanda Marta Jardim Souza

Samuel de Souza Farias

João Antônio Nunes

Herlandí de Souza Andrade

Paulo César Ribeiro Quinteiros

Fábio Luís Falchi de Magalhães

Avaliação da inovação universitária no Brasil:

divergências metodológicas entre o RUF e o RUE 330



Sobre os organizadores 359

Sobre os autores e as autoras 361

Índice remissivo 382



PREFÁCIO

ANTECIPAÇÃO ESTRATÉGICA: O PAPEL DO FORESIGHT NO CICLO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Antônio Yukio Ueta

A gestão estratégica da inovação tecnológica representa um elemento central para organizações que desejam não apenas sobreviver, mas prosperar em cenários de crescente complexidade, disrupções frequentes e transformações socioeconômicas aceleradas. Entretanto, a inovação não decorre apenas da genialidade criativa ou da capacidade de responder rapidamente às demandas do mercado. Ela exige, sobretudo, uma visão ampla, capaz de conectar o desenvolvimento tecnológico às mudanças sociais, regulatórias, ambientais e geopolíticas que moldam o futuro.

É nesse ponto que os Estudos de Futuros e o *Foresight* Estratégico tornam-se parceiros fundamentais da gestão estratégica da inovação tecnológica. Não se trata de substituir a *expertise* técnica dos inovadores, mas de ampliar sua potência, apresentando fundamentos, metodologias, ferramentas e perspectivas que ajudam a antecipar riscos, identificar oportunidades intersetoriais e fortalecer estratégias de médio e longo prazo. Nesse sentido, enquanto diversos atores, cientistas, empreendedores, gestores, formuladores de políticas e a sociedade em geral, contribuem para a construção de futuros possíveis, os Estudos de Futuros apoiam esse processo ao enriquecer o olhar estratégico e aumentar as chances de que a inovação floresça e encontre caminhos de progresso contínuo. Tudo isso ocorre sempre em diálogo com a pluralidade de futuros (Dator, 2009), com as camadas profundas de narrativas e significados (Inayatullah, 2008) e com uma ética planetária que orienta a inovação rumo a horizontes mais sustentáveis e inclusivos.



Ressalta-se que Estudos de Futuros e *Foresight* Estratégico são termos frequentemente utilizados de forma intercambiável, mas com ênfases contextuais distintas. Enquanto o termo “Estudos de Futuros” é amplamente adotado no ambiente acadêmico para descrever a disciplina que investiga futuros possíveis, plausíveis e preferíveis, “*Foresight* Estratégico” é mais comumente empregado em contextos corporativos e de políticas públicas, focando na aplicação prática de métodos prospectivos para informar decisões estratégicas. Ambos compartilham o objetivo de antecipar cenários futuros e apoiar a tomada de decisões mais bem fundamentadas.

A origem dos Estudos de Futuros remonta ao período pós-Segunda Guerra Mundial, quando instituições estratégicas e centros de pesquisa, como a *Rand Corporation* nos Estados Unidos, passaram a desenvolver métodos de planejamento de longo prazo aplicados a sistemas complexos. Nesse contexto, Kahn e Wiener (1967) propuseram uma abordagem sistemática para a antecipação de múltiplos futuros possíveis, consolidando uma vertente anglo-americana de *Foresight*, caracterizada pela ênfase em cenários estratégicos e análises quantitativas. Na França, desenvolveu-se uma vertente distinta com Berger (1964), mais voltada às dimensões sociais e filosóficas do futuro, e Jouvenel (1967), que introduziu a noção de *futuribles*, defendendo que o futuro não é singular, mas composto por alternativas que se configuram a partir de escolhas humanas conscientes.

Nesse mesmo período, o Clube de Roma, com o relatório *The Limits to Growth* (Meadows *et al.*, 1972), ampliou o horizonte da reflexão prospectiva ao evidenciar os limites do crescimento econômico, dada a finitude de recursos do planeta, colocando a sustentabilidade ambiental e social no centro da discussão global sobre futuros possíveis. Essa reflexão conecta-se também à noção de justiça intergeracional, conforme argumenta Krznaric (2021) em seu livro “Como ser um bom ancestral”, ao destacar que as decisões presentes devem ser tomadas levando em conta o impacto sobre as gerações futuras, ampliando a responsabilidade ética do *Foresight* estratégico.



Destaca-se que, a partir da década de 1970, o setor corporativo começou a incorporar o uso de cenários, destacando-se a experiência da Shell. Sob a liderança de Pierre Wack, sua equipe de planejamento estratégico desenvolveu cenários que permitiram antecipar os choques do petróleo e estruturar respostas estratégicas mais resilientes. Esses trabalhos, posteriormente sistematizados e difundidos por Wack (1985a; 1985b), consolidaram o método como referência de *Foresight* corporativo, conectando a tradição acadêmica e governamental dos anos 1960 às aplicações práticas no mundo empresarial.

Michel Godet consolidou a prospectiva estratégica como campo aplicado com a publicação de *From Anticipation to Action: A Handbook of Strategic Prospective* (UNESCO, 1994), manual de referência internacional elaborado sob sua coordenação. Posteriormente, sua obra *Creating Futures: Scenario Planning as a Strategic Management Tool* (Godet, 2006) sistematizou e detalhou metodologias de aplicação prática, formando uma base metodológica que orienta governos, empresas e instituições na construção de futuros desejáveis.

A contribuição de Dator (2009) foi determinante para consolidar o conceito de múltiplos futuros. Seu método de prospecção de cenários alternativos de futuros, conhecido como “Quatro Imagens Genéricas de Futuros de Manoa” — crescimento econômico, colapso, disciplina e transformação — oferece quadros interpretativos para compreender como tendências emergentes podem gerar resultados radicalmente distintos, dependendo de decisões políticas, econômicas, tecnológicas e sociais (Dator, 2017). Complementarmente, Inayatullah (2008) introduziu a Análise em Camadas Causais (CLA) e os Seis Pilares do Pensamento de Futuros, que enfatizam a importância de explorar não apenas o nível empírico e social, mas também as narrativas culturais, valores e metáforas que moldam as percepções de inovação. Essa profundidade analítica é essencial em



setores de alta tecnologia, onde decisões aparentemente técnicas têm impactos sociais, ambientais e econômicos complexos.

Hines e Bishop (2006) transformaram conceitos de futuros em guias aplicáveis para gestores e instituições, oferecendo métodos para integrar o *Foresight* estratégico à prática da inovação tecnológica. Em conjunto, essas abordagens evidenciam que o *Foresight* pode ser entendido não apenas como um instrumento de análise, mas também como uma mentalidade gerencial capaz de conectar tendências emergentes, oportunidades de inovação e riscos associados.

A importância do *Foresight* se evidencia também nas políticas públicas e na formulação de estratégias nacionais de inovação. No caso do Brasil, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2024-2030 (ENCTI) estabelece a prospecção tecnológica como um eixo central para orientar investimentos estratégicos em áreas emergentes, incluindo inteligência artificial, biotecnologia, nanotecnologia e transição energética (MCTI, 2024). No âmbito internacional, a OCDE, em seu Manual de Oslo (2018), reconhece o valor do *Foresight* como ferramenta de medição e análise de atividades inovativas, reforçando a necessidade de incorporar cenários e estudos prospectivos na avaliação de políticas de inovação. Além dessa contribuição, o manual de Godet (UNESCO, 1994) e documentos como o *Horizon Europe Strategic Foresight Report* (Comissão Europeia, 2021) reforçam que a capacidade de antecipar tendências, avaliar riscos e explorar alternativas é crucial para o desenvolvimento sustentável e para a competitividade tecnológica de longo prazo.

A integração entre Estudos de Futuros / *Foresight* Estratégico e inovação tecnológica é particularmente relevante nas diferentes fases do ciclo de inovação. Na etapa de busca, o *Foresight* permite identificar sinais fracos, tendências emergentes e oportunidades de mercado ainda invisíveis. Na seleção, cenários alternativos ajudam



a avaliar a robustez de ideias e projetos, reduzindo a exposição a riscos estratégicos. Durante a implementação, *roadmaps* tecnológicos e o planejamento baseado em futuros orientam a alocação de recursos, a formação de competências e o desenvolvimento de protótipos coerentes com diferentes trajetórias de inovação. Por fim, na captura de valor, a análise prospectiva sustenta decisões sobre modelos de negócio, estratégias de comercialização e definição de preços, garantindo que a inovação não seja apenas tecnológica, mas também economicamente sustentável e socialmente relevante.

Essa abordagem amplia o horizonte do gestor de inovação, permitindo que decisões sejam tomadas considerando variáveis macroeconômicas, sociais, políticas e ambientais. Além disso, demonstra que o *Foresight* estratégico não é uma atividade isolada, mas um processo que envolve múltiplos atores, incluindo equipes técnicas, líderes corporativos, formuladores de políticas e comunidades impactadas. Essa perspectiva participativa está em consonância com práticas contemporâneas de inovação aberta e cocriação, reforçando a ideia de que a inovação tecnológica é um fenômeno intersetorial e interdisciplinar (Chesbrough, 2003).

Contudo, evidências recentes indicam que o *Foresight*, embora amplamente valorizado, apresenta limitações relevantes que devem ser consideradas. Processos prospectivos podem ser influenciados por vieses cognitivos, restrições institucionais e dificuldades de implementação, resultando, em alguns casos, em cenários conservadores ou com baixo grau de novidade no longo prazo (Weber *et al.*, 2009). Adicionalmente, abordagens tradicionais de *Foresight*, como *roadmapping* linear, tendem a apresentar limitações frente a ambientes altamente dinâmicos e disruptivos, evidenciando a necessidade de evolução metodológica (Nguyen, Mohanty e Ho, 2025).

Apesar de sua consolidação, a literatura contemporânea destaca que a efetividade do *Foresight* depende do desenvolvimento de capacidades organizacionais específicas. Competências como



pensamento sistêmico, pensamento de futuros e capacidade de lidar com complexidade são fundamentais para a aplicação eficaz dessas abordagens (Poperwi, Hondoma e Mataba, 2025). Além disso, a prática do *Foresight* requer integração interdisciplinar e, frequentemente, o apoio de especialistas, uma vez que sua aplicação inadequada pode comprometer a qualidade das decisões estratégicas (Crews, 2023).

Adicionalmente, o avanço das tecnologias digitais tem redefinido as práticas de *Foresight*. A incorporação de inteligência artificial, *big data* e *analytics* preditivo permite a construção de modelos mais dinâmicos e adaptativos de antecipação estratégica, ampliando a capacidade de identificar riscos e oportunidades em tempo real (Ridwan, 2025). Ainda assim, a literatura aponta lacunas na integração entre dimensões tecnológicas, gerenciais e sociais da inovação, indicando a necessidade de abordagens mais holísticas (Gajda, Górska-Warsewicz e Podleśna, 2025).

O futuro da inovação tecnológica também está moldado por tendências globais convergentes, como a digitalização intensiva, a emergência de tecnologias limpas, e as mudanças nos padrões de consumo e mobilidade. Contextos de incerteza, como crises econômicas, mudanças climáticas e instabilidades geopolíticas, reforçam a necessidade de uma abordagem estratégica que combine *Foresight*, flexibilidade e resiliência. Assim, a antecipação de cenários alternativos não é apenas uma atividade acadêmica, mas uma exigência estratégica para qualquer organização que busque relevância, competitividade e impacto positivo na sociedade.

A literatura e as políticas públicas convergem na conclusão de que o futuro não é um destino predeterminado, mas um espaço de escolhas (Dator, 2009; Inayatullah, 2008). A gestão da inovação tecnológica, quando ancorada em Estudos de Futuros e *Foresight* Estratégico, permite que essas escolhas sejam mais informadas, alinhadas a valores organizacionais e sociais, e capazes de gerar impactos duradouros. Por meio de exercícios estruturados de prospectiva,



análise de tendências e construção de cenários, gestores e pesquisadores podem antecipar rupturas, explorar novos mercados, criar valor e fomentar transformações que sejam tanto economicamente viáveis quanto socialmente benéficas.

Em suma, este prefácio cumpre dois objetivos fundamentais. Primeiro, situar o leitor no contexto histórico, conceitual e metodológico dos Estudos de Futuros e do *Foresight* Estratégico, evidenciando como essas abordagens dialogam e se complementam com as práticas de gestão estratégica da inovação tecnológica. Segundo, destacar que a antecipação estratégica não é um exercício paralelo ou abstrato, mas sim uma competência integrada ao trabalho de inovadores, pesquisadores, gestores e formuladores de políticas. Ao articular a visão de longo prazo com a ação prática, os Estudos de Futuros e o *Foresight* Estratégico se colocam como aliados importantes dos profissionais da inovação, oferecendo ferramentas para enfrentar incertezas, identificar oportunidades emergentes e orientar a construção de futuros desejáveis.

REFERÊNCIAS

- BERGER, G. **La prospective**: État et méthodes. Paris: PUF, 1964.
- CHESBROUGH, H. W. **Open Innovation**: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- COMISSÃO EUROPEIA. **Horizon Europe Strategic Foresight Report**. Bruxelas: Comissão Europeia, 2021. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/strategic-Foresight-report-2021_en.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.
- CREWS, C. As innovation changes, so must Foresight. **Research-Technology Management**, v. 66, n. 1, p. 66-67, 2023. <https://doi.org/10.1080/08956308.2023.2141048>
- DATOR, J. Alternative Futures at the Manoa School. **Journal of Futures Studies**, v. 14, n. 2, p. 1-18, 2009.



DATOR, J. Manoa's four generic images of the futures. *APF Compass*, 2-6, July 2017

GAJDA, W.; GÓRSKA-WARSEWICZ, H.; PODLEŚNA, K. AI-based innovation management: a bibliometric analysis. *Journal of Management*, n. 2, p. 41, 2025. <https://doi.org/10.38104/vadyba.2025.2.08>

GODET, M. **Creating Futures**: Scenario Planning as a Strategic Management Tool. Paris: Economica, 2006.

HINES, A.; BISHOP, P. **Thinking about the Future**: Guidelines for Strategic Foresight. Washington, DC: Social Technologies, 2006. <https://doi.org/10.1108/14636680810856044>

INAYATULLAH, S. Six Pillars: Futures Thinking for Transforming. *Foresight*, v. 10, n. 1, p. 4-21, 2008. <https://doi.org/10.1108/14636680810855991>

JOUVENEL, B. **L'Art de la Conjecture**. Paris: Éditions du Rocher, 1967.

KAHN, H.; WIENER, A. J. **The Year 2000**: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years. New York: Macmillan, 1967.

KRZNARIC, R. **Como ser um bom ancestral**: o poder transformador da visão de longo prazo. Rio de Janeiro: Zahar, 2021.

MCTI. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2024-2030**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024.

MEADOWS, D. H. *et al.* **The Limits to Growth**. New York: Universe Books, 1972.

NGUYEN, H.; MOHANTY, S.; HO, J-Y. Strategic Foresight in the Digital Transformation Era: Roadmapping Inspired by Design Thinking. *Futures & Foresight Science*, v. 7, n. 3, p. e70029, 2025. <https://doi.org/10.1002/ffo2.70029>

OECD. **Oslo Manual 2018**: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4. ed. Paris: OECD Publishing, 2018.

POPERWI, L.; HONDOMA, T.; MATABA, A. Futures Focus: A Systematic Review of Scenario Planning, Strategic Foresight and Dynamic Capabilities. **Futures: The Zimbabwe Ezekiel Guti University Journal of Leadership, Governance and Development**, v. 4, n. 1-2, p. 301-322, 2025. <https://doi.org/10.71458/721nkq04>.



RIDWAN, I. B. Dynamic strategic Foresight using predictive business analytics: Strategic modeling of competitive advantage in unstable market and innovation ecosystems.

World Journal of Advanced Research and Reviews, v. 26, n. 2, p. 473-493, 2025.

<https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.2.1730>

UNESCO. **From anticipation to action**: a handbook of strategic prospective. Paris:

UNESCO Publishing, 1994. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000184010)

pf0000184010. Acesso em: 20 ago. 2025.

WACK, P. **Scenarios**: shooting the rapids. Harvard Business Review, v. 63, n. 6,

p. 139-150, 1985b.

WACK, P. **Scenarios**: uncharted waters ahead. Harvard Business Review, v. 63, n. 5,

p. 73-89, 1985a.

WEBER, K. Matthias *et al.* Trade-offs between policy impacts of future-oriented analysis: experiences from the innovation policy Foresight and strategy process of the City of Vienna.

Technology Analysis & Strategic Management, v. 21, n. 8, p. 953-969, 2009.

<https://doi.org/10.1080/09537320903262314>



INTRODUÇÃO

MAPA DA INOVAÇÃO: GESTÃO ESTRATÉGICA AO IMPACTO GLOBAL

Fábio Luís Falchi de Magalhães
Rogério Scabim Morano

A presente obra, Práticas de Gestão da Inovação – Volume V, representa o esforço coletivo de pesquisadores, mestrandos e doutorandos, além de seus respectivos orientadores e coorientadores vinculados ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Inovação Tecnológica (PPG-PIT) da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), articulando produção científica aplicada, visão estratégica e compromisso com a transformação tecnológica contemporânea. Em um contexto marcado pela aceleração digital, pela intensificação da competitividade global e pela emergência de tecnologias disruptivas, a gestão da inovação deixa de ser apenas uma função operacional e passa a ocupar posição central na formulação de estratégias organizacionais sustentáveis e orientadas à geração de valor econômico e social (Füller, Tekic e Hutter, 2024; Bertello, De Bernardi e Ricciardi, 2024; Zammar, Kovaleski e Pagani, 2024).

Nas últimas décadas, a literatura internacional passou a compreender a inovação como um fenômeno sistêmico, interdisciplinar e fortemente dependente da integração entre capacidades organizacionais, ambientes colaborativos e ecossistemas tecnológicos. Essa perspectiva amplia a visão tradicional centrada exclusivamente em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), reconhecendo que a geração de inovação depende da capacidade das organizações de articular conhecimento, criatividade coletiva, inteligência de mercado e aprendizagem contínua em ambientes complexos e altamente dinâmicos (Acar *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024).



Nesse cenário, programas acadêmicos voltados à inovação tecnológica assumem papel estratégico na formação de profissionais capazes de transformar conhecimento científico em soluções concretas para os desafios econômicos, sociais e ambientais contemporâneos. O PPG-PIT da Unifesp consolida-se como um ambiente de convergência entre universidade, setor produtivo e sociedade, promovendo pesquisas aplicadas voltadas à transformação digital, sustentabilidade, tecnologias emergentes e modernização das cadeias produtivas. Tal direcionamento está alinhado às tendências identificadas pela literatura sobre inovação aberta, ecossistemas colaborativos e transformação organizacional orientada por tecnologias digitais (Bertello, De Bernardi e Ricciardi, 2024).

A relevância desta coletânea também se manifesta pela diversidade temática dos estudos apresentados, os quais abordam desde flexibilidade estratégica, inteligência artificial e gestão do conhecimento até sustentabilidade, ecossistemas de inovação e competitividade internacional. Essa pluralidade reflete uma das principais transformações observadas na literatura contemporânea: a inovação não é mais compreendida como resultado isolado de departamentos específicos, mas como consequência de processos integrados que envolvem cultura organizacional, capacidades dinâmicas, liderança, governança e cooperação interinstitucional (Johnsson, 2023; Acar *et al.*, 2024; Füller, Tekic e Hutter, 2024).

Além disso, os estudos reunidos neste volume reforçam a necessidade de compreender a inovação sob uma perspectiva estratégica e prospectiva, especialmente em contextos de elevada incerteza tecnológica. O avanço acelerado da inteligência artificial, da automação, da análise de dados e das plataformas digitais exige das organizações novas capacidades de antecipação, adaptação e aprendizado contínuo, tornando indispensável a integração entre *foresight* tecnológico, gestão estratégica e inovação sustentável (Füller, Tekic e Hutter, 2024).



Dessa forma, esta obra não apenas apresenta estudos acadêmicos sobre gestão da inovação, mas também oferece uma visão integrada das transformações tecnológicas e organizacionais que vêm redefinindo empresas, governos, universidades e ecossistemas produtivos em escala global. Ao conectar teoria, prática e análise crítica, o Volume V reafirma o compromisso do PPG-PIT da Unifesp com a produção de conhecimento científico aplicado e com a construção de soluções inovadoras orientadas ao desenvolvimento sustentável e à competitividade tecnológica brasileira (Silva *et al.*, 2024; Zammar, Kovalski e Pagani, 2024).

Nesta jornada de conhecimento, contamos com a ilustre contribuição do Professor Doutor Antonio Yukio Ueta, que em 2026 assume a posição de Docente Visitante do PPG-PIT. Com sua vasta *expertise*, o professor aceitou gentilmente o desafio de assinar o Prefácio desta edição, trazendo reflexões fundamentais sobre o papel da antecipação estratégica e do *foresight* no fortalecimento do ciclo de inovação tecnológica.

O CICLO DE INOVAÇÃO SOB A ÓTICA DE TIDD E BESSANT

A estrutura conceitual que sustenta os capítulos desta obra encontra fundamento no modelo de gestão da inovação proposto por Tidd e Bessant (2015), cuja abordagem compreende a inovação como um processo contínuo, sistêmico e estrategicamente orientado. Diferentemente das abordagens lineares tradicionais, o modelo enfatiza que a inovação emerge da interação dinâmica entre busca por oportunidades, seleção estratégica, implementação organizacional e captura de valor. Estudos reforçam essa compreensão ao demonstrar que a gestão da inovação depende da integração entre capacidades



dinâmicas, inteligência organizacional e mecanismos de adaptação contínua frente às rápidas transformações tecnológicas e mercadológicas (Füller, Tekic e Hutter, 2024; Zammar, Kovaleski e Pagani, 2024).

A primeira etapa do ciclo, denominada Busca, corresponde à capacidade organizacional de identificar sinais, tendências, demandas emergentes e oportunidades tecnológicas no ambiente interno e externo. Em um cenário caracterizado por transformação digital acelerada, inteligência artificial e inovação aberta, essa fase assume importância ainda mais estratégica, exigindo monitoramento contínuo de tecnologias emergentes, redes colaborativas e mudanças regulatórias. Pesquisas indicam que organizações inovadoras dependem cada vez mais da integração entre análise de dados, inteligência competitiva e ecossistemas colaborativos para ampliar sua capacidade de identificação de oportunidades inovadoras (Bertello, De Bernardi e Ricciardi, 2024).

A etapa de Seleção representa o momento decisório no qual as organizações definem quais ideias, projetos ou tecnologias receberão investimentos e recursos estratégicos. Trata-se de uma fase crítica, pois envolve gerenciamento de riscos, priorização de oportunidades e alinhamento entre inovação e estratégia organizacional. A literatura evidencia que ferramentas analíticas, inteligência artificial e métodos avançados de apoio à decisão vêm ampliando significativamente a capacidade das organizações de reduzir incertezas e aumentar a assertividade na seleção de iniciativas inovadoras (Füller, Tekic e Hutter, 2024; Zammar, Kovaleski e Pagani, 2024).

Na sequência, a fase de Implementação traduz ideias em soluções concretas, exigindo capacidades organizacionais relacionadas à coordenação de projetos, desenvolvimento tecnológico, gestão do conhecimento e integração entre equipes multidisciplinares. A literatura contemporânea destaca que a implementação bem-sucedida depende de flexibilidade organizacional, aprendizagem contínua, cultura colaborativa e articulação entre gestão de projetos



e inovação tecnológica. Em ambientes altamente dinâmicos, a capacidade de transformar conhecimento em aplicações práticas tornou-se um diferencial competitivo fundamental (Johnsson, 2023; Acar *et al.*, 2024). Por fim, a etapa de Captura de Valor encerra o ciclo da inovação ao assegurar que os resultados obtidos gerem benefícios econômicos, sociais, ambientais e estratégicos para organizações e ecossistemas. Estudos demonstram que a capacidade de captura de valor está diretamente associada à integração entre inovação aberta, sustentabilidade, transformação digital e gestão de ecossistemas colaborativos. Nesse contexto, o sucesso da inovação deixa de ser medido apenas por indicadores financeiros, passando a incluir impacto social, sustentabilidade e geração de conhecimento compartilhado (Silva *et al.*, 2024; Bertello, De Bernardi e Ricciardi, 2024).

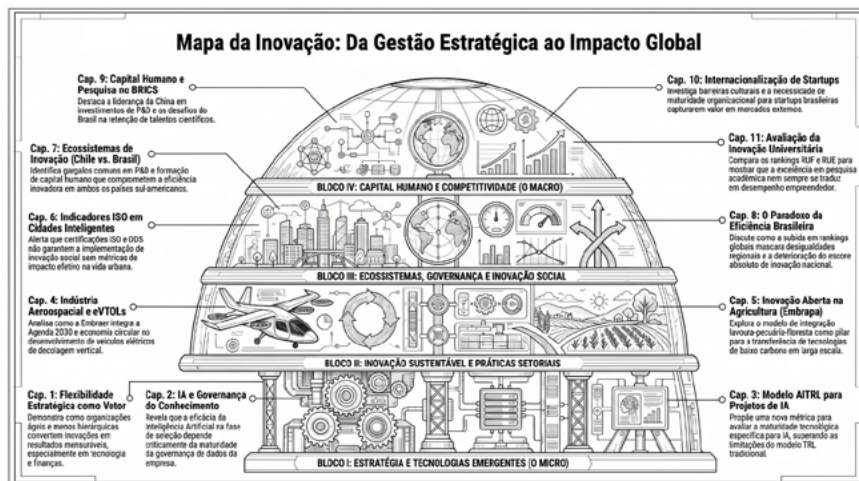
Assim, o modelo de Tidd e Bessant (2015) permanece extremamente atual ao oferecer uma visão integrada da inovação como processo estratégico, contínuo e multidimensional. Os capítulos reunidos neste Volume V dialogam diretamente com essa perspectiva ao evidenciarem que a inovação contemporânea exige não apenas domínio tecnológico, mas também capacidade analítica, articulação institucional, liderança estratégica e adaptação permanente às transformações do ambiente competitivo global (Füller, Tekic e Hutter, 2024; Silva *et al.*, 2024).

ESTRUTURAÇÃO DO LIVRO

A Figura 1 apresenta um infográfico com a distribuição dos 11 artigos organizados nos quatro blocos temáticos desta obra.



Figura 1 – Estrutura temática dos blocos e artigos do livro - Práticas de Gestão da Inovação – Volume V



Fonte: Os autores (2026).

Conforme ilustrado na Figura 1, a obra está estruturada em quatro blocos: o Bloco I e o Bloco IV reúnem três artigos cada, enquanto o Bloco II e o Bloco III congregam dois e três artigos, respectivamente. Essa distribuição reflete uma jornada lógica e progressiva que parte do Micro — capacidades internas de gestão e tecnologias emergentes — para o Macro — ecossistemas, competitividade global e métricas de impacto. O Bloco I estabelece as fundações estratégicas e tecnológicas do ciclo de inovação. O Bloco II avança para a implementação setorial, onde a teoria enfrenta os desafios concretos da sustentabilidade. O Bloco III amplia a lente para o ambiente sistêmico, diagnosticando ecossistemas urbanos e nacionais. O Bloco IV encerra a obra avaliando os resultados da inovação na educação, no capital humano e na competitividade internacional.



BLOCO I: ESTRATÉGIA E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Capítulo 1: Flexibilidade estratégica como vetor da inovação: evidências e práticas de relatórios de mercado

Com base em relatórios da McKinsey, este estudo investiga como a flexibilidade estratégica se traduz em práticas organizacionais concretas. Organizações ágeis e menos hierárquicas demonstram crescimento superior em receita e capacidade inovadora, especialmente nos setores de tecnologia e serviços financeiros.

Sob a ótica de Tidd e Bessant (2015), o artigo foca nas fases de Implementação e Captura de Valor, argumentando que uma arquitetura organizacional adaptativa é o verdadeiro motor da conversão de inovações em resultados mensuráveis. Conclui-se que a flexibilidade estratégica é pré-requisito para vantagens competitivas duradouras.

Capítulo 2: Além da busca: a sinergia entre inteligência artificial e gestão do conhecimento para fortalecer a fase de seleção na inovação

Este estudo explora como a sinergia entre Inteligência Artificial e Gestão do Conhecimento fortalece a fase de Seleção do ciclo de inovação, combinando revisão sistemática da literatura com análise documental de relatórios do período 2021–2024.

Os resultados revelam que a eficácia da IA depende diretamente da maturidade dos processos de Gestão do Conhecimento. Sem governança sólida sobre a qualidade dos dados, surgem decisões desalinhadas. Conclui-se que a IA desloca o foco estratégico



da geração de ideias para a governança da seleção, impactando as fases subsequentes de Implementação e Captura de Valor.

Capítulo 3:
Análise do grau de maturidade tecnológica em inteligência artificial (IA):
estudo dos projetos no programa Fapesp Pipe

Este capítulo propõe o modelo AITRL para superar as limitações dos modelos TRL e STRL na avaliação de projetos de IA, com base na análise do programa FAPESP PIPE Fase 1. O crescimento expressivo da IA no ecossistema paulista convive com concentração predominante nos níveis iniciais de maturidade tecnológica.

O estudo de caso do projeto CityVox demonstra que classificações genéricas de *software* ocultam a complexidade real de projetos de IA. O AITRL emerge como ferramenta para otimizar investimentos, aumentar a transparência tecnológica e contribuir para academia, mercado e sociedade.

BLOCO II:
INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL E PRÁTICAS SETORIAIS

Capítulo 4:
A implementação da inovação sustentável na indústria aeroespacial:
o caso dos eVTOLs da Embraer sob a ótica da agenda 2030

Este estudo analisa as práticas de inovação sustentável da Embraer no desenvolvimento de eVTOLs, avaliando sua aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. A pesquisa concentra-se na fase de Implementação, examinando como a organização integra princípios de economia circular e tecnologias de baixa emissão em sua cadeia de valor.



Os resultados revelam avanços expressivos, mas também desafios estruturais persistentes, como o paradoxo ambiental das baterias de lítio. Conclui-se que a consolidação de um modelo sustentável exige avanços regulatórios e infraestrutura robusta para mitigar passivos ecológicos residuais.

Capítulo 5:
Estratégias de inovação aberta para a agricultura sustentável:
um estudo baseado no projeto ILPF da Embrapa

Este capítulo analisa as estratégias de inovação aberta aplicadas ao macroprojeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta da Embrapa, mapeando o fluxo de transferência de tecnologia e seus impactos econômicos e ambientais. A pesquisa demonstra forte aderência às fases de Implementação e Captura de Valor do ciclo de Tidd e Bessant (2015).

Redes interinstitucionais e um modelo descentralizado de experimentação viabilizam a difusão de práticas de baixo carbono adaptadas às realidades regionais. Conclui-se que a gestão de parcerias multissetoriais é o pilar central para superar barreiras operacionais e validar transferência tecnológica em larga escala.

BLOCO III:
ECOSSISTEMAS, GOVERNANÇA E INOVAÇÃO SOCIAL

Capítulo 6:
Alinhamento estratégico para o impacto:
utilizando indicadores ODS e ISO para estruturar a inovação social urbana

Este artigo analisa como a articulação entre os ODS e os indicadores das normas ISO 37120, 37122 e 37123 estrutura estrategicamente



a governança de cidades inteligentes e resilientes. O mapeamento de indicadores ISO e suas correlações com os 17 ODS identifica aqueles diretamente vinculados à inovação social urbana.

Os indicadores operam com robustez nas fases de Busca e Seleção, mas evidencia-se uma desconexão crítica: a certificação não garante a Implementação. Sem *framework* explícito para Captura de valor social, as iniciativas tendem a gerar apenas “cidades instrumentadas”, demandando métricas de impacto efetivo.

Capítulo 7:
Ecossistemas de inovação no Chile e Brasil:
análise comparativa da evolução, políticas e desafios
para o desenvolvimento sustentável

Este estudo compara como Brasil e Chile enfrentam o desafio de converter esforços institucionais em resultados concretos de inovação, combinando dados do Índice Global de Inovação do período 2012–2024 com análise documental e estudo de caso, focando nas fases de Seleção e Implementação.

Deficiências compartilhadas em P&D, cooperação universidade-empresa e formação de capital humano comprometem a eficiência inovadora de ambos os países. Conclui-se que fortalecer a coordenação público-privada e ampliar investimentos em educação e governança são condições essenciais para superar obstáculos estruturais comuns.

Capítulo 8:
O paradoxo da eficiência:
análise longitudinal do ecossistema de inovação brasileiro (2015-2024)

Este capítulo apresenta um diagnóstico longitudinal da inovação brasileira, integrando o Índice Global de Inovação e o Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (IBID), sob a perspectiva das fases de Busca e Captura de Valor.



Os resultados expõem o paradoxo central: a ascensão do Brasil em rankings globais mascara a deterioração contínua do escore absoluto nacional. Persistem desigualdades regionais severas, com o eixo Sul-Sudeste concentrando a eficiência tecnológica. Conclui-se que ganhos relativos são insustentáveis sem políticas focadas em segurança regulatória e democratização do acesso tecnológico.

BLOCO IV: CAPITAL HUMANO, COMPETITIVIDADE E MÉTRICAS DE IMPACTO

Capítulo 9: Capital humano e pesquisa no BRICS: uma análise comparativa do desempenho no Índice Global de Inovação

Este estudo compara os indicadores de inovação dos países originais do BRICS com ênfase no pilar de Capital Humano e Pesquisa, focando nas fases de Busca e Captura de Valor do ciclo de inovação.

A China lidera consistentemente pelo volume de investimentos em P&D e estabilidade política, enquanto o Brasil enfrenta desafios estruturais em educação, infraestrutura e fragmentação de políticas públicas. Conclui-se que o aporte contínuo em pesquisa é o determinante mais robusto do progresso econômico, sendo a retenção de talentos científicos fator crítico para economias emergentes.

Capítulo 10: Internacionalização de startups brasileiras: o impacto das barreiras culturais e da maturidade no ciclo de inovação

Este capítulo investiga os desafios culturais e estruturais enfrentados por *startups* brasileiras na internacionalização, com foco nas fases de Implementação e Captura de Valor. Os referenciais de



Lonner, Berry e Hofstede (1980) explicam por que modelos de negócio domésticos frequentemente falham no exterior.

Startups nascentes esbarram na ausência de redes e na complexidade da adaptação cultural, enquanto empresas maduras demonstram maior capacidade de absorver o choque e estabelecer operações sustentáveis. Conclui-se que mentalidade global e maturidade organizacional são determinantes para a captura de valor em mercados internacionais.

Capítulo 11:

Avaliação da inovação universitária no Brasil: divergências metodológicas entre o RUF e o RUE

Este estudo encerra o volume com uma análise comparativa entre o Ranking Universitário Folha (RUF) e o Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE), avaliando o posicionamento das principais universidades brasileiras sob a ótica das fases de Busca e Captura de Valor.

O RUF prioriza pesquisa e patentes, enquanto o RUE privilegia cultura de *startups* e parcerias produtivas. As discrepâncias revelam que excelência acadêmica não garante desempenho empreendedor. Conclui-se que a inovação universitária opera em espectro dual, exigindo leitura complementar de ambos os sistemas para identificar parceiros estratégicos de transferência tecnológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao percorrer as páginas deste Volume V, o leitor encontrará mais do que uma coleção de artigos acadêmicos; encontrará um roteiro estratégico para navegar as incertezas da economia digital



e sustentável. Esta obra reafirma o compromisso do PPG-PIT da Unifesp com a produção de conhecimento que não apenas descreve o mundo, mas fornece as ferramentas necessárias para transformá-lo, unindo o rigor metodológico das universidades à agilidade exigida pelo mercado profissional.

Desejamos que as reflexões e diretrizes aqui apresentadas sirvam de inspiração para gestores, pesquisadores e formuladores de políticas públicas empenhados em construir um ecossistema de inovação mais robusto, ético e competitivo. Que esta leitura seja o ponto de partida para novas parcerias e inovações que, fundamentadas na ciência e na colaboração multissetorial, impulsionem o progresso sustentável do Brasil no cenário global.

REFERÊNCIAS

ACAR, O. A. *et al.* Collective creativity and innovation: An interdisciplinary review, integration, and research agenda. **Journal of Management**, v. 50, n. 6, p. 2119-2151, 2024. <https://doi.org/10.1177/01492063231212416>

BERTELLO, A.; DE BERNARDI, P.; RICCIARDI, F. Open innovation: status quo and quo vadis—an analysis of a research field. **Review of Managerial Science**, v. 18, n. 2, p. 633-683, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00655-8>

FÜLLER, J.; TEKIC, Z.; HUTTER, K. Rethinking innovation management—How AI is changing the way we innovate. **The Journal of Applied Behavioral Science**, v. 60, n. 4, p. 603-612, 2024. <https://doi.org/10.1177/00218863241287323>

JOHNSSON, M. Creating global high-performing innovation teams—insights and guidelines. **Journal of Innovation Management**, v. 11, n. 2, p. 71-117, 2023. https://doi.org/10.24840/2183-0606_011.002_0004

LONNER, W. J.; BERRY, J. W.; HOFSTEDE, G. H. **Culture's consequences**: International differences in work-related values. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship, 1980.



SILVA, L. E. N. *et al.* Innovation processes in ecosystem settings: An integrative framework and future directions. **Technovation**, v. 132, p. 102984, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.102984>

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZAMMAR, A.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Innovation management tools: A comprehensive literature approach of the last three decades. **Management Review Quarterly**, v. 74, n. 2, p. 1119-1143, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11301-023-00329-5>



Bloco

ESTRATÉGIA E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Figura 1 – Bloco I e seus respectivos capítulos

Cap. 1: Flexibilidade Estratégica como Vetor

Demonstra como organizações ágeis e menos hierárquicas convertem inovações em resultados mensuráveis, especialmente em tecnologia e finanças.

Cap. 2: IA e Governança do Conhecimento

Revela que a eficácia da Inteligência Artificial na fase de seleção depende criticamente da maturidade da governança de dados da empresa.

Cap. 3: Modelo AITRL para Projetos de IA

Propõe uma nova métrica para avaliar a maturidade tecnológica específica para IA, superando as limitações do modelo TRL tradicional.

BLOCO I: ESTRATÉGIA E TECNOLOGIAS EMERGENTES (O MICRO)

Fonte: Os autores (2026).

1

*João Antônio Nunes
Luiz Gustavo Ferreira da Silva Trufilho
Marco Aurélio da Conceição Ribeiro
Welton Hebert da Silva
Matheus Cardoso Moraes
Antônio Yukio Ueta
João de Paula Ribeiro Neto
Fábio Luís Falchi de Magalhães*

FLEXIBILIDADE ESTRATÉGICA COMO VETOR DA INOVAÇÃO:

**EVIDÊNCIAS E PRÁTICAS
DE RELATÓRIOS DE MERCADO**

RESUMO:

Em um cenário de negócios dinâmico, acelerado pela transformação digital, a capacidade de inovar tornou-se um fator crítico para a competitividade, embora muitas empresas enfrentem dificuldades em traduzir a teoria em modelos operacionais eficazes. O objetivo deste estudo é, portanto, preencher a lacuna na literatura ao investigar como a flexibilidade estratégica é operacionalizada em práticas organizacionais concretas para impulsionar a inovação. Para isso, adotou-se uma análise documental de natureza qualitativa e exploratória, baseada em relatórios da consultoria McKinsey publicados entre 2017 e 2021, utilizando a análise de conteúdo para extrair e categorizar as práticas adotadas. Os resultados indicam que organizações que incorporam metodologias ágeis e descentralizam a tomada de decisão apresentam maior crescimento de receita, engajamento dos funcionários e capacidade de inovação, com setores como tecnologia e serviços financeiros liderando essa adoção. Posicionado no ciclo de inovação de Tidd e Bessant, o estudo demonstra que o sucesso nas fases de Implementação e Captura de Valor não depende apenas de tecnologia, mas de uma arquitetura organizacional adaptativa que permite a execução eficaz e a conversão de inovações em resultados de negócio mensuráveis. Conclui-se que a flexibilidade estratégica não é um atributo opcional, mas um componente central da Gestão Estratégica da Inovação (GEI), atuando como um pré-requisito para o crescimento sustentável e a consolidação de vantagens competitivas duradouras.

Palavras-chave: Flexibilidade Estratégica; Gestão da Inovação; Agilidade Organizacional; Transformação Digital; Capacidades Dinâmicas; Desempenho Inovador.



ABSTRACT:

In a dynamic business landscape accelerated by digital transformation, the capacity to innovate has become a critical factor for competitiveness, although many companies face difficulties in translating theory into effective operational models. The objective of this study is, therefore, to address the gap in the literature by investigating how strategic flexibility is operationalized into concrete organizational practices to drive innovation. To this end, a qualitative and exploratory documentary analysis was adopted, based on McKinsey consulting reports published between 2017 and 2021, utilizing content analysis to extract and categorize the adopted practices. The results indicate that organizations incorporating agile methodologies and decentralizing decision-making exhibit higher revenue growth, employee engagement, and innovation capacity, with sectors such as technology and financial services leading this adoption. Positioned within Tidd and Bessant's innovation cycle, the study demonstrates that success in the Implementation and Value Capture phases relies not solely on technology, but on an adaptive organizational architecture that enables effective execution and the conversion of innovations into measurable business outcomes. It is concluded that strategic flexibility is not an optional attribute, but a core component of Strategic Innovation Management, acting as a prerequisite for sustainable growth and the consolidation of sustained competitive advantages.

Keywords: *Strategic Flexibility; Innovation Management; Organizational Agility; Digital Transformation; Dynamic Capabilities; Innovative Performance.*



1. INTRODUÇÃO

A Gestão Estratégica da Inovação (GEI) tem se consolidado como uma disciplina essencial para empresas que buscam se adaptar a um cenário de mudanças tecnológicas rápidas e imprevisíveis (Rismayani, Manuel e Latifah, 2022). Se antes da pandemia empresas inovadoras já demonstravam desempenho superior de até 30% (Kaleta, Radomska e Sołoducho-Pelc, 2018), a aceleração digital recente tornou essa capacidade ainda mais crítica (Matskiv *et al.*, 2025; Jarzębowski *et al.*, 2024). Estudos recentes mostram que a digitalização amplia não apenas a eficiência e a produtividade, mas também a capacidade de resposta estratégica das empresas frente à volatilidade dos mercados globais. Além disso, evidencia-se que economias com maior maturidade digital registram níveis superiores de competitividade e inovação colaborativa, sobretudo quando apoiadas por políticas públicas de integração tecnológica.

Diante desse contexto, a flexibilidade estratégica, a capacidade de uma organização de ajustar suas estratégias e operações em resposta a mudanças ambientais (Li *et al.*, 2017), emerge como um fator determinante. A evolução da GEI demonstra uma mudança de paradigma, superando o modelo linear e fechado, centrado em P&D (Schumpeter, 1942), para um fenômeno descentralizado e colaborativo, como a Inovação Aberta (Chesbrough, 2006; Sá, Ferreira e Jayantilal, 2025). Essa transformação, impulsionada por tecnologias digitais e metodologias ágeis (Farnese, Fida e Livi, 2015), exigiu que as empresas desenvolvessem capacidades dinâmicas para reconfigurar suas operações e capturar novas oportunidades de mercado (Martinez-Sanchez, Vicente-Oliva e Perez-Perez, 2020). Nesse sentido, a integração entre digitalização e inovação estratégica passa a ser vista como o principal motor para o reposicionamento competitivo de empresas e nações.

A justificativa para este estudo reside na necessidade de compreender como o conceito de flexibilidade estratégica é efetivamente



aplicado na prática. Embora a literatura estabeleça sua importância teórica (Brozović, 2018; Li *et al.*, 2017) e aponte os desafios em estruturas tradicionais (Alzuod e Alqhaiwi, 2022), há uma lacuna em estudos empíricos que detalhem como as empresas operacionalizam essa flexibilidade em práticas organizacionais concretas. A literatura indica que estruturas menos hierárquicas e mais colaborativas aceleram a inovação (Bock *et al.*, 2012), mas carece de uma visão panorâmica sobre as abordagens adotadas em larga escala. Diante disso, a presente pesquisa busca responder à seguinte questão de pesquisa: Como a flexibilidade estratégica é operacionalizada em práticas organizacionais para impulsionar a inovação, segundo as evidências de relatórios de mercado de grande alcance?

Sob a ótica do ciclo da inovação (Tidd; Bessant, 2015), este trabalho foca na fase de Implementação, que envolve a adoção e o escalonamento de novas tecnologias e processos. O objetivo deste estudo é, portanto, identificar e categorizar as principais práticas organizacionais associadas à flexibilidade estratégica que, segundo relatórios da consultoria McKinsey publicados entre 2017 e 2021, impactam o desempenho inovador. Ao analisar como empresas líderes alinham suas estruturas para maximizar a eficiência e mitigar riscos (Muneed *et al.*, 2022), a pesquisa visa oferecer insights práticos sobre a transição de modelos reativos para abordagens mais dinâmicas e competitivas (Shalender e Yadav, 2019; Mulaa, Kilika e Namusonge, 2021).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A GESTÃO DA INOVAÇÃO E A NECESSIDADE DE CAPACIDADES DINÂMICAS

A GEI é um campo interdisciplinar que visa gerar vantagens competitivas sustentáveis (Rismayani, Manuel e Latifah, 2022). Para compreender seu funcionamento, é útil recorrer ao modelo do



processo de inovação, que se desdobra em fases como Busca, Seleção, Implementação e Captura de Valor (Tidd; Bessant, 2015; Tidd, Huizingh e Conn, 2024). Estudos recentes destacam que a oitava edição do modelo proposto por Tidd, Huizingh e Conn (2024) incorpora dimensões de aprendizado organizacional contínuo e de integração entre ecossistemas locais e globais de inovação, tornando o *framework* ainda mais alinhado às exigências da economia digital.

Historicamente, a gestão da inovação evoluiu de uma visão linear e fechada, focada na “destruição criativa” interna (Schumpeter, 1942), para modelos abertos e colaborativos que valorizam redes externas (Chesbrough, 2006). Essa transição para ambientes mais voláteis e complexos tornou imperativo o desenvolvimento de capacidades dinâmicas, definidas como a aptidão da empresa para integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas (Teece, 2018). Evidências empíricas recentes mostram que tais capacidades são reforçadas quando as organizações promovem estruturas flexíveis e aprendizagem interorganizacional, fatores que ampliam significativamente sua capacidade adaptativa (Fahl e Amaral, 2024).

2.2. FLEXIBILIDADE ESTRATÉGICA COMO CAPACIDADE DINÂMICA CENTRAL

Isso nos leva ao conceito de flexibilidade estratégica, um componente essencial das capacidades dinâmicas. Ela é definida como a habilidade de uma organização de ajustar proativamente suas estratégias e operações em resposta a mudanças ambientais, tecnológicas e de mercado (Li *et al.*, 2017). Em ambientes de alta incerteza, essa flexibilidade é o que permite a uma empresa manter a competitividade e sustentar um processo contínuo de inovação (Brozović, 2018). Conforme a literatura, a flexibilidade estratégica pode ser decomposta em dimensões como a de recursos (alocação ágil de capital) e a de coordenação (reconfiguração de processos) (Brozović, 2018).



O impacto da flexibilidade estratégica na inovação é significativo. Estudos demonstram que ela permite que empresas se adaptem às mudanças com maior rapidez e eficiência (Awais *et al.*, 2023), identifiquem oportunidades emergentes antes dos concorrentes (Kamaşak *et al.*, 2016) e facilitem a criação de novos modelos de negócio e parcerias globais. Essa capacidade é especialmente crítica em setores que sofrem disrupção constante, como tecnologia da informação e manufatura avançada (Widiana e Soetjipto, 2021).

2.3. A OPERACIONALIZAÇÃO DA FLEXIBILIDADE POR MEIO DE PRÁTICAS ORGANIZACIONAIS

A flexibilidade estratégica, contudo, não é um atributo abstrato; ela se manifesta por meio de práticas organizacionais concretas. Essas práticas abrangem as metodologias e abordagens que as organizações adotam para fomentar a inovação de forma alinhada aos seus objetivos (Mulaa, Kilika e Namusonge, 2021). A eficácia dessas práticas depende de fatores habilitadores internos. A liderança estratégica e uma cultura organizacional que encoraja a experimentação e a assunção de riscos são cruciais para promover a diferenciação competitiva (Hassan e Raziq, 2019).

Igualmente importante é a estrutura organizacional. Estruturas flexíveis, menos hierárquicas e mais colaborativas favorecem a agilidade na tomada de decisão e aceleram o processo de inovação, pois permitem maior autonomia e experimentação contínua (Bock *et al.*, 2012). O alinhamento dessas práticas com a estratégia de negócios, muitas vezes apoiado por ferramentas de gestão, é o que garante que a inovação em produtos, processos e modelos de negócios se traduza em crescimento sustentável e vantagens competitivas duradouras (Mulaa, Kilika e Namusonge, 2021).



2.4. LACUNA NA LITERATURA E O CAMINHO DA PESQUISA

Em suma, a literatura estabelece uma forte correlação teórica entre a flexibilidade estratégica e o desempenho inovador, apontando práticas organizacionais, cultura e estrutura como seus principais componentes. Contudo, há uma lacuna na compreensão de como essa flexibilidade é operacionalizada em larga escala no ambiente corporativo, especialmente no que tange às práticas específicas que empresas líderes adotam para se manterem competitivas. Muitos estudos focam na relação conceitual (Brozović, 2018) ou em casos isolados (Bock *et al.*, 2012), faltando uma visão panorâmica e empírica das tendências atuais.

Para endereçar essa lacuna, este estudo se propõe a investigar quais são essas práticas organizacionais e como elas se manifestam em diferentes setores. Para isso, a metodologia deste trabalho recorrerá à análise de relatórios produzidos por uma consultoria de alcance global, conforme detalhado na próxima seção.

3. METODOLOGIA

Este estudo adota a abordagem de análise documental de natureza qualitativa e exploratória, método justificado pela necessidade de investigar em profundidade um fenômeno contemporâneo, a aplicação da flexibilidade estratégica, dentro de seu contexto real (Bowen, 2009). A escolha desta abordagem alinha-se ao objetivo de compreender o impacto da flexibilidade estratégica na GEI, permitindo identificar e interpretar tendências a partir de registros institucionais.



O corpus da pesquisa é composto por relatórios da consultoria McKinsey. Optou-se por esta fonte devido à sua posição de liderança em consultoria estratégica e pelo acesso a dados de um vasto conjunto de corporações globais, o que oferece um panorama prático e influente das tendências de gestão. A seleção dos documentos foi realizada de forma sistemática: foi conduzida uma busca no portal da consultoria com as palavras-chave "*strategic flexibility*", "*agile organization*" e "*innovation*" para o período de 2017 a 2021. Dentre os resultados, foram selecionados os cinco relatórios que apresentavam maior aderência ao escopo da pesquisa e impacto, fornecendo assim um suporte empírico robusto para a análise.

A técnica de análise de dados foi a análise de conteúdo, seguindo a abordagem categorial descrita por Bardin (2011). O processo foi operacionalizado em três fases: 1) pré-análise, com a leitura flutuante dos documentos para uma primeira apreensão do conteúdo; 2) exploração do material, na qual se realizou a codificação e categorização dos dados com base em três eixos teóricos pré-definidos: (i) a relação entre flexibilidade estratégica e inovação organizacional, (ii) práticas que possibilitam a adaptação e reconfiguração estratégica, e (iii) o impacto da agilidade empresarial no desempenho inovador; e 3) tratamento dos resultados, com a interpretação e o diálogo dos achados com o referencial teórico.

Para garantir o rigor e a sistemática da análise, foi utilizado um protocolo de pesquisa que definiu as unidades de registro (parágrafos, seções temáticas e dados quantitativos) e as regras de classificação. Variáveis como "adoção de metodologias ágeis", por exemplo, foram operacionalizadas pela identificação da frequência de termos como "*squads*", "*ciclos rápidos de aprendizado*" e "*times multifuncionais*". Reconhece-se como limitação desta metodologia o uso de uma única fonte de dados (relatórios McKinsey), o que restringe a generalização dos resultados. Para mitigar esse viés,



a validade dos achados foi reforçada pela triangulação com a literatura acadêmica na seção de Análise e Discussão, permitindo um diálogo crítico entre a teoria e a prática de mercado.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção tem como objetivo analisar como a flexibilidade estratégica influencia a GEI a partir de uma abordagem baseada em relatórios da McKinsey. Para proporcionar uma análise mais profunda e integrada, a discussão abandona uma revisão sequencial de cada relatório individualmente. Em vez disso, adota-se uma estrutura temática que consolida e confronta os principais achados extraídos do conjunto dos documentos. Esta abordagem está alinhada com a metodologia de análise de conteúdo categorial, descrita no capítulo anterior, permitindo que os padrões e as tendências sobre a aplicação da flexibilidade estratégica emergem da leitura conjunta dos relatórios.

4.1. SÍNTESE DOS ACHADOS DOS RELATÓRIOS ANALISADOS

A primeira etapa da análise consiste em consolidar os principais achados extraídos dos relatórios da McKinsey. Diferente de uma revisão sequencial, esta seção apresenta uma síntese comparativa que organiza as evidências empíricas de forma estruturada. O Quadro 1 foi construída para mapear os argumentos centrais, as métricas de impacto, os setores de maior destaque e o foco de cada relatório dentro do ciclo de inovação. Este quadro serve como a base empírica para a discussão temática aprofundada que se segue, permitindo uma visualização clara dos padrões e convergências nos dados.



Quadro 1 – Quadro Comparativo dos Relatórios McKinsey

Relatório e Ano	Principal Achado/ Argumento Central	Métricas de Impacto Quantitativas	Setores de Destaque	Foco no Ciclo de Inovação
<i>The Five Trademarks of Agile Organizations (2017)</i>	Organizações ágeis são redes de equipes empoderadas que reconfiguram processos e estruturas para aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação.	1,5x mais crescimento de receita; 1,7x mais eficácia em inovação; ganhos de eficiência de até 30%.	Tecnologia, Telecomunicações, Serviços Financeiros.	Implementação e Captura de Valor
<i>Solving the Productivity Puzzle (2018)</i>	A digitalização, isoladamente, não garante produtividade; ela deve ser combinada com flexibilidade estratégica e reconfiguração organizacional para gerar valor.	Potencial de crescimento da produtividade de 2% ao ano com a combinação de digitalização e flexibilidade.	Tecnologia, Serviços Financeiros, Manufatura Avançada.	Implementação e Captura de Valor
<i>Will Productivity and Growth Return After the COVID-19 Crisis? (2021)</i>	A pandemia acelerou a digitalização em até 25 vezes, mas os ganhos de produtividade foram capturados primariamente por empresas com flexibilidade para adaptar seus processos.	Ganhos de produtividade superiores a 3% ao ano; recuperação econômica 40% mais rápida.	Tecnologia, Saúde, Varejo.	Implementação e Captura de Valor
<i>The Impact of Agility (2021)</i>	Transformações ágeis bem-sucedidas geram melhorias de desempenho significativas e mensuráveis em múltiplas dimensões do negócio.	Ganhos de 30% em eficiência, satisfação do cliente e engajamento; 3x mais chances de desempenho superior.	Tecnologia, Telecomunicações, Serviços Financeiros.	Captura de Valor
<i>How to Create an Agile Organization (2017)</i>	A transição para um modelo ágil é um processo deliberado que envolve a reconfiguração de cinco elementos: estratégia, estrutura, processos, pessoas e tecnologia.	Foco em exemplos práticos e no "como fazer", sem métricas próprias. Aplicável a uma ampla variedade de indústrias.	Ampla variedade de indústrias.	Implementação

Fonte: Adaptado pelos autores (2025).



A análise agregada do quadro comparativo revela padrões claros. Primeiramente, observa-se uma forte concentração dos achados nos estágios de Implementação e Captura de Valor do ciclo da inovação. Isso indica que os relatórios priorizam a execução de estratégias e a mensuração de seus resultados, em detrimento das fases iniciais de ideação (Busca e Seleção). Em segundo lugar, a consistência dos Setores de Destaque, com Tecnologia, Serviços Financeiros e Telecomunicações aparecendo repetidamente, sugere que indústrias com maior volatilidade e pressão competitiva são as pioneiras na adoção de flexibilidade estratégica. Por fim, a principal convergência reside na conexão inequívoca entre a adoção de práticas ágeis e a obtenção de Métricas de Impacto positivas, validando empiricamente a tese de que a flexibilidade organizacional é um motor para o desempenho superior. Esses padrões servem agora como ponto de partida para a discussão temática aprofundada nas seções seguintes.

4.2. A AGILIDADE ESTRUTURAL COMO PRÁTICA CENTRAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA INOVAÇÃO

Um dos temas mais recorrentes nos relatórios analisados é a defesa da agilidade estrutural como a principal prática para a operacionalização da inovação. Os estudos *The Five Trademarks of Agile Organizations* (Aghina et al., 2017) e *How to Create an Agile Organization* (McKinsey, 2017) argumentam que, para além da estratégia, a flexibilidade se materializa na forma como a organização se estrutura. O modelo proposto abandona as hierarquias rígidas em favor de uma “rede de equipes empoderadas”, que operam com base na “descentralização decisória” e em ciclos rápidos de “experimentação contínua”. Essas práticas se posicionam claramente na fase de Implementação do ciclo de inovação, funcionando como os mecanismos concretos que permitem que novas ideias sejam executadas, testadas e escaladas com velocidade e eficiência.



O diálogo com a literatura acadêmica, neste ponto, pode ser aprofundado, movendo-se da simples confirmação para a quantificação. Enquanto estudos como os de Kamaşak *et al.* (2016) e Bock *et al.* (2012) já apontavam qualitativamente que estruturas flexíveis melhoraram a inovação, os dados da McKinsey (Aghina *et al.*, 2017) quantificam esse efeito, ao demonstrarem que empresas que adotam tais modelos são 1,7 vezes mais eficazes em inovação. Mais do que isso, essas estruturas ágeis podem ser interpretadas como a manifestação prática do conceito de capacidades dinâmicas. A habilidade de reconfigurar processos internos, um dos pilares da teoria de Teece, Pisano e Shuen (1997), encontra sua aplicação direta na criação dessas redes de equipes adaptáveis, que permitem à organização ajustar-se dinamicamente às demandas do mercado e efetivamente implementar sua estratégia inovadora.

4.3. A CONVERGÊNCIA DA DIGITALIZAÇÃO E FLEXIBILIDADE PARA A CAPTURA DE VALOR

Um segundo tema central que emerge dos relatórios é a convergência entre digitalização e flexibilidade como condição para a Captura de Valor. A análise de *Solving the Productivity Puzzle* (McKinsey Global Institute, 2018) e *Will Productivity and Growth Return After the COVID-19 Crisis?* (McKinsey Global Institute, 2021) sustenta que “a digitalização, por si só, não garante um crescimento sustentado da produtividade”. A pandemia, segundo o relatório de 2021, atuou como um catalisador que “acelerou a adoção de novas tecnologias”, mas o diferencial competitivo não residiu na tecnologia em si, e sim na capacidade de absorvê-la para gerar resultados. Essa capacidade de absorção é, em sua essência, a flexibilidade estratégica em ação.

Este ponto oferece uma evidência empírica robusta para a teoria. Enquanto a literatura, como em Li *et al.* (2017), aborda de forma



teórica a importância da reconfiguração de recursos para inovar em cenários de incerteza, o relatório da McKinsey (2021) materializa esse conceito. Ele revela que a digitalização acelerou até 25 vezes durante a crise, mas demonstra que esse salto ocorreu predominantemente em empresas que já possuíam a agilidade para adaptar seus processos. A análise setorial aprofunda essa visão, mostrando que a Captura de Valor assume formas distintas: enquanto em serviços financeiros a flexibilidade permitiu que a digitalização gerasse inovação de modelo de negócio, na manufatura avançada ela foi direcionada para a otimização de processos (Indústria 4.0), demonstrando que a flexibilidade não é apenas um facilitador, mas o fator que direciona como a tecnologia se converte em vantagem competitiva.

4.4. O IMPACTO EMPÍRICO DA FLEXIBILIDADE NO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL

Se a agilidade estrutural é o “como”, o impacto no desempenho organizacional é o “porquê”. A análise do relatório *The Impact of Agility* (Aghina *et al.*, 2021) transcende a inovação como um resultado isolado e quantifica os seus efeitos sobre o negócio como um todo. A pesquisa demonstra que organizações que implementam transformações ágeis em escala alcançam ganhos médios de 30% em métricas essenciais como eficiência, satisfação do cliente e engajamento dos colaboradores, e possuem três vezes mais chances de alcançar um desempenho financeiro superior ao de seus pares. Esses dados oferecem uma validação empírica robusta para a tese acadêmica. Enquanto a literatura estabelece a correlação teórica entre flexibilidade estratégica e desempenho (Brozović, 2018; Awais *et al.*, 2023), os achados da McKinsey fornecem uma validação em larga escala para essa tese, oferecendo as métricas concretas que frequentemente constituem uma lacuna na pesquisa acadêmica e provando que a flexibilidade não é apenas um facilitador da inovação, mas um motor direto de vantagem competitiva mensurável.



4.5. ANÁLISE CRÍTICA DA FONTE E LIMITAÇÕES DOS ACHADOS

Apesar da riqueza dos dados empíricos apresentados, uma análise completa exige uma lente crítica sobre a natureza da fonte. Os documentos analisados são relatórios de uma consultoria global, o que implica um viés inerente. Primeiramente, há um foco quase exclusivo em grandes corporações, o que, como já apontado na introdução deste trabalho, restringe a generalização dos achados. As práticas e os resultados observados em gigantes da indústria não são diretamente transferíveis para o contexto de pequenas e médias empresas (PMEs), que operam com diferentes restrições de recursos e estruturas de governança. Adicionalmente, os relatórios tendem a apresentar um viés de sucesso, destacando casos em que as transformações ágeis foram bem-sucedidas, em linha com o objetivo comercial de promover suas próprias metodologias. Essa visão otimista deve ser ponderada com estudos acadêmicos que frequentemente documentam as altas taxas de falha e as barreiras culturais na implementação de transformações ágeis, um aspecto pouco explorado nos documentos analisados. Portanto, os achados, embora valiosos, devem ser interpretados como uma demonstração do potencial da flexibilidade estratégica em condições ideais, e não como um guia universal isento de desafios de implementação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal conclusão desta pesquisa é que, na era da transformação digital, a flexibilidade estratégica deixou de ser um mero facilitador para se tornar um pré-requisito da inovação sustentável. Este estudo buscou responder como as empresas operacionalizam essa flexibilidade e confirmou, por meio de uma análise documental de relatórios da McKinsey, que a adoção de práticas como



metodologias ágeis e a descentralização decisória está diretamente ligada a um melhor desempenho competitivo. Os achados demonstram que organizações que reconfiguram seus processos internos podem superar concorrentes em crescimento de receita em até 1,5 vezes e em eficácia da inovação em até 1,7 vezes, um processo acelerado pela pandemia, que impulsionou a digitalização em uma velocidade 25 vezes maior.

As conclusões deste estudo oferecem implicações tanto para a academia quanto para os gestores. A implicação teórica fundamental é a contribuição de evidências empíricas em larga escala para conceitos consolidados, mas muitas vezes teóricos, como o de capacidades dinâmicas e flexibilidade estratégica. Ao fornecer métricas concretas (crescimento de 1,5x na receita, ganhos de 30% em eficiência), a análise preenche uma lacuna entre a teoria e a prática organizacional, validando quantitativamente a tese de que estruturas adaptativas geram desempenho superior. Para os gestores, a implicação prática é clara: a transformação para a agilidade transcende a simples adoção de tecnologia. A principal lição é que a digitalização só gera retorno sustentável quando acompanhada por uma mudança profunda na estrutura e na cultura organizacional, que exige investimento deliberado em novos processos e na capacitação das pessoas.

As contribuições deste trabalho são duplas. A contribuição teórica reside na validação empírica, com dados de mercado, da conexão entre flexibilidade e desempenho inovador, oferecendo uma dimensão quantitativa aos modelos de capacidades dinâmicas. Sob a ótica do ciclo da inovação de Tidd e Bessant (2015), o estudo aprofunda a compreensão da fase de Implementação, demonstrando que seu sucesso depende menos da gestão de projetos isolados e mais de uma arquitetura organizacional adaptativa. Já a contribuição prática consiste em oferecer aos gestores um mapa de práticas eficazes, como a reconfiguração de processos e o investimento em digitalização, que serve como guia para empresas que buscam implementar estruturas mais flexíveis e responsivas.



Contudo, algumas limitações precisam ser reconhecidas para contextualizar os achados. Primeiramente, a pesquisa baseou-se exclusivamente na análise documental de relatórios da McKinsey, que, embora robustos, refletem a perspectiva de uma consultoria e não permitem acesso a dados primários. Em segundo lugar, o foco em grandes corporações restringe a generalização dos resultados para PMEs, que operam com diferentes restrições. Por fim, a análise não aprofundou as barreiras culturais e organizacionais, que são frequentemente um obstáculo central na adoção de metodologias ágeis.

Essas lacunas apontam diretamente para uma agenda de pesquisa futura. A questão mais urgente é investigar como os princípios de flexibilidade estratégica podem ser adaptados para o contexto de PMEs. Recomenda-se, adicionalmente, a realização de estudos de caso aprofundados para explorar os desafios de implementação em setores específicos, bem como o desenvolvimento de pesquisas longitudinais para avaliar se o impacto dessas estratégias no desempenho empresarial se sustenta ao longo do tempo. A exploração de modelos híbridos, que combinem governança tradicional com agilidade, também representa uma via de pesquisa promissora.

Em síntese, os resultados desta pesquisa reafirmam a relevância da flexibilidade estratégica como um diferencial competitivo decisivo. No cenário atual de rápidas transformações tecnológicas e econômicas, a capacidade de adaptação e inovação contínua não é mais uma opção, mas um vetor essencial para o crescimento sustentável. A Gestão Estratégica da Inovação, quando alinhada a estruturas flexíveis, torna-se a chave para a consolidação de vantagens competitivas duradouras.



REFERÊNCIAS

AGHINA, W. *et al.* The five trademarks of agile organizations. **McKinsey; Company**, dez. 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com>. Acesso em: 27 jan. 2025.

AGHINA, W. *et al.* The impact of agility: how to shape your organization to compete. **McKinsey; Company**, maio 2021. Disponível em: <https://www.mckinsey.com>. Acesso em: 27 jan. 2025.

ALZUOD, M.; ALQHAIWI, L. The role of strategic flexibility in enhancing crisis management in the commercial banking sector during the COVID-19 pandemic. **Corporate Governance and Organizational Behavior Review**, v. 6, n. 1, p. 8-20, 2022. <https://doi.org/10.22495/cgobrv6i2p10>

AWAIS, M. *et al.* Strategic flexibility and organizational performance: Mediating role of innovation. **SAGE Open**, v. 13, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/21582440231181432>

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOCK, A. J. *et al.* The effects of culture and structure on strategic flexibility during business model innovation. **Journal of Management Studies**, v. 49, n. 2, p. 279-305, 2012. f Management Studies, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2011.01030.x>

BOWEN, G. A. Document analysis as a qualitative research method. **Qualitative research journal**, v. 9, n. 2, p. 27-40, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

BROZOVIC, D. Strategic flexibility: a review of the literature. **International Journal of Management Reviews**, v. 20, n. 1, p. 3-31, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12111>

CHESBROUGH, H. **Open Innovation**: The new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business Press, 2006.



FAHL, R. A.; AMARAL, C. S. T. Inovação na auditoria interna: avaliação das dimensões estratégicas, processuais e relacionais em uma instituição financeira. **Gestão; Planejamento-G&P**, v. 25, n. 1, p. 1-22, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.53706/gep.v.25.7938>

FARNESE, M. L.; FIDA, R.; LIVI, S. Reflexivity and flexibility: Complementary routes to innovation? **Journal of Management; Organization**, v. 22, n. 6, p. 825-839, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/jmo.2015.42>

HASSAN, N.; RAZIQ, A. Effects of knowledge management practices on innovation in SMEs. **Management Science Letters**, v. 9, n. 7, p. 997-1008, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.4.005>

JARZĘBOWSKI, S. *et al.* The impact of digitalisation on the competitiveness of European countries. **SocioEconomic Challenges**, v. 8, n. 3, p. 238-261, 2024. Disponível em: [https://doi.org/10.61093/sec.8\(3\).238-261.2024](https://doi.org/10.61093/sec.8(3).238-261.2024)

KALETA, A.; RADOMSKA, J.; SOŁODUCHO-PELC, L. The relationship between the approach to strategic management and innovativeness in companies of various sizes. **Argumenta Oeconomica**, v. 40, n. 1, p. 279-302, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15611/aoe.2018.1.09>

KAMAŞAK, R. *et al.* Importance of strategic flexibility on the knowledge and innovation relationship: An emerging market study. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 229, p. 126-132, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07121>

LI, Y. *et al.* How do resource structuring and strategic flexibility interact to shape radical innovation? **Journal of Product Innovation Management**, v. 34, n. 4, p. 471-491, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12389>

MARTINEZ-SANCHEZ, A.; VICENTE-OLIVA, S.; PEREZ-PEREZ, M. The relationship between R&D, the absorptive capacity of knowledge, human resource flexibility and innovation. **Journal of Business Research**, v. 119, p. 133-143, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07014>

MATSKIV, H.; ZHYDOVSKA, N.; PETRYSHYN, L.; TOMASHEVSKYI, Y.; SKHIDNYTSKA, H. The impact of digitalisation on business efficiency and competitiveness. **Economics of Development**, v. 24, n. 1, p. 70-83, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.63341/econ/1.2025.70>

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **How to create an agile organization**. McKinsey Global Institute, Oct. 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/mgi>. Acesso em: 27 jan. 2025.



MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Solving the productivity puzzle:** the role of demand and the promise of digitization. McKinsey Global Institute, fev. 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/mgi>. Acesso em: 27 jan. 2025.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Will productivity and growth return after the COVID-19 crisis?** McKinsey Global Institute, mar. 2021. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/mgi>. Acesso em: 27 jan. 2025.

MULAA, J. K.; KILIKA, J. M.; NAMUSONGE, M. J. Conceptualizing strategic innovation in a firm context: A theoretical review and research agenda. **Journal of Economics and Business**, v. 4, n. 1, p. 21-36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.31014/aior.1992.04.01.325>

MUNEED, D. *et al.* Dynamic capabilities as a strategic flexibility enabler: Organizational responsiveness to COVID-19. **Journal of Asia Business Studies**, v. 16, n. 5, p. 770-786, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JABS-01-2022-0023>

RISMAYANI, R.; MANUEL, B.; LATIFAH, U. The Influence of Strategic Innovation Management on Firm Innovation Performance in Indonesian Mid-Size Telecommunication Industry. In: International conference on economics, management, and accounting (ICEMAC), 2022, Surakarta. **Proceedings** [...]. Surakarta: Atlantis Press, 2022. p. 41-50. Disponível em: <https://doi.org/10.12688/f1000research.121673.1>

SÁ, T.; FERREIRA, J. J. M.; JAYANTILAL, S. Open innovation strategy: a systematic literature review. **European Journal of Innovation Management**, v. 28, n. 2, p. 454-510, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EJIM-11-2022-0638>

SCHUMPETER, J. **Capitalism, Socialism, and Democracy**. New York: Harper; Row, 1942.

SHALENDER, K.; YADAV, R. Strategic Flexibility, Manager Personality, and Firm Performance: The Case of Indian Automobile Industry. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 20, p. 119-131, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40171-018-0204-x>

TEECE, D. J. Business models and dynamic capabilities. **Long Range Planning**, v. 51, n. 1, p. 40-49, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)



TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TIDD, J.; HUIZINGH, E.; CONN, S. Editorial: 26th Special Issue for the ISPIM – Local Innovation Eco-Systems for Global Impact. **International Journal of Innovation Management**, v. 28, n. 9-10, p. 2402001, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S1363919624020018>

WIDIANA, D.; SOETJIPTO, B. W. The role of psychological capital, trust, ambidexterity and strategic flexibility on organizational resilience and survival in dealing with Covid-19 pandemic. In: APPOLLONI, A. *et al.* (Ed.). **Advances in Economics, Business and Management Research**. Atlantis Press, 2021. p. 107-115. Disponível em: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.211226.015>.



2

*Vinicius Costa Fagundes
Cristiane Leite Rocha Santos
Rafael de Siqueira Martins
Emerson Gomes dos Santos
Fábio Luís Falchi de Magalhães*

ALÉM DA BUSCA:

**A SINERGIA ENTRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
E GESTÃO DO CONHECIMENTO PARA FORTALECER
A FASE DE SELEÇÃO NA INOVAÇÃO**

Resumo:

A Inteligência Artificial (IA) transforma o ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015). Contudo, sua integração com a Gestão do Conhecimento (GC) apresenta desafios significativos, especialmente para além da fase de prospecção de ideias, criando um novo paradoxo gerencial. O objetivo é investigar como a sinergia entre IA e GC pode fortalecer a gestão da inovação, focando na crítica fase de Seleção. Adicionalmente, busca-se propor diretrizes para que as organizações gerenciem a tensão entre a aceleração tecnológica e os novos riscos algorítmicos. Adotou-se uma metodologia de métodos mistos, combinando uma revisão sistemática da literatura acadêmica de alto impacto com a análise documental de relatórios de mercado (2021-2024). Os dados foram categorizados e analisados sob a ótica do ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015). Os resultados demonstram que, enquanto a aplicação de IA na fase de Busca é uma prática consolidada, seu maior potencial e desafio residem na fase de Seleção. A eficácia da IA mostrou-se diretamente contingente à maturidade dos processos de GC. Sem uma governança sólida sobre a qualidade dos dados para mitigar vieses, a tecnologia corre o risco de gerar decisões desalinhadas. Conclui-se que a IA desloca o foco estratégico da geração de ideias para a governança da seleção. O estudo reposiciona a GC como um mecanismo indispensável para o sucesso da IA, oferecendo diretrizes para líderes gerenciarem a complexidade e os riscos, o que impacta diretamente o sucesso das fases de Implementação e Captura de valor.

Palavras-chave: Gestão da Inovação; Inteligência Artificial (IA); Gestão do Conhecimento (GC); Ciclo de Inovação; Seleção de Projetos; Tomada de Decisão Estratégica.



ABSTRACT:

Artificial Intelligence (AI) transforms Tidd and Bessant's (2015) innovation cycle. However, its integration with Knowledge Management (KM) presents significant challenges, particularly beyond the idea-prospecting phase, creating a new managerial paradox. The objective is to investigate how the synergy between AI and KM can strengthen innovation management, focusing on the critical Selection phase. Additionally, it seeks to propose guidelines for organizations to manage the tension between technological acceleration and emerging algorithmic risks. A mixed-methods approach was adopted, combining a systematic review of high-impact academic literature with a documentary analysis of market reports (2021–2024). Data were categorized and analyzed through the lens of Tidd and Bessant's (2015) innovation cycle. The results demonstrate that while the application of AI in the Search phase is a consolidated practice, its greatest potential and challenge lie in the Selection phase. The effectiveness of AI proved to be directly contingent upon the maturity of KM processes. Without robust governance over data quality to mitigate biases, the technology risks generating misaligned decisions. It is concluded that AI shifts the strategic focus from idea generation to selection governance. The study repositions KM as an indispensable mechanism for AI success, offering guidelines for leaders to manage complexity and risks, which directly impacts the success of the Implementation and Value Capture phases.

Keywords: Innovation Management; Artificial Intelligence (AI); Knowledge Management (KM); Innovation Cycle; Project Selection; Strategic Decision-Making.



1. INTRODUÇÃO

Em um ambiente de negócios cada vez mais competitivo, a capacidade de inovar tornou-se um fator crítico de sobrevivência. Organizações enfrentam o desafio constante de gerenciar o ciclo de inovação, um processo que abrange desde a Busca por novas oportunidades até a Seleção de ideias promissoras, sua Implementação e a eventual Captura de valor (Tidd e Bessant, 2015). Nesse cenário, a inteligência artificial (IA) emerge como uma tecnologia de propósito geral com o potencial de redefinir cada uma dessas fases, com investimentos globais em IA atingindo cifras recordes e sinalizando sua centralidade estratégica (AI Index Report 2024).

A Gestão da Inovação, compreendida como o conjunto de processos para criar e introduzir novidades de valor, depende fundamentalmente de outro pilar: a Gestão do Conhecimento (GC), o processo organizacional de criar, compartilhar, usar e gerenciar o conhecimento e a informação. A aplicação da IA promete catalisar a sinergia entre ambos, indo além da simples automação. Na fase de Busca, por exemplo, ela permite analisar vastos volumes de dados para identificar tendências e oportunidades. Estudos recentes demonstram que a integração entre IA e GC tem se consolidado como uma aliança estratégica para fortalecer os fluxos de conhecimento e impulsionar a inovação organizacional (Girón *et al.*, 2025).

Apesar do potencial, a integração da IA com a GC para impulsionar a Gestão da Inovação ainda enfrenta lacunas significativas. Estudos destacam a capacidade da IA de permitir a análise de dados em larga escala e a identificação de oportunidades (Busca) (Haefner *et al.*, 2021; Chui *et al.*, 2023), mas observa-se uma carência de estudos que conectem sistematicamente esses benefícios a práticas de gestão consolidadas, especialmente no que tange à fase de Seleção. Além disso, desafios críticos como a governança ética e os vieses algorítmicos (Keding e Meissner, 2021)



permanecem subexplorados na sua intersecção com a GC. Evidências recentes indicam que a integração entre processos de GC e aplicações de IA tem se mostrado eficaz na melhoria da tomada de decisão e da eficiência em projetos de inovação, especialmente em setores de alta complexidade, como o da construção civil (Altaie e Dishar, 2024).

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é propor diretrizes para a integração da IA à GC, com o propósito de fortalecer a fase de Seleção no processo de inovação tecnológica. Para alcançar este objetivo, o trabalho busca responder à seguinte questão de pesquisa: De que forma a sinergia entre IA e Gestão do Conhecimento pode aprimorar os critérios de análise, priorização e seleção de tecnologias inovadoras, tornando o processo mais eficiente e assertivo? Pesquisas recentes reforçam que a adoção de abordagens baseadas em IA generativa e em *frameworks* estruturados de GC pode elevar significativamente o desempenho inovador das organizações, ao combinar a automação analítica com o julgamento humano na avaliação de ideias (Zhang, Zuo e Yang, 2025).

A justificativa para este estudo reside na crescente necessidade, tanto teórica quanto prática, de modelos que orientem a adoção da IA na inovação. Teoricamente, busca-se preencher a lacuna observada na literatura sobre a aplicação da IA para além da fase de Busca, aprofundando o entendimento de seu papel na complexa etapa de Seleção. Na prática, a pesquisa se justifica pela urgência de gestores em obterem diretrizes claras para navegar os desafios da implementação, equilibrando os benefícios da automação com os riscos operacionais e éticos (Haefner *et al.*, 2021; Keding e Meissner, 2021). Nesse sentido, a literatura recente destaca que a integração da IA à GC representa uma oportunidade de transformação da gestão da inovação em um processo mais dinâmico e orientado por dados, favorecendo o aprendizado organizacional contínuo (Prihandoko *et al.*, 2024).



Portanto, ao focar na etapa de Seleção, este trabalho visa contribuir com um *framework* que auxilie as organizações a fortalecer a tomada de decisão orientada por dados, ampliar a assertividade na escolha de tecnologias e, conseqüentemente, promover uma transformação digital mais estratégica e sustentável. Os resultados levantam diretrizes para a integração organizacional de processos de GC que maximizem o impacto da IA, fortalecendo a vantagem competitiva.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Gestão da Inovação (GI) é um processo organizacional complexo que pode ser compreendido por meio de um ciclo de atividades interdependentes: a Busca por novas oportunidades, a Seleção das ideias mais promissoras, sua Implementação e a subsequente Captura de valor (Tidd e Bessant, 2015). Esta revisão da literatura analisa como a Inteligência Artificial (IA), em sinergia com a Gestão do Conhecimento (GC), está redefinindo cada uma dessas fases, com foco em identificar onde a literatura se aprofunda e onde persistem lacunas significativas.

Para ilustrar a sinergia entre esses campos, o Quadro 1 detalha as aplicações estratégicas que emergem dessa integração, descrevendo as atividades envolvidas e os benefícios potenciais.

Quadro 1 - Aplicações Estratégicas na Integração entre IA, Gestão do Conhecimento e Inovação

Aplicação Estratégica	Descrição da Atividade	Benefícios Estratégicos
Automação Inteligente de Processos	Utilização da IA para automatizar tarefas repetitivas e otimizar fluxos de trabalho, liberando capital humano para atividades de maior valor agregado.	▪ Aumento da eficiência operacional ▪ Redução de custos ▪ Maior agilidade organizacional



Aplicação Estratégica	Descrição da Atividade	Benefícios Estratégicos
Geração de Insights a partir de Dados	Aplicação de algoritmos para analisar grandes volumes de dados (<i>Big Data</i>), identificando padrões, tendências e correlações para gerar inteligência acionável.	▪ Qualificação da tomada de decisão estratégica ▪ Fortalecimento da vantagem competitiva
Impulso à Inovação Incremental e Disruptiva	A IA catalisa o ciclo de P&D, acelerando simulações, gerando novas hipóteses e permitindo a prototipagem rápida de produtos e processos.	▪ Aceleração do ciclo de inovação (<i>time-to-market</i>) ▪ Maior capacidade de adaptação às dinâmicas de mercado
Potencialização de Plataformas de Gestão da Inovação (IMS)	Integração de IA em <i>softwares</i> de inovação para automatizar a triagem de ideias, analisar a viabilidade de projetos e conectar recursos de forma inteligente.	▪ Otimização do portfólio de projetos de inovação ▪ Fortalecimento do ecossistema empreendedor
Inovação Orientada à Sustentabilidade (ODS)	Emprego da IA para analisar e otimizar processos sob a ótica dos critérios ESG, apoiando a Gestão do Conhecimento na identificação de oportunidades de inovação sustentável.	▪ Alinhamento estratégico com metas de sustentabilidade ▪ Geração de inovação com impacto socioambiental ▪ Vantagem competitiva de longo prazo
Capacitação e Desenvolvimento Organizacional	Uso de plataformas de IA para personalizar trilhas de aprendizagem, identificar lacunas de competências (<i>skill gaps</i>) e fomentar uma cultura de aprendizado contínuo.	▪ Melhoria na gestão de talentos ▪ Aumento da capacidade de absorção de novas tecnologias ▪ Aceleração da transformação cultural e digital

Fonte: Adaptado pelos autores (2025).

2.1 O PAPEL DA IA NA FASE DE BUSCA

A fase de Busca é a mais visivelmente transformada pela IA. A capacidade de processar vastos volumes de dados permite



identificar padrões, gerar insights e automatizar a análise de informações não estruturadas, como demonstrado em aplicações no setor financeiro (ANBIMA, 2024). Essa capacidade de transformar dados brutos em conhecimento acionável é fundamental para a inovação de processos (Endres, Huesig e Pesch, 2022). A literatura converge ao apontar que a IA potencializa a exploração de conhecimento em P&D, automatizando tarefas rotineiras e identificando padrões complexos para facilitar tanto a inovação incremental quanto a disruptiva (Mishra e Pani, 2020). Nesse sentido, a IA atua como um motor para a “capacidade de absorção” das empresas, otimizando a coleta, assimilação e aplicação de conhecimento externo para que possam responder agilmente às demandas de mercados dinâmicos (Chatterjee, Chaudhuri e Vrontis, 2022).

2.2 O POTENCIAL DA IA NA FASE DE SELEÇÃO

A fase de Seleção, onde as oportunidades identificadas são avaliadas e priorizadas, emerge como um campo de grande potencial, mas também de desafios. A IA surge como um recurso essencial para a identificação e priorização de tecnologias inovadoras (Chui *et al.*, 2023), promovendo decisões mais ágeis e baseadas em dados. A integração da IA em *Softwares* de Gestão da Inovação (IMS), por exemplo, amplia a capacidade analítica dos sistemas, auxiliando no alinhamento estratégico entre diferentes atores e na eficiência do desenvolvimento de novos produtos (Endres, Huesig e Pesch, 2022). A tecnologia pode atuar como um catalisador na aplicação do conhecimento ao promover conexões entre diferentes domínios (Bellucci *et al.*, 2021), o que é crucial para avaliar alternativas tecnológicas. No entanto, é nesta fase que surgem os primeiros debates: o potencial de eficiência precisa ser ponderado com os riscos de vieses algorítmicos e a superconfiança nos sistemas automatizados.



2.3 DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO E A GOVERNANÇA DA INOVAÇÃO COM IA

A fase de Implementação revela as barreiras mais significativas para a captura de valor da IA. O sucesso não depende apenas da tecnologia, mas de fatores organizacionais e humanos. A conscientização e a percepção dos funcionários sobre a IA, por exemplo, são moderadores cruciais que podem gerar resistências e comprometer a transformação digital (Arias-Pérez e Vélez-Jaramillo, 2021). Políticas públicas e de fomento, como o Plano “IA para o Bem de Todos” (MCTI, 2024) e os programas da União Europeia (Tribunal de Contas Europeu, 2024), buscam superar esses obstáculos, investindo na formação de talentos e em infraestrutura. Contudo, a própria governança da IA é um desafio, com debates sobre a necessidade de marcos regulatórios que equilibrem inovação e segurança (ITS Rio, 2023) e a carência de uma coordenação global para alinhar estratégias e promover o uso ético da tecnologia (NAÇÕES UNIDAS, 2024). A intensidade dos negócios digitais, embora alavancada pela GC baseada em IA, exige uma transformação cultural profunda para integrar conhecimento tácito e explícito de forma eficaz (Nwankpa, Roumani e Datta, 2022).

2.4 SÍNTESE DA LITERATURA E LACUNA DE PESQUISA

Em suma, a literatura demonstra um consenso sobre o impacto transformador da IA na fase de Busca, onde sua capacidade analítica é um diferencial claro. No entanto, à medida que se avança no ciclo de inovação, o cenário se torna mais complexo. A fase de Seleção é apresentada como uma fronteira de grande potencial, mas que carece de modelos de decisão que integrem a eficiência da IA com o discernimento estratégico humano. A fase de Implementação, por sua vez, é dominada por desafios organizacionais, culturais e de



governança. Assim, identifica-se uma lacuna de pesquisa notável: embora a literatura descreva os benefícios e as barreiras de forma isolada, faltam estudos que conectem sistematicamente as práticas de Gestão do Conhecimento às capacidades da IA para propor diretrizes práticas e integradas, especialmente focadas em fortalecer a crítica e complexa fase de Seleção de inovações. Este trabalho visa endereçar precisamente essa lacuna.

3. METODOLOGIA

Para investigar o impacto da Inteligência Artificial (IA) na Gestão da Inovação, a presente pesquisa adotou uma abordagem de métodos mistos com natureza predominantemente exploratória. A abordagem mista foi escolhida por permitir a triangulação de dados, combinando a amplitude de uma análise quantitativa da literatura com a profundidade de uma análise qualitativa de relatórios técnicos, o que garante maior validade e confiabilidade aos resultados, conforme preconiza Creswell e Creswell (2018). A metodologia foi estruturada em três etapas sequenciais: (1) revisão sistemática da literatura (RSL), (2) análise documental de relatórios técnicos e (3) análise e síntese dos dados.

A primeira etapa, a RSL, seguiu os protocolos de rigor metodológico estabelecidos por Kitchenham e Charters (2009). As buscas foram conduzidas em 30 de dezembro de 2024, nas bases Google Scholar e Scopus, utilizando o *software Harzing's Publish or Perish* para a extração de dados e métricas (Harzing, 2025). A estratégia de busca empregou as palavras-chave "*Artificial Intelligence*" OR "*IA*" AND "*Innovation Management*" OR "*Gestão da Inovação*", com um recorte temporal de 2021 a 2024. A partir de um resultado inicial de 864 estudos, aplicou-se um critério de inclusão de relevância temática e um mínimo de 50 citações, um limiar para focar



em trabalhos de maior impacto na área (Petticrew e Roberts, 2006). A triagem e organização dos artigos selecionados foram gerenciadas pelo *software* Parsifal para garantir a rastreabilidade do processo.

A segunda etapa consistiu na análise documental de relatórios técnicos, realizada entre dezembro de 2023 e janeiro de 2024. Foram selecionados 12 relatórios de fontes reconhecidas, como McKinsey; Company, Accenture, e Stanford University, com base nos critérios de: relevância temática (IA generativa, transformação digital), recorte temporal (2023-2024), e aplicabilidade prática. Entre os documentos analisados, destacam-se o “The State of AI in 2023” (Chui *et al.*, 2023) e o “Artificial Intelligence Index Report 2024” (Stanford Institute for Human-Centered AI, 2024), que forneceram uma visão atualizada do panorama mercadológico e tecnológico.

A análise dos dados coletados em ambas as etapas foi realizada por meio da análise temática (Braun e Clarke, 2006). Inicialmente, o ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015), foi utilizado como um *framework* de codificação *a priori* para categorizar os achados. A partir dessa categorização inicial, foram identificados temas emergentes que foram agrupados em seis eixos principais, como “Inovação e Inteligência Artificial” e “Gestão do Conhecimento e Estratégias”. Para garantir a robustez dos resultados, foi utilizada a triangulação de fontes, comparando sistematicamente os achados da literatura acadêmica com os insights dos relatórios de mercado (Creswell e Plano Clark, 2017). A visualização dos dados foi realizada no *software* Tableau Desktop para ilustrar a distribuição e as tendências temáticas (Few, 2013).

Por fim, reconhece-se como limitação o critério de 50 citações, que pode ter excluído estudos emergentes. No entanto, essa escolha foi uma decisão deliberada para focar a análise em pesquisas que já demonstraram impacto na comunidade científica, sendo a visão de vanguarda complementada pela análise dos relatórios técnicos mais recentes. A metodologia aqui detalhada assegura o rigor científico e oferece um processo transparente e replicável.



4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: A IA NO CICLO DE INOVAÇÃO

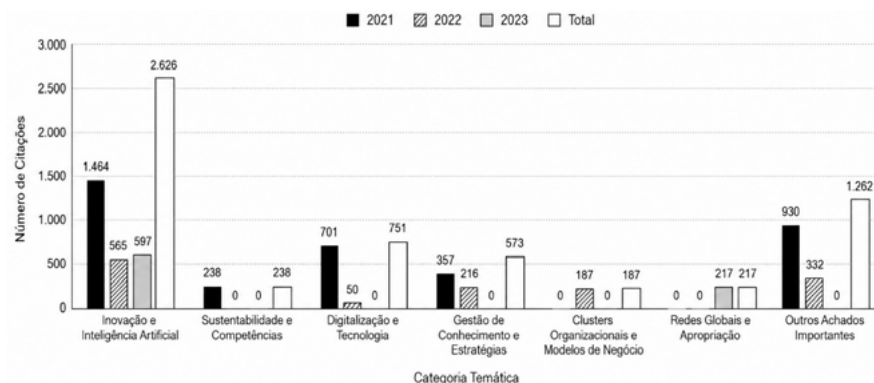
Este capítulo apresenta a análise e discussão dos resultados, articulando os achados da revisão sistemática da literatura e da análise documental de relatórios técnicos. Para organizar a complexidade dos dados e promover um diálogo direto com a literatura sobre Gestão da Inovação (Capítulo 2), a estrutura desta análise seguirá o modelo do ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015), segmentado nas fases de Busca, Seleção e Implementação. O objetivo é utilizar este *framework* consolidado para mapear como a Inteligência Artificial (IA) está redefinindo cada etapa, permitindo não apenas responder à questão central de pesquisa, mas também extrair implicações teóricas e gerenciais claras.

A narrativa central que emerge desta análise é a de que, embora a IA já demonstre um valor consolidado na fase de Busca, seus maiores desafios e, consequentemente, suas oportunidades mais estratégicas para a Gestão do Conhecimento, residem nas fases de Seleção e Implementação.

Para iniciar esta análise e aprofundar a compreensão sobre os impactos da Inteligência Artificial na inovação, realizou-se uma análise quantitativa das publicações acadêmicas e relatórios técnicos. Os resultados, visualizados no *software* Tableau Desktop, permitiram identificar as principais tendências e padrões na literatura recente. A Figura 1 apresenta a distribuição das citações ao longo do tempo, evidenciando a predominância de temas como “Inovação e Inteligência Artificial” e “Digitalização e tecnologia”, fornecendo uma base empírica para a discussão que se segue.



Figura 1 - Distribuição de Citações nos Artigos e nos Relatórios por Categorias Temáticas



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A evidência dos termos “Inovação e Inteligência Artificial” e “Digitalização e Tecnologia”, observada na Figura 1, corrobora os achados de Dwivedi *et al.* (2023) e Chopra *et al.* (2021), que ressaltam o papel da IA na transformação dos processos organizacionais e nas práticas sustentáveis nas ações de digitalização. Além disso, os padrões identificados reforçam os impactos positivos da IA na competitividade empresarial e na gestão do conhecimento, conforme discutido por Bencsik (2021) e Mariani *et al.* (2023). Dessa forma, os resultados quantitativos iniciais evidenciam como a IA tem sido amplamente explorada para impulsionar a inovação, ao mesmo tempo que contribui para a sustentabilidade e eficiência organizacional, temas que serão aprofundados nos próximos subcapítulos.

4.1. A IA NA REDEFINIÇÃO DA FASE DE BUSCA: CONSOLIDANDO A EFICIÊNCIA ANALÍTICA

A fase de Busca, dedicada à prospecção e identificação de oportunidades de inovação, representa a aplicação mais madura e consensual da Inteligência Artificial na literatura e nos relatórios técnicos



analisados, sendo impulsionada por fatores econômicos, tecnológicos e sociais (Dwivedi *et al.*, 2023; Mariani *et al.*, 2023). Nesta etapa, a IA atua como uma ferramenta catalisadora, capacitando as organizações a superarem as limitações humanas no processamento de informações, especialmente na análise de grandes volumes de dados para identificar tendências emergentes e oportunidades estratégicas. A atuação da IA nesta fase pode ser categorizada por *frameworks* teóricos, como os níveis de exploração e expansão de capacidades (Haefner *et al.*, 2021) ou, sob a ótica do *framework* TOE (Tecnológico, Organizacional, Ambiental), em aplicações de substituição, reforço e revelação de capacidades humanas (Gama e Magistretti, 2025).

Os resultados confirmam que a IA é predominantemente utilizada para expandir a capacidade humana de explorar novos mercados e tecnologias, um direcionamento apontado por 64% das organizações segundo Johnson *et al.* (2022). Na prática, a tecnologia acelera a inovação ao reduzir barreiras de entrada e aperfeiçoar a gestão do conhecimento (Marion e Fixson, 2021). Essa capacidade se traduz em aplicações práticas, como a melhora na precisão da segmentação de mercado e na compreensão dos sentimentos do consumidor (Mustak *et al.*, 2021; Marion e Fixson, 2021), permitindo que as empresas identifiquem nichos e demandas latentes com uma agilidade sem precedentes. Tal alcance se estende globalmente, permitindo a análise de Redes Globais de Inovação (Hu *et al.*, 2023) e o aproveitamento de conhecimentos externos de mercados emergentes (Dana *et al.*, 2022). Além disso, ferramentas como a IA Generativa (Gen AI) e os Modelos de Linguagem (LLMs) estão democratizando o acesso à inovação, permitindo que mais indivíduos e empresas, incluindo PMEs, participem da prospecção de ideias e acessem novos mercados (Jabeen, Belas e Santoro, 2023; Bilgram e Laarmann, 2023). A implementação da IA nesta fase inicial do ciclo de inovação está, portanto, diretamente ligada à transformação fundamental dos processos organizacionais, tornando-os mais dinâmicos e orientados por dados (Dwivedi *et al.*, 2023).



Os resultados dessa aplicação são expressivos, traduzindo-se em aumento da eficiência operacional, redução de custos e do tempo para desenvolvimento de novos produtos (Mariani *et al.*, 2023; Bencsik, 2021). Empresas líderes que adotaram Gen AI, por exemplo, relatam aumentos significativos de eficiência e impacto financeiro direto (Cafferata e Dias, 2024). Esses ganhos reforçam a competitividade empresarial (Bencsik, 2021; Mariani *et al.*, 2023) e habilitam a descoberta de novas oportunidades de inovação em produtos, processos e modelos de negócios (Mariani *et al.*, 2023; Kumari e Rana, 2022).

Em síntese, os estudos convergem ao posicionar a IA, na fase de Busca, como um “telescópio” analítico de alta potência. Ele não apenas automatiza a coleta de informações, mas amplia o alcance e a profundidade da prospecção de inovações, representando um claro ponto de convergência entre o potencial reconhecido pela academia e o valor prático observado pelo mercado.

4.2. O PARADOXO DA FASE DE SELEÇÃO: ENTRE A RACIONALIDADE AUMENTADA E OS NOVOS VIESES

Se a fase de Busca representa um consenso, a fase de Seleção emerge como a mais complexa e paradoxal arena de debate sobre o uso da IA na inovação. É aqui que a tecnologia confronta o núcleo da tomada de decisão estratégica, gerando uma tensão fundamental entre a promessa de uma racionalidade otimizada e o surgimento de riscos e vieses antes inexistentes. Nesta etapa, onde se fazem as escolhas estratégicas, a Gestão do Conhecimento (GC) se torna o pilar para impulsionar a Gestão da Inovação, combinando as capacidades tecnológicas, organizacionais e ambientais do *framework* TOE (Tornatzky *et al.*, 1990). A capacidade de uma organização de transformar dados em insights estratégicos (Romijn e Albaladejo, 2002) depende de sua “capacidade de absorção” —



a habilidade de detectar, compartilhar e transformar conhecimento para gerar vantagem competitiva (Chatterjee, Chaudhuri e Vrontis, 2022; Chen *et al.*, 2022).

De um lado, a IA promete democratizar e acelerar a seleção de ideias. Ferramentas como os Modelos de Linguagem Generativa (LLMs) reduzem as barreiras técnicas, permitindo a prototipagem rápida e a validação de conceitos por um público mais amplo, que não possui habilidades técnicas avançadas (Bilgram e Laarmann, 2023). Essa eficiência, combinada à redução de custos em P&D, viabiliza um volume maior de experimentação e eleva o potencial de racionalidade no processo de inovação (Tian *et al.*, 2023; Pietronudo, Croidieu e Schiavone, 2022). O resultado esperado é um processo de seleção mais ágil, inclusivo e fundamentado em dados objetivos.

Contudo, essa promessa de clareza coexiste com o que Pietronudo, Croidieu e Schiavone (2022) descrevem como um “caos renovado”. A mesma tecnologia que oferece racionalidade introduz desafios significativos, notadamente o viés de confiabilidade, onde as recomendações da IA são aceitas sem o devido escrutínio crítico humano (Keding e Meissner, 2021). A falta de transparência em algoritmos complexos, a chamada “caixa-preta”, agrava o problema, tornando difícil auditar as decisões e equilibrar as contribuições tecnológicas com o julgamento humano (Mustak *et al.*, 2021; Keding e Meissner, 2021).

Este paradoxo cristaliza o principal desafio gerencial da era da IA na inovação: Como as organizações podem usar a IA para acelerar e qualificar a Seleção sem se tornarem reféns de vieses algorítmicos ou abdicarem do julgamento estratégico humano? A resposta não reside apenas na tecnologia, mas na sua governança. É nesse ponto que a sinergia entre IA e GC se torna o mecanismo essencial para gerenciar essa tensão. A integração da IA com a GC promove um ciclo contínuo de aprendizado e criação de valor (Gama e Magistretti, 2025), indo além do simples processamento de informações e



englobando cognição e aprendizado (Caccamo, Pittino e Tell, 2023). A GC, portanto, funciona como a ponte que cria as rotinas organizacionais e a cultura de pensamento crítico necessárias para validar, contextualizar e, quando preciso, desafiar as saídas da IA, garantindo que a tecnologia sirva à estratégia, e não o contrário.

4.3. A FASE DE IMPLEMENTAÇÃO: O DESAFIO DA GOVERNANÇA E DA TRANSFORMAÇÃO ORGANIZACIONAL

Se as fases de Busca e Seleção representam o potencial estratégico da IA, a fase de Implementação é onde a tecnologia colide com a realidade complexa da organização. É nesta etapa que os maiores desafios vêm à tona, e os resultados desta pesquisa demonstram de forma inequívoca que as barreiras mais críticas não são puramente tecnológicas. Em vez disso, elas residem nos domínios organizacional, humano e regulatório, confirmando a relevância do *framework* TOE (Tecnológico, Organizacional, Ambiental) como lente analítica.

A dimensão Organizacional manifesta-se como o epicentro da fricção na implementação. A resistência não é passiva, mas ativa e multifacetada. Por um lado, a IA é frequentemente percebida como uma ameaça direta à segurança no trabalho, minando a disposição dos colaboradores para engajar na transformação digital (Arias-Pérez e Vélez-Jaramillo, 2022). Por outro, essa resistência é agravada pela prevalência da síndrome de “*Not-Invented-Here*”, onde a desconfiança em soluções externas compromete a adoção de inovações (Arias-Pérez e Vélez-Jaramillo, 2022). Ao mesmo tempo, a transformação digital, embora amplie as oportunidades, introduz complexidades que podem impactar a eficiência (Lanzolla, Pesce e Tucci, 2021). A resposta a esse desafio humano exige mais do que tecnologia; demanda o desenvolvimento de capacidades organizacionais



específicas (Dana *et al.*, 2022), a integração de habilidades digitais e tradicionais (Lanzolla, Pesce e Tucci, 2021) e um investimento maciço em treinamento contínuo para qualificar as equipes (Palos-Sánchez *et al.*, 2022; Marion e Fixson, 2021; Mustak *et al.*, 2021). Vale ressaltar que diferentes estratégias de implementação podem ser adotadas, a depender dos *clusters* de aplicação e dos níveis de maturidade de cada organização (Füller *et al.*, 2022). Nesse contexto, a “intensidade digital” de uma organização, sua capacidade de integrar a GC com a estratégia digital, torna-se um pré-requisito fundamental para superar essa inércia (Nwankpa, Roumani e Datta, 2022).

Paralelamente, a dimensão Ambiental impõe uma camada externa de complexidade. O cenário regulatório global é um mosaico de abordagens distintas, oscilando entre a proteção de direitos, o fomento à competitividade e o controle estatal (Think Tank ABES, 2024). Essa falta de consenso global cria um campo minado para as organizações, que precisam harmonizar padrões internacionais com legislações locais emergentes, como o PL 2.338/2023 no Brasil (ITS Rio, 2023). Essas barreiras se manifestam de formas distintas em cada setor, como na construção, que demanda maior padronização, e no setor financeiro, que precisa gerenciar as expectativas dos consumidores (Deng *et al.*, 2022; Khalatur *et al.*, 2022). Em resposta, planos estratégicos como o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (MCTI, 2024) buscam endereçar essas questões, priorizando o fortalecimento da infraestrutura e da capacitação. A ausência de uma governança clara e a desigualdade no acesso à tecnologia em países em desenvolvimento constituem barreiras significativas (TechLab-USP, 2024; ONU, 2024). Essa pressão externa reverbera internamente, forçando as organizações a confrontar desafios críticos de governança ética, custos computacionais e maturidade na gestão de dados para sequer começar a implementação (Daugherty *et al.*, 2023). A superação desses desafios envolve também a adoção de *softwares* de gestão da inovação em ecossistemas empreendedores (Endres, Huesig e Pesch, 2022) e o desenvolvimento de novos currículos educacionais (Wu e Chen, 2021).



Em última análise, a fase de Implementação desloca o foco do fator Tecnológico para os fatores Organizacional e Ambiental do *framework* TOE. O sucesso não depende mais da sofisticação do algoritmo, mas da capacidade da organização de gerir a mudança, qualificar suas equipes e navegar em um ambiente regulatório incerto. É aqui que a Gestão do Conhecimento transcende seu papel de suporte e se torna a disciplina estratégica central, responsável por orquestrar a complexa interação entre pessoas, processos e o ecossistema externo, viabilizando a transformação prometida pela IA.

4.4. ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÃO DAS LACUNAS
(ONDE A ACADEMIA ENCONTRA O MERCADO)

Uma análise aprofundada das contribuições da IA para a inovação emerge quando se colocam em diálogo direto as duas fontes primárias desta pesquisa: os artigos acadêmicos e os relatórios técnicos de mercado. O Quadro 2 sintetiza essa comparação, destacando não apenas as semelhanças, mas, mais importante, as divergências e lacunas que revelam a dinâmica entre a produção de conhecimento teórico e a aplicação prática.

Quadro 2 - Comparação de Resultados entre Relatórios Técnicos e Artigos Acadêmicos

Aspectos	Semelhanças	Divergências	Lacunas
Papel da IA na Gestão da Inovação	Ambos reconhecem que a IA transforma processos de inovação ao integrar capacidades analíticas, operacionais e estratégicas.	Relatórios destacam a adoção prática por setores amplos (McKinsey, 2024; ONU, 2024), enquanto artigos exploram contextos específicos, como marketing (Mustak <i>et al.</i> , 2021), saúde (Leone <i>et al.</i> , 2021) ou manufatura (Tian <i>et al.</i> , 2023).	Necessidade de maior integração entre visões setoriais detalhadas (artigos) e aplicações globais (relatórios) para criar um panorama mais completo.



Aspectos	Semelhanças	Divergências	Lacunas
Quadro de Capacidades da IA	Ambos destacam <i>frameworks</i> para categorizar as capacidades da IA, como substituição, reforço e revelação (Gama e Magistretti, 2025) ou exploração e expansão (Haefner <i>et al.</i> , 2021).	Relatórios focam em capacidades práticas e de negócio, como personalização (Accenture, 2023). Artigos incluem discussões teóricas mais profundas, como <i>frameworks</i> baseados em TOE e SOR (Gama e Magistretti, 2025; Tian <i>et al.</i> , 2023).	Necessidade de desenvolver <i>frameworks</i> que conectem capacidades teóricas detalhadas com soluções práticas e implementáveis para diferentes indústrias.
Barreiras e Desafios	Ambos apontam barreiras como resistência organizacional, falta de habilidades, desafios éticos e lacunas regulatórias.	Relatórios destacam desafios macro, como desigualdade global e governança (ONU, 2024; TechLab, 2024). Artigos discutem barreiras setoriais específicas, como integração em ecossistemas (Chatterjee, Chaudhuri e Vrontis, 2022; Nwankpa, Roumani e Datta, 2022)	Necessidade de estudos que conectem barreiras específicas a desafios globais, considerando geografia, cultura e maturidade tecnológica.
Impactos Econômicos e Organizacionais	Ambos reconhecem que a IA melhora a eficiência, reduz custos e aumenta a competitividade.	Relatórios enfatizam resultados quantitativos, como aumento de <i>EBIT</i> (McKinsey, 2024), enquanto artigos frequentemente discutem resultados qualitativos, como melhoria na gestão de conhecimento ou transformação digital (Deng <i>et al.</i> , 2022; Leone <i>et al.</i> , 2021).	Falta de estudos que quantifiquem os impactos econômicos da IA, especialmente em mercados emergentes, para complementar as análises qualitativas.
Recomendações Finais	Ambos sugerem a adoção de estratégias híbridas que combinem teoria, treinamento e soluções práticas.	Relatórios oferecem recomendações amplas e de políticas (investimento em infraestrutura, governança global) (ONU, 2024; McKinsey, 2023). Artigos exploram estratégias detalhadas (integração de práticas digitais, capacitação em <i>LLMs</i>) (Bilgram e Laarmann, 2023; Gama e Magistretti, 2025).	Necessidade de criar ferramentas práticas que integrem recomendações acadêmicas detalhadas com diretrizes amplas dos relatórios, considerando diferentes maturidades organizacionais.

Fonte: Adaptado pelos autores (2025).



A análise aprofundada deste quadro revela tensões produtivas e áreas críticas para o avanço do conhecimento. A primeira divergência clara é a da “Visão Global vs. Específica”. Relatórios de mercado, como os da McKinsey e da ONU, naturalmente adotam uma perspectiva macro, focando em tendências setoriais amplas e no impacto econômico global. Seu objetivo é orientar líderes de indústria e formuladores de políticas. Em contrapartida, a academia investiga nichos, como o uso da IA no marketing B2B (Mustak *et al.*, 2021) ou na saúde (Leone *et al.*, 2021), pois precisa isolar variáveis para testar hipóteses com rigor. Isso indica que o estado da arte da IA na inovação é dual: seu potencial macro já está consolidado como uma narrativa de negócio, mas sua validação e compreensão profunda ainda estão sendo construídas em contextos específicos.

Uma segunda divergência reside na tensão entre “Prática vs. Teoria”. Relatórios da Accenture, por exemplo, traduzem o potencial da IA em capacidades de negócio tangíveis, como “personalização de soluções”, porque sua audiência busca aplicabilidade imediata. Já os artigos acadêmicos se aprofundam em *frameworks* teóricos, como o TOE (Gama e Magistretti, 2025) ou o SOR (Tian *et al.*, 2023), pois seu objetivo é construir modelos explicativos robustos e generalizáveis. Essa divergência, refletida na análise comparativa, não é uma falha, mas um reflexo dos papéis distintos de cada fonte: enquanto o mercado, com seus relatórios, busca o “o quê”, a academia, com seus artigos, se esforça para explicar o “como” e o “porquê”.

É na análise das lacunas, contudo, que as oportunidades mais claras para pesquisa futura emergem. A lacuna mais evidente diz respeito à mensuração dos «Impactos Econômicos». A análise conjunta da literatura revela essa complementaridade de visões: relatórios de mercado tendem a focar em resultados quantitativos, como aumento de *EBIT* (McKinsey, 2024), enquanto os artigos acadêmicos aprofundam os resultados qualitativos, como a melhoria na transformação digital (Deng *et al.*, 2022; Leone *et al.*, 2021). Essa disparidade evidencia um desafio metodológico para a academia — a dificuldade de isolar o



impacto financeiro da IA de outras variáveis em um estudo rigoroso — e aponta para uma clara e valiosa oportunidade de pesquisa futura.

Finalmente, a lacuna na criação de “Ferramentas Práticas” reforça a justificativa central deste estudo. Os artigos oferecem recomendações detalhadas, mas muitas vezes teóricas, como a capacitação em IA Generativa (Bilgram e Laarmann, 2023; Gama e Magistretti, 2025), enquanto os relatórios fornecem diretrizes estratégicas amplas, como investimentos em governança global (ONU, 2024; McKinsey, 2023). Apesar da riqueza de dados, emerge a necessidade de desenvolver novos *frameworks* que integrem de forma mais sistemática as tecnologias emergentes com a gestão do conhecimento (Chopra *et al.*, 2021). Falta uma ponte entre esses dois mundos: ferramentas e modelos que sejam academicamente robustos e, ao mesmo tempo, aplicáveis por gestores. O futuro da inovação dependerá da sinergia onde a IA atue não apenas como processador, mas como facilitador da criação e aplicação do conhecimento. É precisamente essa lacuna, especialmente na qualificação da fase de Seleção, que o presente trabalho busca começar a preencher, traduzindo os insights convergentes de ambas as fontes em diretrizes estratégicas acionáveis.

4.5. SÍNTESE DOS RESULTADOS: CONTRIBUIÇÕES TRANSVERSAIS E RESPOSTA À QUESTÃO DE PESQUISA

A análise integrada dos resultados, ao cruzar os achados da literatura com os relatórios de mercado sob a lente do ciclo de inovação, permite transcender a listagem de contribuições individuais de autores. Dela emergem três insights transversais que, em conjunto, oferecem uma resposta nuançada à questão central deste estudo e revelam a natureza da transformação impulsionada pela Inteligência Artificial.



O primeiro insight é o deslocamento do gargalo da inovação. A análise demonstra que a IA consolidou sua eficiência na fase de Busca, tornando a prospecção de ideias e oportunidades um processo mais rápido e abrangente. Como consequência, o principal desafio competitivo na gestão da inovação não reside mais na geração de um grande volume de ideias, mas sim na capacidade organizacional de validá-las, priorizá-las e governá-las de forma estratégica nas fases de Seleção e Implementação. A abundância de possibilidades gerada pela IA exige um rigor seletivo e uma capacidade de execução que se tornaram os novos gargalos críticos para a competitividade.

O segundo insight posiciona a Gestão do Conhecimento (GC) como um fundamento crítico, e não um mero acessório, para o sucesso da IA. A eficácia da inteligência artificial não é um atributo inerente à tecnologia em si; ela é diretamente contingente à maturidade e à robustez dos processos de GC que a suportam. A qualidade dos dados que alimentam os algoritmos, a cultura de compartilhamento de informações que contextualiza seus resultados e o alinhamento estratégico que orienta sua aplicação são os verdadeiros motores do valor. Sem uma GC sólida, a IA corre o risco de se tornar um motor potente operando com combustível de baixa qualidade, gerando resultados que, embora rápidos, são imprecisos ou desalinhados dos objetivos organizacionais.

O terceiro e último insight é o paradoxo da democratização e da complexidade. Ferramentas como os Modelos de Linguagem Generativa (*LLMs*) estão, de fato, democratizando o acesso à inovação, permitindo que mais indivíduos participem da prototipagem e do desenvolvimento de ideias (Bilgram e Laarmann, 2023). Contudo, essa acessibilidade ampliada introduz, paradoxalmente, uma nova camada de complexidade gerencial. O “caos renovado” descrito por Pietronudo, Croidieu e Schiavone (2022), caracterizado por um aumento no volume de iniciativas, novos vieses algorítmicos e desafios éticos, exige uma governança mais sofisticada e novas



competências de liderança, focadas não apenas em fomentar a criatividade, mas em gerenciar seus riscos.

Em resposta à questão central de pesquisa “Como a integração da Inteligência Artificial (IA) na Gestão do Conhecimento pode impulsionar a Gestão da Inovação?”, este estudo conclui que a integração ocorre por meio de uma reconfiguração fundamental do próprio processo de inovação. A IA, potencializada pela GC, impulsiona a inovação ao: 1) deslocar o foco estratégico da geração de ideias para sua seleção e implementação; 2) elevar a GC de uma função de suporte para um pré-requisito essencial de governança e qualidade; e 3) criar a necessidade de novas capacidades de liderança capazes de navegar a tensão entre a democratização do acesso e a complexidade da execução.

4.6. IMPLICAÇÕES ESTRATÉGICAS: SUSTENTABILIDADE E FATORES HUMANOS

Conectando Inovação e Sustentabilidade: a integração da GC com tecnologias como a IA transcende a eficiência operacional, facilitando a adoção de práticas sustentáveis e inovadoras (Chopra *et al.*, 2021). A gestão do conhecimento baseada em IA desempenha um papel central na criação de práticas empresariais sustentáveis, que não só geram vantagens competitivas como também atendem às crescentes demandas de *stakeholders* por responsabilidade socioambiental (Chopra *et al.*, 2021).

O Fator Humano como Pilar Estratégico: nesse contexto, a gestão de pessoas se torna um elemento crítico. A IA tem o potencial de aprimorar significativamente as funções de RH, como recrutamento e retenção de talentos (Palos-Sánchez *et al.*, 2022). A capacitação intensiva de líderes em tecnologias avançadas e a harmonização de práticas de gestão de talentos com estratégias digitais



são fundamentais para impulsionar a sustentabilidade organizacional (Ogbeibu *et al.*, 2021). Práticas como o “*Green Talent Management*” (Gestão de Talentos Verdes) emergem como resposta a essa necessidade, visando reduzir o turnover e fomentar uma cultura de inovação sustentável (Ogbeibu *et al.*, 2021; Palos-Sánchez *et al.*, 2022).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa investigou como a integração da Inteligência Artificial (IA) com a Gestão do Conhecimento pode fortalecer o processo de inovação, com foco na fase de Seleção. A análise demonstrou que a IA atua como um poderoso instrumento estratégico, concluindo que, embora sua aplicação esteja consolidada na otimização da fase de Busca, pela análise de grandes volumes de dados para identificar oportunidades, seu maior desafio e potencial de transformação residem na fase de Seleção. A eficácia da IA nesta etapa crítica depende diretamente da maturidade dos processos de Gestão do Conhecimento organizacional, que devem garantir a qualidade dos dados e o alinhamento estratégico para mitigar vieses e fortalecer a tomada de decisão.

As contribuições deste estudo são de dupla natureza. Como contribuição teórica, a pesquisa avança a literatura ao analisar sistematicamente a interseção entre IA, Gestão do Conhecimento e Gestão da Inovação através das lentes do ciclo de Tidd e Bessant (2015), evidenciando a lacuna existente no que tange à aplicação da IA na Seleção e Implementação. Do ponto de vista prático, o trabalho oferece diretrizes que auxiliam gestores e formuladores de políticas a diagnosticar a prontidão organizacional e a estruturar iniciativas de inovação, promovendo uma visão clara sobre como implementar ferramentas de IA de forma mais assertiva e adaptável.



É preciso, contudo, reconhecer as limitações deste trabalho. A metodologia, baseada em uma revisão sistemática e análise documental, oferece uma visão abrangente, mas carece da profundidade que um estudo de caso empírico proporcionaria para validar as diretrizes propostas em um contexto real. A restrição no acesso a dados proprietários das organizações e o recorte temporal dos documentos analisados podem ter limitado a abrangência de algumas conclusões.

A partir dessas limitações, delinea-se uma agenda para pesquisas futuras. Recomenda-se a condução de estudos de caso longitudinais para investigar, na prática, os desafios organizacionais, como a resistência à mudança e a complexidade dos sistemas tecnológicos, durante a implementação de IA na fase de Seleção de projetos. Adicionalmente, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas quantitativas que visem criar e validar modelos de mensuração do retorno sobre o investimento (ROI) da IA na gestão do portfólio de inovação. Tais iniciativas contribuirão para um entendimento mais robusto e aplicado sobre o papel da IA na transformação da dinâmica interna das organizações.

REFERÊNCIAS

- ALTAIE, M. R.; DISHAR, M. M. Integration of artificial intelligence applications and knowledge management processes for construction projects management. **Civil Engineering Journal**, v. 10, n. 3, p. 738-756, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-03-06>
- ARIAS-PÉREZ, J.; VÉLEZ-JARAMILLO, J. Ignoring the three-way interaction of digital orientation, Not-invented-here syndrome and employee's artificial intelligence awareness in digital innovation performance: A recipe for failure. **Technological Forecasting; Social Change**, v. 174, 121307, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121305>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITALIS (ANBIMA). **Deep Dive: Inteligência Artificial nos Mercados Financeiro e de Capitais**. São Paulo: ANBIMA, 2023.



BELLUCCI, M. *et al.* Journal of Intellectual Capital: a review of emerging themes and future trends. **Journal of Intellectual Capital**, v. 22, n. 1, p. 1-26, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JIC-10-2019-0239>

BENCSEK, A. The Sixth Generation of Knowledge Management – The Headway of Artificial Intelligence. **Journal of International Studies**, v. 14, n. 2, p. 84-101, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2021/14-2/6>

BILGRAM, V.; LAARMANN, F. Accelerating Innovation With Generative AI: AI-Augmented Digital Prototyping and Innovation Methods. **IEEE Engineering Management Review**, v. 51, n. 2, p. 18-25, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMR.2023.3272799>.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Plano Brasileiro de Inteligência Artificial - PBIA**. Brasília, DF: MCTI, 2024.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

CACCAMO, M.; PITTINO, D.; TELL, F. Boundary objects, knowledge integration, and innovation management: A systematic review of the literature. **Technovation**, v. 122, 102645, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102645>

CAFFERATA, P.; DIAS, Y. B. **65% das Empresas Usam Gen AI no Mundo; Líderes Apontam Caminhos para Obter Retorno Financeiro**. McKinsey; Company, 2024.

CHATTERJEE, S.; CHAUDHURI, R.; VRONTIS, D. Knowledge sharing in international markets for product and process innovation: moderating role of firm's absorptive capacity. **International Marketing Review**, v. 39, n. 3, p. 706-733, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMR-11-2020-0261>

CHEN, Y. *et al.* Building data-driven dynamic capabilities to arrest knowledge hiding: A knowledge management perspective. **Journal of Business Research**, v. 139, p. 1138-1154, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.10.050>

CHOPRA, M. *et al.* Past, present, and future of knowledge management for business sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 328, p. 129592, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129592>

CHUI, M. *et al.* **The State of AI in 2023: Generative AI's Breakout Year**. McKinsey Global Survey, 2023.



CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 5. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research**. 3. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2017.

DANA, L. P. *et al.* Investigating the Impact of International Markets and New Digital Technologies on Business Innovation in Emerging Markets. **Sustainability**, v. 14, n. 2, p. 983, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14020983>

DAUGHERTY, P. *et al.* **A New Era of Generative AI for Everyone**. Accenture, 2023.

DENG, H. *et al.* Transforming knowledge management in the construction industry through information and communications technology: A 15-year review. **Automation in Construction**, v. 142, p. 104530, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jautcon.2022.104530>

DWIVEDI, Y. K. *et al.* Evolution of Artificial Intelligence Research in Technological Forecasting and Social Change: Research Topics, Trends, and Future Directions. **Technological Forecasting; Social Change**, v. 192, p. 122579, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122579>

ENDRES, H.; HUESIG, S.; PESCH, R. Digital Innovation Management for Entrepreneurial Ecosystems: Services and Functionalities as Drivers of Innovation Management Software Adoption. **Review of Managerial Science**, v. 16, n. 1, p. 135-156, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11846-021-00441-4>

FEW, S. **Show me the numbers**: designing tables and graphs to enlighten. 2. ed. Burlingame: Analytics Press, 2013.

FÜLLER, J. *et al.* How AI Revolutionizes Innovation Management – Perceptions and Implementation Preferences of AI-Based Innovators. **Technological Forecasting; Social Change**, v. 178, p. 121598, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121598>

GAMA, F.; MAGISTRETTI, S. Artificial intelligence in innovation management: A review of innovation capabilities and a taxonomy of AI applications. **Journal of Product Innovation Management**, v. 42, n. 1, p. 76-111, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12698>

GIRÓN, D. C. A. *et al.* The relationship between knowledge management and artificial intelligence: a thematic analysis from Scopus. **Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication**, v. 5, n. 1, p. 10, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.47909/ijsmc.1713>



HAEFNER, N. *et al.* Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 162, p. 120392, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120392>

HARZING, A.-W. Publish ou Perish: explica o uso do Publish or Perish e suas métricas. **Boletim Técnico do PPEC**, v. 10, p. e025011, 2025.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE DO RIO (ITS RIO). **Relatório 100 IA**: PL 2.338/2023 e a classificação de risco dos usos de IA sob uma perspectiva prática. Rio de Janeiro: ITS Rio, 2023.

JABEEN, F.; BELAS, J.; SANTORO, G. The role of open innovation in fostering SMEs' business model innovation during the COVID-19 pandemic. **Journal of Knowledge Management**, v. 27, n. 6, p. 1562-1582, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JKM-05-2022-0347>

JOHNSON, P. C. *et al.* Digital Innovation and the Effects of Artificial Intelligence on Firms' Research and Development – Automation or Augmentation, Exploration or Exploitation? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 179, p. 121636, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121636>

KEDING, C.; MEISSNER, P. Managerial Overreliance on AI-Augmented Decision-Making Processes: How the Use of AI-Based Advisory Systems Shapes Choice Behavior in R&D Investment Decisions. **Technological Forecasting; Social Change**, v. 171, p. 120970, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120970>

KHALATUR, S. *et al.* Innovation Management as Basis of Digitalization Trends and Security of Financial Sector. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 9, n. 4, p. 56-76, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.9770/jesi.2022.9.4\(3\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2022.9.4(3))

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. EBSE Technical Report, v. 2.3, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering. Acesso em: 31 dez. 2024.

KUMARI, N.; RANA, G. **Reinventing Manufacturing and Business Processes Through Artificial Intelligence**. London: Routledge, 2022. (Innovations in Big Data and Machine Learning Series).

LANZOLLA, G.; PESCE, D.; TUCCI, C. L. The Digital Transformation of Search and Recombination in the Innovation Function: Tensions and an Integrative Framework. **Journal of Product Innovation Management**, v. 38, n. 1, p. 90-113, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12546>



LEONE, D. *et al.* How Does Artificial Intelligence Enable and Enhance Value Co-Creation in Industrial Markets? An Exploratory Case Study in the Healthcare Ecosystem. **Journal of Business Research**, v. 129, p. 849-859, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.008>

MARIANI, M. M. *et al.* Artificial Intelligence in Innovation Research: A Systematic Review, Conceptual Framework, and Future Research Directions. **Technovation**, v. 122, p. 102623, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102623>

MARION, T. J.; FIXSON, S. K. The Transformation of the Innovation Process: How Digital Tools are Changing Work, Collaboration, and Organizations in New Product Development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 38, n. 1, p. 192-215, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12547>

MISHRA, A.; PANI, A. Business value appropriation roadmap for artificial intelligence. **VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems**, v. 51, n. 3, p. 353-368, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/VJIKMS-07-2019-0107>

MUSTAK, M. *et al.* Artificial Intelligence in Marketing: Topic Modeling, Scientometric Analysis, and Research Agenda. **Journal of Business Research**, v. 124, p. 389-404, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.044>

NAÇÕES UNIDAS. Órgão Consultivo de Alto Nível sobre IA. **Governing AI for Humanity: Final Report**. New York: United Nations Publications, 2024.

NWANKPA, J. K.; ROUMANI, Y.; DATTA, P. Process Innovation in the Digital Age of Business: The Role of Digital Business Intensity and Knowledge Management. **Journal of Knowledge Management**, v. 26, n. 5, p. 1319-1341, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JKM-04-2021-0277>

OGBEIBU, S. *et al.* Green Talent Management and Turnover Intention: The Roles of Leader STARA Competence and Digital Task Interdependence. **Journal of Intellectual Capital**, v. 23, n. 1, p. 27-55, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JIC-01-2021-0016>

PALOS-SÁNCHEZ, P. R. *et al.* Artificial Intelligence and Human Resources Management: A Bibliometric Analysis. **Applied Artificial Intelligence**, v. 36, n. 1, p. 2145631, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2145631>

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: a practical guide**. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.



PIETRONUDO, M. C.; CROIDIEU, G.; SCHIAVONE, F. A Solution Looking for Problems? A Systematic Literature Review of the Rationalizing Influence of Artificial Intelligence on Decision-Making in Innovation Management. **Technological Forecasting; Social Change**, v. 182, p. 121828, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121828>

PRIHANDOKO, D. *et al.* Leveraging artificial intelligence for knowledge management: a systematic literature analysis. In: International Conference On Creative Communication and Innovative Technology (ICCIT), 3, 2024, **Anais [...]**. IEEE, 2024. p. 1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICCIT62134.2024.10701138>.

ROMIJN, H.; ALBALADEJO, M. Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. **Research Policy**, v. 31, n. 7, p. 1053-1067, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00176-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00176-7)

STANFORD INSTITUTE FOR HUMAN-CENTERED AI. **Artificial Intelligence Index Report 2024**. Stanford: Stanford University, 2024.

THINK TANK ABES. **A Corrida Global pela Regulação das Inteligências Artificiais**. ABES, 2024.

TIAN, H. *et al.* Can enterprise green technology innovation performance achieve “corner overtaking” by using artificial intelligence? — Evidence from Chinese manufacturing enterprises. **Technological Forecasting; Social Change**, v. 194, p. 122732, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122732>

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TRIBUNAL DE CONTAS EUROPEU. **Relatório Especial 08/2024**: Ambições da UE para a Inteligência Artificial. Luxemburgo: União Europeia, 2024.

WU, Y. J.; CHEN, J.C. Stimulating innovation with an innovative curriculum: A curriculum design for a course on new product development. **The International Journal of Management Education**, v. 19, n. 3, p. 100561, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100561>

ZHANG, Q.; ZUO, J.; YANG, S. Research on the impact of generative artificial intelligence (GenAI) on enterprise innovation performance: a knowledge management perspective. **Journal of Knowledge Management**, v. 29, n. 7, p. 2238-2257, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2024-1198>



3

André Fernando de Almeida
André Coutinho de Macedo Silva
Vinicius Antonio Pedro
Yves de Almeida Alvim
Douglas Roberto de Matos Pimentel
Maria Elizete Kunkel
Walter Teixeira Lima Junior

ANÁLISE DO GRAU DE MATURIDADE TECNOLÓGICA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA):

ESTUDO DOS PROJETOS NO PROGRAMA FAPESP PIPE

**RESUMO:**

O *Technology Readiness Level* (TRL) é um modelo consolidado para avaliar a maturidade tecnológica, desde a concepção inicial até a comercialização. Embora existam adaptações para *software*, como o *Software Technology Readiness Level* (STRL), sua aplicação para Inteligência Artificial (IA) revela limitações significativas, pois projetos de IA dependem de bases de dados e simulam processos de aprendizado humano. A pesquisa teve como objetivo propor o *Artificial Intelligence Technology Readiness Level* (AITRL) como um novo modelo para avaliar a maturidade tecnológica de projetos de IA, com o intuito de superar as lacunas do STRL, especialmente na fase de Implementação do ciclo de inovação. A metodologia envolveu a análise de 2.077 projetos do programa FAPESP PIPE Fase 1, que identificou 444 (21,4%) com foco em IA, e um estudo de caso detalhado do projeto CityVox (Dom Rock). Os resultados indicam uma representatividade crescente de projetos de IA, a qual atingiu 34% em 2024, com 70% concentrados nos níveis STRL 1 e 2. O estudo de caso demonstrou que, embora classificado como *software*, o CityVox utilizou técnicas avançadas de IA, o que evidencia as limitações do STRL. O AITRL tem o potencial de aprimorar a avaliação de projetos, otimizar investimentos e aumentar a transparência da IA, contribuindo para a academia, o mercado e a sociedade.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Maturidade tecnológica. Gestão da inovação. TRL. STRL. FAPESP.

ABSTRACT:

The Technology Readiness Level (TRL) is a well-established framework for assessing technological maturity, from initial conception to commercialization. Although adaptations for software exist, such as the Software Technology Readiness Level (STRL), its application to Artificial Intelligence (AI) reveals significant limitations, as AI projects rely on databases and simulate human learning processes. This research aimed to propose the Artificial Intelligence Technology Readiness Level (AITRL) as a new model to evaluate the technological maturity of AI projects, with the purpose of addressing the gaps in the STRL, particularly in the Implementation phase of the innovation cycle. The methodology involved the analysis of 2,077 projects from the PIPE (Innovative Research in Small Business) Phase 1 program of the Brazilian funding agency FAPESP, identifying 444 (21.4%) with a focus on AI, alongside a detailed case study of the CityVox project (Dom Rock). The results indicate a growing representation of AI projects, which reached 34% in 2024, with 70% concentrated at STRL levels 1 and 2. The case study demonstrated that, although classified as software, CityVox utilized advanced AI techniques, thereby highlighting the limitations of the STRL. The AITRL has the potential to enhance project evaluation, optimize investments, and increase AI transparency, contributing to academia, the market, and society.

Keywords: Artificial Intelligence; Technological Maturity; Innovation Management; TRL; STRL; FAPESP.



1. INTRODUÇÃO

As pequenas empresas desempenham um papel fundamental na inovação e no desenvolvimento econômico do Brasil, sendo a maioria dos empreendimentos no país e beneficiando-se de políticas públicas exclusivas desde 1980 (Oliveira, Neves e Moraes, 2022). Nesse contexto, a adoção de estratégias voltadas à inovação é essencial, pois uma empresa pode alcançar resultados significativos ao basear sua estratégia em etapas de Busca, Seleção, Implementação e Captura de Valor (Tidd e Bessant, 2015).

Na fase de Implementação, o modelo Technology Readiness Level (TRL) é amplamente utilizado para avaliar a maturidade tecnológica de projetos, empregando uma escala de 1 a 9, da concepção à comercialização (Arnouts *et al.*, 2022; US Department of Defense, 2009). No Brasil, o TRL é um requisito obrigatório em programas de fomento à inovação, como o PIPE (Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas) da FAPESP, onde permite a avaliação da viabilidade, desenvolvimento e potencial comercial de produtos ou serviços (FAPESP, 2024).

Com o crescente volume de projetos de inovação baseados em *software*, o TRL foi adaptado para o *Software Technology Readiness Level* (STRL), incorporando terminologias específicas para o desenvolvimento de *software* (Niemela e Fisher, 2004). Entretanto, a ascensão da inteligência artificial (IA) tem gerado um novo ambiente tecnológico, com um volume significativo de projetos. Em 2024, mais de 34% dos projetos aprovados na Fase 1 do programa FAPESP PIPE, que se destina à viabilidade técnico-científica, envolveram o uso ou criação de IA (FAPESP, 2024).

A complexidade e as características intrínsecas da IA tornam o modelo STRL insuficiente para sua avaliação, uma vez que não



contempla aspectos como captação, análise, validação e tratamento de dados, treinamento de modelos de aprendizado de máquina, redes neurais, princípios éticos, imparcialidade e aprimoramento contínuo. Portanto, a elaboração de um novo modelo de maturidade tecnológica é necessária para qualificar os requisitos essenciais de projetos com IA (Cummings, 2021; Dong *et al.*, 2023; Lavazza e Morasca, 2021; Prajapati *et al.*, 2022; Sadiq *et al.*, 2021; Shimasaki *et al.*, 2023).

Justifica-se o presente artigo devido à lacuna existente na avaliação da maturidade tecnológica de projetos de IA, que o STRL não consegue abordar adequadamente (Lavazza e Morasca, 2021; Sadiq *et al.*, 2021). A necessidade de um modelo mais preciso é reforçada pela crescente representatividade de projetos de IA em programas de fomento e pela diversificação dessas tecnologias em diversas áreas do conhecimento (Dong *et al.*, 2023; FAPESP, 2024). O presente artigo tem por objetivo propor o AITRL (*Artificial Intelligence Technology Readiness Level*) como um novo modelo de avaliação da maturidade tecnológica de projetos de IA, superando as limitações do STRL ao incorporar critérios específicos para a natureza dinâmica e orientada por dados dessa tecnologia, com foco na fase de Implementação do ciclo de inovação.

Para tanto, a pesquisa analisou 2.077 projetos do programa FAPESP PIPE Fase 1, identificando 444 com foco em IA e classificando-os segundo o STRL para contextualizar a tendência de inovação com IA. Ademais, por meio de um estudo de caso do projeto CityVox da Dom Rock, buscou-se avaliar as lacunas do STRL, identificando os estágios de maturidade e os fatores-chave que diferenciam um projeto de *software* de um projeto de IA. Diante desse cenário, propõe-se a seguinte questão de pesquisa: Como um novo modelo de leitura de maturidade tecnológica para projetos de IA, o AITR, pode suprir as limitações do STRL?



2. REVISÃO DE LITERATURA

A Inteligência Artificial (IA) constitui um campo da ciência da computação que se dedica ao desenvolvimento de sistemas capazes de executar tarefas que, tradicionalmente, demandam inteligência humana (Pinheiro, 2020). Esses sistemas simulam processos de aprendizado humano, permitindo que máquinas realizem atividades de forma autônoma e, em cenários específicos, superem a capacidade cognitiva humana (Gabriel Filho, 2023). A qualidade e a eficácia de uma IA dependem de múltiplos fatores, sendo frequentemente caracterizadas por sua natureza interativa e centrada no usuário. Para garantir a qualificação e imparcialidade das decisões de uma IA, é imperativo que os modelos sejam treinados de forma contínua e com volumes expressivos de dados (Lavazza e Morasca, 2021; Sadiq *et al.*, 2021; Prajapati *et al.*, 2022).

O desenvolvimento de sistemas intensivos em IA apresenta distinções significativas em relação ao *software* tradicional, devido às características únicas da IA e do aprendizado de máquina. Enquanto o *software* convencional opera em ambientes com regras e requisitos bem definidos, os sistemas de IA são orientados por dados e modelos que evoluem à medida que são expostos a novas informações, operando em ambientes dinâmicos com requisitos frequentemente incompletos. A correção funcional de um sistema de IA não se limita à precisão algorítmica, mas também à sua utilidade prática e desempenho contínuo. Diferentemente do *software* tradicional, que segue regras explícitas, os sistemas de IA aprendem com dados, exigindo monitoramento constante, treinamento reforçado e adaptação. Além disso, enfrentam desafios específicos de segurança, como ataques por manipulação de dados, e demandam métricas quantitativas para assegurar a qualidade. Portanto, a natureza centrada em dados,



evolutiva e dependente de aprimoramento contínuo dos sistemas de IA torna essencial uma abordagem diferenciada para seu desenvolvimento e gestão (Lavazza e Morasca, 2021).

O TRL é um modelo consolidado para avaliar a maturidade de uma tecnologia em seu ciclo de desenvolvimento, desde a concepção inicial até sua implementação e comercialização (US Department of Defense, 2009; Oliveira e Kaminski, 2012). Composto por nove níveis, onde o nível 1 representa o conceito básico e o nível 9 indica uma solução pronta para o mercado, o TRL foi originalmente desenvolvido pela NASA para tecnologias aeroespaciais, mas sua aplicação se estendeu a diversos setores industriais e de pesquisa para gerenciar riscos e apoiar decisões estratégicas de desenvolvimento (Arnouts *et al.*, 2022; Silberer *et al.*, 2023; Yfanti e Sakkas, 2024; Zuluaga *et al.*, 2024). No Brasil, o TRL é um requisito mandatório em programas de fomento à inovação, como o PIPE da FAPESP, onde permite a avaliação da viabilidade, desenvolvimento e potencial comercial de produtos ou serviços (FAPESP, 2024).

A aplicação do TRL ao desenvolvimento de *software* apresentou desafios, visto que o modelo tradicional foi concebido para *hardware* e tecnologias físicas (Niemela e Fisher, 2004). Para superar essa limitação, surgiram propostas como o *Software Technology Readiness Level* (STRL), que incorpora requisitos funcionais, qualidade do código e conformidade com normas regulatórias (Armstrong, 2010; Kumari, Schiffner e Schmitz, 2022). O STRL visa oferecer um método mais preciso para avaliar a maturidade de soluções digitais em um ambiente de rápido avanço tecnológico e transformação digital (Niemela e Fisher, 2004; Tutak e Brodny, 2022; Gonzalez-Tamayo *et al.*, 2023). O Quadro 1 ilustra a representação gráfica dos TRLs e a comparação com o STRL, evidenciando as adaptações necessárias para a avaliação de *software* (Arnouts *et al.*, 2022; FAPESP, 2024).



Quadro 1 - Representação gráfica das TRLs e Comparação com STRL

TRL	Ambiente (Contexto)	Descrição Geral	TRL Padrão	TRL para <i>Software</i>
9	Mundo Real	Sistema real comprovado em ambiente operacional	Sistema já operado com sucesso em todas as condições críticas	Software em uso. Aplicação plena sob as condições projetadas. "Produto em Operação"
8		Sistema completo e qualificado	Sistema totalmente completo, testado, qualificado e demonstrado	Fim do desenvolvimento do sistema. Versão em produção. Documentação completa. "Entrada em Operação"
7		Demonstração de protótipo de sistema em ambiente operacional	Demonstração do protótipo funcional em ambiente operacional	Conclusão da validação da solução e dos requisitos do usuário. Início do suporte e manutenção. "Lançamento do Produto"
6	Mundo Simulado	Tecnologia demonstrada em ambiente relevante	Demonstração do modelo do sistema ou protótipo funcional em ambiente relevante	Protótipo completo é testado em ambiente virtual ou simulado. Software ainda em desenvolvimento. "Versão Beta"
5		Tecnologia validada em ambiente relevante	Validação em ambiente relevante de componentes e/ou ensaios experimentais	Componentes integrados em versão realística. Testes em ambiente controlado. "Versão Alfa".
4		Tecnologia validada em laboratório	Validação em ambiente de laboratório de componentes e/ou ensaios experimentais	Componentes básicos do software são integrados para operar em sistema
3	Laboratório de Pesquisa	Prova de conceito experimental	Prova de conceito das funções críticas de forma analítica e/ou experimental	Algoritmos são executados e testados em processador representativo, em laboratório.
2		Conceito tecnológico formulado	Formulação do conceito e/ou aplicação da tecnologia	Algoritmos ou funções básicas são prototipadas e documentadas
1		Princípios básicos observados	Princípios básicos observados e reportados	Início da conceituação básica provendo o detalhamento da formulação lógica

Fonte: adaptado de Arnouts et al., 2022, p. 3; FAPESP, 2024, p. 5.



Com o avanço impactante da IA, o STRL tem sido considerado insuficiente por diversos estudos (Cummings, 2021; Ellefsen *et al.*, 2019; Sadiq *et al.*, 2021). A lacuna reside no fato de que o modelo não contempla características essenciais ao desenvolvimento e à maturidade dessa tecnologia (FAPESP, 2024; Lavazza e Morasca, 2021; Prajapati *et al.*, 2022; Shimasaki *et al.*, 2023).

Pesquisas indicam que a excelência em projetos de IA depende de fatores como logística e tratamento de dados (Dong *et al.*, 2023), além de destacarem o rigor necessário quanto à ética, privacidade e usabilidade (Mylrea e Robinson, 2023; Nick *et al.*, 2022; Sonntag *et al.*, 2024). A necessidade de um modelo mais preciso é reforçada pela crescente representatividade da IA em programas de fomento e sua diversificação em múltiplas áreas do conhecimento. Essas considerações estabelecem a base para a investigação de um novo modelo de maturidade tecnológica capaz de abordar as particularidades da IA, garantindo uma avaliação robusta e alinhada aos desafios contemporâneos.

3. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa adotou uma abordagem exploratória e descritiva, combinando pesquisa documental e um estudo de caso (Gil, 2018; Yin, 2015). A escolha por uma abordagem exploratória justifica-se pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a lacuna na avaliação da maturidade tecnológica de projetos de Inteligência Artificial (IA), um tema ainda em desenvolvimento e com modelos de avaliação incipientes (Sadiq *et al.*, 2021; Dong *et al.*, 2023). A natureza descritiva, por sua vez, permitiu caracterizar os projetos de IA no contexto do programa FAPESP PIPE Fase 1 e



detalhar as particularidades do estudo de caso, fornecendo uma visão abrangente do fenômeno investigado (Gil, 2018).

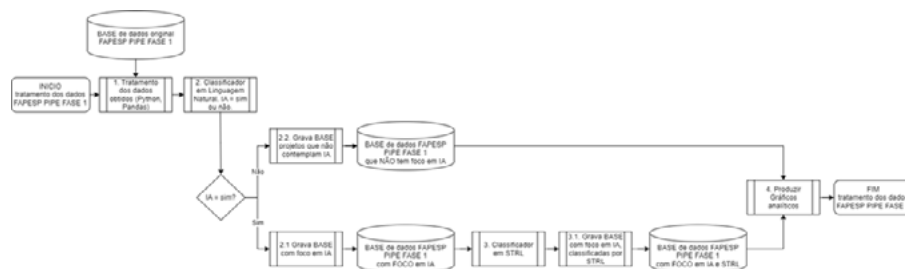
O objetivo principal da pesquisa foi investigar a adequação dos modelos de maturidade tecnológica existentes para projetos de IA e propor um novo modelo, o AITRL. Para isso, a pesquisa foi estruturada em duas etapas complementares. A primeira etapa, de pesquisa documental, analisou a base de dados FAPESP PIPE Fase 1 para identificar projetos focados em IA e classificá-los segundo os níveis STRL (FAPESP, 2024). Essa análise visou validar a hipótese de que projetos de IA estão se tornando mais representativos e são frequentemente avaliados como desenvolvimento de *software*, o que pode subestimar suas particularidades (Lavazza e Morasca, 2021; Sadiq *et al.*, 2021).

A segunda etapa da metodologia foi um estudo de caso, que se concentrou no projeto “CityVox: sistema de apoio à gestão pública baseado em análise automática de áudios de cidadãos”, da empresa Dom Rock (Dom Rock, 2024). Este projeto foi selecionado por ter a IA como elemento central e por ter seu grau de maturidade avaliado com base no STRL. O estudo de caso visou identificar as características e componentes específicos de IA que não são adequadamente contemplados pelo STRL, evidenciando as lacunas existentes nos critérios de classificação (Yin, 2015). A combinação dessas duas abordagens proporcionou uma triangulação de dados, aumentando a robustez e a confiabilidade dos achados da pesquisa (Yin, 2015).

Para a pesquisa documental, foi desenvolvida uma metodologia de análise de dados com IA generativa, conforme ilustrado na Figura 1. Essa abordagem permitiu processar um grande volume de resumos de projetos em linguagem natural, superando desafios de classificação manual e extraindo informações relevantes de forma eficiente (Mcdaniel, Scheele e Liu, 2024).



Figura 1 - Metodologia para análise de dados com IA generativa FAPESP PIPE FASE 1



Fonte: Autores, 2025.

A Figura 1 detalha as etapas da pesquisa documental. Inicialmente, foi realizada a coleta e tratamento dos dados da FAPESP PIPE Fase 1, com data de atualização de 18 de dezembro de 2024, utilizando a linguagem de programação *Python* e a biblioteca *Pandas*. Os critérios de seleção incluíram projetos com valores válidos em atributos como data de início, título, resumo, lista de assuntos e grande área de conhecimento, garantindo a qualidade da base de dados para análise (FAPESP, 2024).

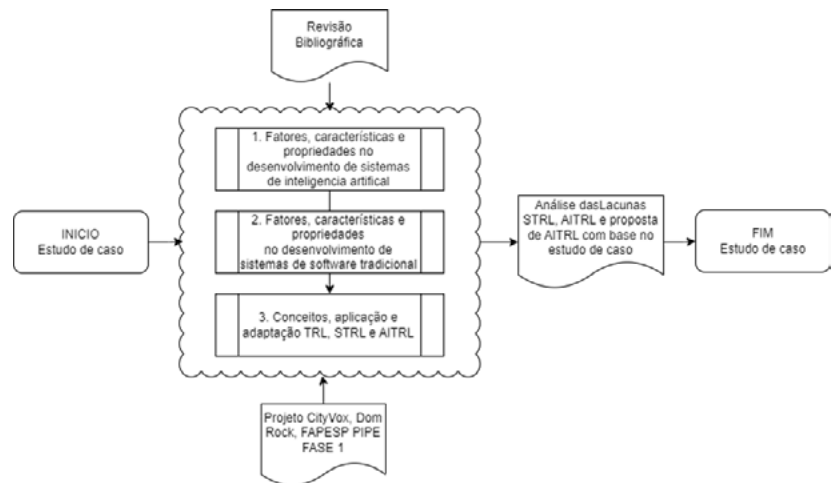
Em seguida, um classificador baseado em IA generativa (*LLM* via *API* "gpt-4o") foi desenvolvido para identificar projetos com foco em IA, empregando engenharia de prompt "zero-shot" e referências de propriedades de sistemas de IA, como visão computacional e aprendizado de máquina. Essa técnica permitiu a categorização dos projetos em duas classes: aqueles que envolvem IA e aqueles que não envolvem, sem a necessidade de treinamento prévio com exemplos rotulados (McDaniel, Scheele e Liu, 2024). Após a filtragem, uma variação do modelo classificou os projetos de IA nos níveis de maturidade tecnológica STRL, alinhando-se às diretrizes do Anexo 6 do regulamento FAPESP PIPE (FAPESP, 2024). A validação dos classificadores emulou a técnica de Reinforcement Learning from Human Feedback (RLHF) para maior assertividade na classificação, um mecanismo que incorpora feedback humano para refinar o desempenho do modelo (Bai *et al.*, 2022). Os resultados foram visualizados



com a ferramenta AWS Quicksight, facilitando a interpretação e apresentação dos dados.

O estudo de caso, por sua vez, seguiu uma metodologia específica para aprofundar a análise do projeto CityVox, conforme apresentado na Figura 2. A escolha desse projeto foi estratégica, pois ele representa um exemplo concreto de inovação em IA avaliada por um modelo de maturidade de *software*, permitindo a identificação de discrepâncias e a proposição de melhorias (Dom Rock, 2024).

Figura 2 - Metodologia do estudo de caso



Fonte: Autores, 2025.

A Figura 2 ilustra as fases do estudo de caso. A empresa Dom Rock forneceu os relatórios de aplicação e conclusão do projeto, aprovados pela FAPESP, que foram analisados para identificar as características, propriedades e componentes de um projeto de IA (Dom Rock, 2024). O foco foi avaliar os níveis de maturidade do STRL do projeto, destacando os fatores-chave para o avanço e as diferenças entre *software* e IA no contexto do FAPESP-PIPE Fase 1. Com base nessa análise e na revisão bibliográfica, buscou-se



propor uma adaptação para aprimorar os critérios de maturidade tecnológica aplicados a projetos de IA, culminando na sugestão do modelo AITRL (Dom Rock, 2024). O rigor metodológico foi assegurado pela análise detalhada dos documentos oficiais do projeto e pela comparação crítica com a literatura existente sobre IA e modelos de maturidade.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 A NECESSIDADE DE UM MODELO AITRL

A análise das lacunas nos modelos de maturidade tecnológica existentes, como o STRL, para projetos de Inteligência Artificial (IA) evidenciou a necessidade de uma abordagem mais específica e alinhada às características intrínsecas dessa tecnologia (Lavazza e Morasca, 2021; Sadiq *et al.*, 2021). Os modelos tradicionais, concebidos para *software* convencional, não contemplam aspectos cruciais como a dependência de dados, o treinamento contínuo de modelos, as métricas de erro específicas e os desafios éticos e de imparcialidade inerentes à IA (Prajapati *et al.*, 2022; Shimasaki *et al.*, 2023). Essa insuficiência compromete a avaliação precisa da maturidade de inovações em IA, impactando a gestão de riscos e a tomada de decisões estratégicas em programas de fomento e no desenvolvimento de produtos (Cummings, 2021; Dong *et al.*, 2023).

Dessa forma, os autores conceberam a proposta do AITRL para preencher as lacunas observadas na aplicação do STRL, introduzindo critérios e etapas específicas para soluções baseadas



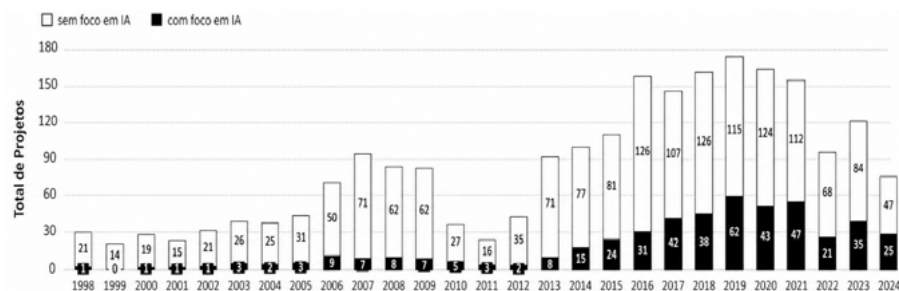
em inteligência artificial. Para efetuar o AITRL, os novos critérios de avaliação são estruturados de forma similar aos quatro primeiros níveis do STRL. Esses novos critérios refletem a dependência de dados, a adaptabilidade contínua e a evolução das soluções de IA. A comparação entre os modelos STRL e AITRL reflete as necessidades distintas de cada domínio e destaca as especificidades do desenvolvimento de IA. Logo, o AITRL oferece uma abordagem mais alinhada às demandas de projetos intensivos em IA, ao incorporar critérios que refletem a natureza dinâmica e orientada por dados dessa tecnologia. Ele preenche as lacunas deixadas pelos modelos tradicionais de desenvolvimento de sistemas de *software* e se apresenta como uma estrutura necessária para apoiar o desenvolvimento, a avaliação, a entrega com excelência e a implantação eficaz de sistemas de IA. Os resultados apresentados nas seções seguintes fornecem a base empírica para justificar a relevância e a urgência da implementação de um modelo como o AITRL, especialmente na fase de Implementação do ciclo de inovação.

4.2 EVOLUÇÃO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO COM FOCO EM IA

A base de dados FAPESP PIPE FASE 1, obtida em 18 de dezembro de 2024, contempla 2.077 projetos desde 1998. Desse total, a classificação dos projetos cujo conteúdo descritivo (título, resumo e assuntos) contempla alguma disciplina de IA foi de 444 projetos. A análise dessa classificação confirma que projetos com algum conceito de IA como elemento central são recentes e crescentes ao longo do tempo. Os gráficos abaixo (Figuras 3 e 4) destacam quantitativamente os projetos com a presença de IA e a respectiva representatividade na base total FAPESP PIPE FASE 1 (FAPESP, 2024).



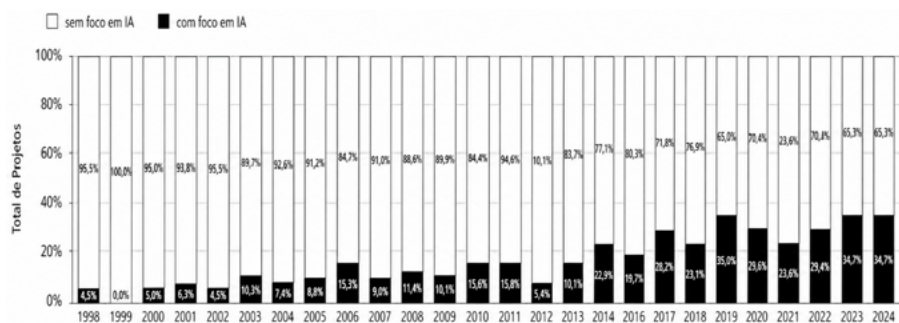
Figura 3 - Total de projetos classificados com foco em IA, FAPESP PIPE FASE 1



Fonte: adaptado de FAPESP, 2024.

A Figura 4 ilustra o aumento no número absoluto de projetos de inovação focados em IA ao longo dos anos no programa FAPESP PIPE Fase 1. Esse crescimento sinaliza uma tendência de maior investimento e interesse no desenvolvimento de tecnologias inteligentes, refletindo a crescente relevância da IA no cenário de inovação (Dong *et al.*, 2023). A ascensão desses projetos indica uma mudança paradigmática nas prioridades de pesquisa e desenvolvimento, com a IA se consolidando como um motor de transformação em diversas indústrias (Sadiq *et al.*, 2021).

Figura 4 - Representatividade de projetos classificados com foco em IA, FAPESP PIPE FASE 1

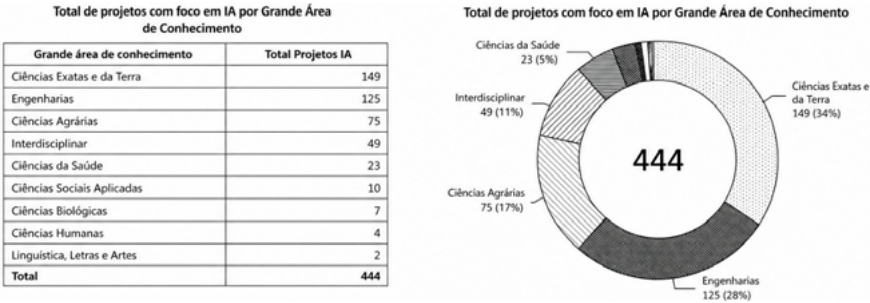


Fonte: adaptado de FAPESP, 2024.

A Figura 4 complementa a análise, mostrando a proporção de projetos de IA em relação ao total de projetos aprovados no programa. A representatividade crescente, atingindo 34% em 2024, evidencia que a IA não é apenas uma área em expansão, mas também um componente cada vez mais integrado às estratégias de inovação das pequenas empresas brasileiras (FAPESP, 2024; Oliveira, Neves e Morais, 2022). Essa integração sublinha a importância de ferramentas de gestão da inovação que possam acompanhar a complexidade e as especificidades do desenvolvimento de IA, especialmente na fase de Implementação (Tidd e Bessant, 2015).

A crescente representatividade dos projetos de IA aponta outra tendência importante que é a diversificação segundo o critério da grande área de conhecimento (Figura 5).

Figura 5 - Projetos IA por Grande Área de Conhecimento, FAPESP PIPE FASE 1



Fonte: adaptado de FAPESP, 2024.

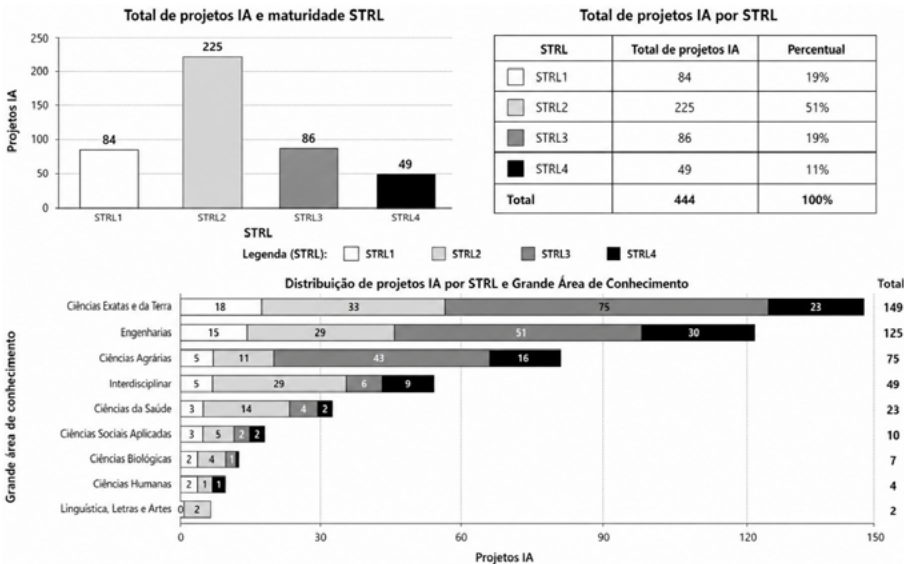
A Figura 5 demonstra a distribuição dos projetos de IA por grandes áreas de conhecimento, revelando que a aplicação da IA transcende setores específicos, abrangendo desde as Ciências Exatas e da Terra até as Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Essa diversificação sublinha a natureza transversal da IA como ferramenta de inovação, impactando múltiplos domínios e reforçando a necessidade de critérios de avaliação de maturidade que possam se adaptar a essa amplitude (Sadiq *et al.*, 2021; Pinheiro, 2020). A capacidade da IA de permear diferentes campos do conhecimento exige



uma abordagem de avaliação que reconheça as particularidades de cada aplicação, sem perder de vista os princípios fundamentais do desenvolvimento de sistemas inteligentes (Lavazza e Morasca, 2021).

Com base na classificação dos projetos que envolvem IA, foi realizada a análise do grau de maturidade tecnológica seguindo as diretrizes do Anexo 6 do programa FAPESP PIPE FASE 1 (FAPESP, 2024), que exige a adequação por STRL quando o projeto envolve *software* e se concentra na viabilidade técnico-científica da inovação proposta. Nesse sentido, é razoável assumir que os projetos se enquadrem nos níveis iniciais de STRL (1 a 4). A análise confirmou que 70% dos projetos foram classificados nos níveis 1 e 2, e ao incluir o nível 3, a concentração atingiu 90% (FAPESP, 2024).

Figura 6 - Total de projetos com foco em IA, classificados por STRL e distribuição por Grande Área de Conhecimento, FAPESP PIPE FASE 1



Fonte: FAPESP, 2024.

A Figura 6 apresenta a distribuição dos projetos de IA pelos níveis de STRL, confirmando a concentração nos estágios



iniciais de maturidade tecnológica. Essa concentração é esperada para a Fase 1 do programa PIPE, que foca na viabilidade técnico-científica (FAPESP, 2024). No entanto, a avaliação desses projetos exclusivamente pelo STRL levanta questões sobre a adequação do modelo para capturar as especificidades do desenvolvimento de IA, especialmente em termos de dados, treinamento e validação de modelos (Lavazza e Morasca, 2021; Niemela e Fisher, 2004). A aplicação do STRL a projetos de IA, embora formalmente possível, pode mascarar a real complexidade e os desafios únicos da fase de Implementação de inovações baseadas em IA, que exigem critérios mais refinados para uma avaliação precisa (Tidd e Bessant, 2015; Prajapati *et al.*, 2022).

Ao final dessa etapa, a análise dos dados demonstrou e confirmou que existe uma crescente aplicação de projetos com ênfase em IA no programa FAPESP PIPE FASE 1 com grau de maturidade avaliado como desenvolvimento de *software* (STRL). Dessa forma, existe um contexto favorável para adaptar os critérios de maturidade tecnológica do programa para um modelo aderente às características de projetos de IA, ou AITRL, sobretudo pela crescente diversidade em grandes áreas de conhecimento. Essa constatação reforça a necessidade de um modelo mais preciso para a fase de Implementação, que permita uma avaliação mais acurada do progresso e dos desafios inerentes à inovação em IA, garantindo que os investimentos sejam direcionados de forma mais eficaz e que o potencial transformador da IA seja plenamente explorado (Tidd e Bessant, 2015; Cummings, 2021).

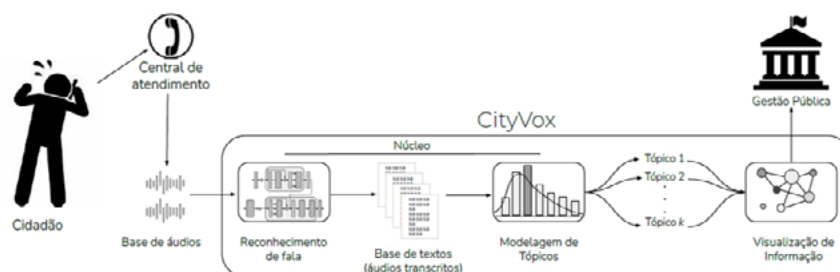
4.3 ESTUDO DE CASO: PROJETO DE IA E MATURIDADE TECNOLÓGICA

O estudo de caso selecionado foi o projeto “CityVox: sistema de apoio à gestão pública baseado em análise automática de áudios



de cidadãos” (Dom Rock, 2024). Este projeto visa explorar o uso de IA para extrair informações relevantes de contatos entre cidadãos e a administração pública, auxiliando na tomada de decisões baseadas em demandas reais. A Figura 7 ilustra a proposta do CityVox, que se concentra na análise automatizada de áudios para identificar demandas reais da gestão pública.

Figura 7 - Projeto CityVox, Dom Rock, FAPESP PIPE FASE 1



Fonte: DOM ROCK, 2024.

A figura 7 representa visualmente o fluxo de trabalho do sistema, desde a captação dos áudios até a geração de insights para a gestão pública, destacando a interface entre o cidadão e a administração por meio da tecnologia de IA. Ela demonstra a capacidade do CityVox de transformar um volume massivo de dados de voz não estruturados em informações acionáveis, evidenciando a relevância da IA para otimizar processos decisórios. No Brasil, a maioria desses contatos ocorre por telefone, gerando um vasto volume de áudios gravados anualmente. Embora essas gravações contenham informações valiosas, grande parte delas não é classificada no momento do registro, tornando a análise manual inviável e criando a necessidade de soluções automatizadas (Dom Rock, 2024). O CityVox foi concebido para suprir essa lacuna, utilizando aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural para analisar e classificar automaticamente os áudios gravados, demonstrando sua viabilidade técnico-científica.

Conforme as diretrizes do programa FAPESP PIPE Fase 1, o projeto CityVox foi classificado como um projeto de *software* e estruturado para evoluir do STRL 1 ao STRL 4. O Quadro 2 apresenta o plano de pesquisa do projeto, detalhando as atividades e entregáveis para cada nível de maturidade do STRL, desde a formulação básica até a integração da primeira versão funcional do sistema.

Quadro 2 - Plano de pesquisa, STRL, Projeto CityVox, Dom Rock, FAPESP PIPE FASE 1

Maturidade	Descrição das atividades
STRL1	Pesquisas e definições para o início da conceituação do CityVox: A.1 Selecionar na literatura métodos de visualização para a exibição de modelagem de tópicos; A.2 Definir requisitos de interface do usuário para a exibição dos resultados; A.3 Definir métricas de avaliação e cenários de teste para o sistema; A.4 Selecionar na literatura algoritmos de reconhecimento de fala e modelagem de tópicos a serem estudados e testados; A.5 Selecionar <i>podcasts</i> para a base de dados de teste; A.6 Formular arquitetura do pipeline de dados, identificando seus principais componentes e propriedades de arquitetura de <i>software</i> ; A.7 Documentar todas as atividades.
STRL2	Prototipação de algoritmos e componentes de <i>software</i> e construção da base de dados de teste: A.8 Coletar dados de áudio de <i>podcasts</i> selecionados na STRL1 para a construção da base de dados de teste; A.9 Desenvolver protótipos dos algoritmos de reconhecimento de fala e modelagem de tópicos selecionados na STRL1, utilizando os algoritmos e códigos disponíveis na literatura; A.10 Testar funcionamento dos protótipos dos algoritmos de reconhecimento de fala e modelagem de tópicos; A.11 Prototipar interface do usuário para a exibição dos resultados da modelagem de tópicos; A.12 Prototipar componentes de <i>software</i> do pipeline de arquitetura de dados; A.13 Documentar todas as atividades.



Maturidade	Descrição das atividades
STRL3	Comparação de algoritmos e testes de componentes de <i>software</i> separadamente: A.14 Configurar e testar interface gráfica; A.15 Aplicar protocolo de ligação telefônica gravada na base de dados; A.16 Comparar algoritmos de reconhecimento de fala prototipados na base de dados processada; A.17 Gerar base de dados de textos com o melhor algoritmo de reconhecimento de fala; A.18 Pré-processar base de texto; A.19 Comparar os algoritmos de modelagem de tópicos prototipados na base de texto pré-processada; A.20 Configurar e testar os componentes da arquitetura de pipeline; A.21 Documentar todas as atividades.
STRL4	Integração do sistema e testes finais para a primeira versão: A.22 Integrar todos os componentes de <i>software</i> desenvolvidos, incluindo algoritmos e interface gráfica; A.23 Realizar testes finais no sistema integrado utilizando as métricas de avaliação definidas; A.24 Otimizar os algoritmos de reconhecimento de fala e modelagem de tópicos baseando-se nos testes finais; A.25 Ajustar o sistema para melhorar o desempenho e a precisão baseando-se nos testes finais, sugestões e <i>feedbacks</i> da equipe; A.26 Avaliar quantitativa e qualitativamente a coerência dos tópicos gerados pelo sistema; A.27 Realizar testes de usabilidade na interface do usuário; A.28 Realizar consulta jurídica e relatório sobre a proteção da propriedade intelectual; A.29 Realizar consulta jurídica e relatório sobre formas de contratação do sistema por órgãos públicos; A.30 Documentar todas as atividades; A.31 Preparar e escrever relatório final da Fase 1.

Fonte: adaptado de DOM ROCK, 2024.

O Quadro 2 é crucial para entender como o projeto foi planejado e executado, mostrando a progressão esperada em termos de maturidade tecnológica, com marcos específicos para cada STRL. Ela detalha as etapas de desenvolvimento, como a definição de



algoritmos centrais no STRL 1 e o desenvolvimento da primeira versão funcional no STRL 4, revelando a aplicação de uma metodologia estruturada para o avanço da inovação. Os principais resultados esperados para a Fase 1 incluíam a formulação básica do CityVox no STRL 1, com a definição de algoritmos centrais, arquitetura de pipeline de dados, *design* da interface gráfica, especificação da base de dados de simulação e protocolos de avaliação. Para o STRL 4, esperava-se o desenvolvimento da primeira versão funcional do CityVox, com todos os componentes de *software* integrados.

Apesar da adequação aos padrões de *software* para efeito de STRL, o projeto detalha elementos característicos de IA. No tópico “Revisão da evolução científica-tecnológica e desafios associados ao CityVox”, são destacados aspectos fundamentais de IA, como o reconhecimento de fala automático (ASR) e a modelagem de tópicos. O ASR, também conhecido como voz-para-texto, utiliza algoritmos complexos e técnicas de aprendizado de máquina para transcrever linguagem falada em texto em tempo real e com alta precisão. A modelagem de tópicos, por sua vez, é uma técnica de mineração de texto que emprega algoritmos, incluindo Redes Neurais e *Transformers*, para identificar e extrair os principais tópicos em uma coleção de documentos (Dom Rock, 2024).

O plano de pesquisa do projeto reforça sua abordagem voltada para IA, ao incluir tópicos críticos como “Base de dados de simulação de chamada telefônica”, “Transcrição automática de áudio para texto”, “Descoberta de Tópicos” e “Arquitetura de pipeline de dados do CityVox”. Essas etapas, descritas no plano de atividades, estão diretamente vinculadas à classificação de maturidade tecnológica STRL, porém com claras evidências de que se trata da construção de um sistema baseado em IA (Dom Rock, 2024).

O projeto foi concluído com sucesso, recebendo aprovação final da FAPESP. O relatório final destaca a validação do STRL, que, embora siga a descrição e os critérios de *software*, na prática,



representa o desenvolvimento de um sistema protótipo integrado de IA. No tópico “Metodologia e Atividades”, são apresentados temas como “Criação da base sintética de dados” e “Modelo de transcrição de áudio”. Para a construção do módulo de transcrição de áudios do CityVox, foram selecionados modelos de código aberto e soluções comerciais, como o Whisper da OpenAI, um modelo de transcrição de voz para texto baseado na arquitetura Transformer (Dom Rock, 2024).

A análise da qualidade técnica dos modelos foi realizada em três experimentos, utilizando as métricas “*Word Error Rate* (WER)” e “similaridade cosseno” para verificação semântica do conteúdo transcrito. Após as transcrições, o objetivo foi extrair os tópicos presentes nos atendimentos, empregando a técnica não supervisionada de “Modelagem de Tópicos” e testando sua sensibilidade com transcrições de áudios de baixa qualidade. Para a construção do módulo de modelagem de tópicos, foi utilizado o *framework BERTopic*, uma biblioteca em *Python* que constrói uma abordagem baseada em modelos de clusterização, com suporte nativo para aplicação de modelos *Large Language Model* (LLM) para a interpretação dos tópicos resultantes (Dom Rock, 2024).

O modelo de *embedding* utilizado gera vetores de 768 dimensões, específico para o idioma português. O modelo *LLM* GPT-4 da OpenAI foi empregado para gerar um tópico final para cada cluster, com um prompt instruindo a criação de um rótulo coerente baseado no contexto fornecido. O contexto foi definido como uma amostra de textos representativos de cada cluster, juntamente com a representação encontrada no passo anterior. A importância do tratamento de dados prévios, como uma etapa de pré-processamento, também foi destacada (Dom Rock, 2024).

Além dos passos que definem o pipeline de processamento do *framework BERTopic*, uma etapa zero de pré-processamento da transcrição foi adicionada. Nesta etapa, removem-se textos que não atingem uma quantidade mínima de palavras, eliminam-se



palavras/termos específicos que podem atrapalhar a análise (artigos, preposições, termos frequentes de roteiros de atendimento etc.) e segmenta-se cada texto em trechos, permitindo que textos extensos contenham mais de um tópico associado (Dom Rock, 2024).

Quatro funcionalidades foram mapeadas para a interface de usuário: geração de resumos por tópicos, *dashboard* com análise quantitativa dos tópicos mais importantes e dos sentimentos expressos nos áudios, *chatbot* capaz de responder perguntas baseando-se nos dados e possibilidade de extração de relatórios dos áudios analisados. O *chatbot* implica em técnicas de conversação com dados baseadas em *LLM* e *Retrieval-Augmented Generation* (RAG), tipicamente presentes em aplicações de IA generativa, como descrito no relatório final (Dom Rock, 2024). Para atender a todas as funcionalidades mapeadas, além da modelagem de tópicos, foram utilizados: modelo de análise de sentimento treinado para língua portuguesa, algoritmo de sumarização utilizando modelo generativo (*LLM*) e o método RAG para a criação do *chatbot*. Para a análise de sentimento, foi usado o modelo disponível na plataforma *HuggingFace*, e para o algoritmo de sumarização e RAG, foi usada a biblioteca *LangChain*, que permite a criação de funcionalidades baseadas em modelos generativos (Dom Rock, 2024).

Em termos de atingimento de STRL, a redação no relatório final é característica de um projeto de IA. Os resultados permitiram atingir o STRL 3 (prova de conceito) e o STRL 4 (integração do sistema). No item “STRL 3: Transcrição de Áudios”, o relatório apresenta uma tabela comparativa de desempenho dos modelos utilizados e cenários de testes com as respectivas métricas de erro para concluir qual o melhor modelo, o que é uma atividade típica de construção de modelos de IA. Na sequência, o relatório descreve os resultados atingidos em “STRL 3: Modelagem de Tópicos”, observando uma qualidade na descrição dos tópicos devido à presença do *LLM* na etapa de representação, e que a mudança na qualidade do áudio não interfere significativamente na capacidade do modelo de encontrar



os mesmos tópicos, enfatizando a avaliação de desempenho de modelos de IA (Dom Rock, 2024).

A descrição do atingimento “STRL 4: Versão inicial do CityVox” destaca que a etapa com maior custo computacional é a transcrição, sugerindo um investimento em infraestrutura computacional adequada. O *embedding* e a análise de sentimento apresentam tempos relativamente altos, mas são modelos preparados para usar GPU, o que tornaria o processo mais rápido, porém mais caro (Dom Rock, 2024).

4.4 A ABORDAGEM AITRL COMO AVALIAÇÃO DE MATURIDADE TECNOLÓGICA

O estudo de caso do projeto CityVox confirma que a classificação em STRL atendeu aos critérios do FAPESP PIPE Fase 1, tanto na proposta de inovação quanto no relatório final. Contudo, evidencia a oportunidade de atualizar a metodologia para a abordagem AITRL, que considera as especificidades da Inteligência Artificial (Lavazza e Morasca, 2021; Sadiq *et al.*, 2021). Para adequar-se ao critério STRL, utilizou-se o conceito de um núcleo tecnológico, destacando que o objetivo do projeto era demonstrar a viabilidade técnico-científica na construção do CityVox, que teria em seu núcleo algoritmos de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural para extrair informações dos áudios. Assim, ao definir que o núcleo tecnológico é um conjunto de algoritmos, a aderência correta foi o STRL. No entanto, os elementos componentes desse núcleo são modelos de IA adaptados, melhorados e usados de forma integrada entre si para o estudo de viabilidade. Portanto, a avaliação da maturidade tecnológica, embora enquadrada como *software*, refere-se a um sistema cujo núcleo é típico de um projeto de IA (Cummings, 2021; Dong *et al.*, 2023).



No STRL 1, o critério exige o “início da conceituação básica, provendo o detalhamento da formulação lógica” (FAPESP, 2024). No projeto da Dom Rock (2024), a “Formulação básica do CityVox” incluiu a definição dos algoritmos do núcleo, arquitetura de pipeline de dados, projeto de interface gráfica, especificação da base de dados de simulação e definição de protocolos de avaliação. Isso abrangeu a atividade de selecionar na literatura algoritmos de reconhecimento de fala e modelagem de tópicos a serem estudados e testados. Para um critério AITRL 1, a formulação lógica poderia abranger explicitamente conceitos, características e propriedades analíticas de IA, além de aspectos fundamentais de integração em sistemas, conforme descrito no estudo de caso. A construção do sistema iniciou com uma conceituação de todos os seus componentes, incluindo modelos de IA de forma explícita e detalhada, culminando na primeira versão funcional do CityVox com todos os seus componentes integrados. Um item importante, denominado “arquitetura de pipeline de dados”, remete à característica fundamental de lidar com IA: bases e fontes de dados. Sem essa característica, um projeto de IA não se caracteriza. Além disso, existe a oportunidade de considerar regulações, leis e eventuais tendências na aplicação de IA (Mylrea e Robinson, 2023; Sonntag *et al.*, 2024).

No STRL 2, a classificação exige que “algoritmos ou funções básicas sejam prototipadas e documentadas” (FAPESP, 2024). O projeto da Dom Rock (2024) seguiu esse critério ao definir a prototipação de algoritmos e componentes de *software* e a construção da base de dados de teste. Isso incluiu a atividade de desenvolver protótipos dos algoritmos de reconhecimento de fala e modelagem de tópicos selecionados no STRL 1, utilizando algoritmos e códigos disponíveis na literatura, o que demonstra o desenvolvimento de modelos de IA, e não *software* tradicional. Como o estágio 2 ainda envolve aplicações especulativas sem provas detalhadas e os estudos são analíticos e isolados (Niemela e Fisher, 2004), existe a oportunidade de aplicar o mesmo critério para a seleção e desenvolvimento inicial de modelos de IA.



Em AITRL 2, a lacuna seria identificar explicitamente que modelos de IA sejam prototipados e documentados, destacando a importância dos dados utilizados ou da IA generativa, como definido no estudo de caso analisado, sendo um núcleo tecnológico da inovação proposta (Ellefen *et al.*, 2019; Nick *et al.*, 2022).

No STRL 3, o critério exige que “algoritmos sejam executados e testados em processador representativo, em laboratório” (FAPESP, 2024). No projeto da Dom Rock (2024), esse estágio foi descrito como “Comparação de algoritmos e testes de componentes de *software* separadamente”, com atividades envolvendo a comparação de algoritmos de reconhecimento de fala prototipados na base de dados processada, a geração de base de dados de textos com o melhor algoritmo de reconhecimento de fala e a comparação dos algoritmos de modelagem de tópicos na base de texto pré-processada. Nesse estágio, os componentes testados ainda não estão integrados, mas a abordagem foca na construção e validação de modelos de IA e respectivas bases de dados isoladamente. Isso reforça a necessidade de revisar a classificação para AITRL, já que o estudo de caso, conforme indicado no relatório final, concentrou-se no desenvolvimento de modelos de transcrição de áudio e modelagem de tópicos, caracterizando claramente componentes de IA. Entretanto, nesse estágio fica ainda mais evidente que modelos de IA devem necessariamente ser explícitos na menção aos critérios de bases de dados para efetivos testes. Assim, em AITRL 3, poderia ser incluído o critério de destacar que modelos de IA sejam testados, apontando características das bases de dados a serem utilizadas e as métricas que serão empregadas para avaliar resultados, ainda que de forma isolada, sobretudo quando se referencia o uso de IA generativa (Prajapati *et al.*, 2022; Shimasaki *et al.*, 2023).

No STRL 4, o critério exige que “componentes básicos do *software* sejam integrados para operar em sistema” (FAPESP, 2024). O projeto da Dom Rock (2024) atende a essa definição ao descrever “Integração do sistema e testes finais para a primeira versão”, com atividades envolvendo a integração de todos os componentes de



software desenvolvidos, incluindo algoritmos e interface gráfica, e a otimização dos algoritmos de reconhecimento de fala e modelagem de tópicos baseando-se nos testes finais. Nesse estágio, destaca-se a integração de componentes de IA que dependem diretamente de dados. A redação enfatiza que integrará componentes de *software* e incluirá algoritmos, ou seja, modelos de IA. Isso se confirma pelas atividades destacadas, como a ênfase em otimizar os algoritmos baseando-se nos testes finais, implicando em métricas de validação típicas de IA. Assim, uma abordagem mais precisa seria reformular o critério para considerar que são necessários componentes básicos de *software*, IA e encadeamento de processamento de dados integrados para constituir um sistema de IA (Lavazza e Morasca, 2021; Sadiq *et al.*, 2021).

O estudo de caso demonstrou a adequação aos critérios STRL pelo artifício do núcleo tecnológico composto por algoritmos que, na realidade, são modelos de IA. Contudo, o estudo de caso evidenciou que, ao descrever, estudar, desenvolver protótipos e integrar o núcleo tecnológico na forma de um sistema, as características, propriedades e componentes típicas de IA foram aplicadas, sobretudo quanto à inclusão de modelos, bases de dados, otimização, parametrizações e métricas de erro, permitindo uma caracterização mais precisa dos estágios com foco em IA.

4.5 DISCUSSÃO E SÍNTESE

A análise dos projetos FAPESP PIPE Fase 1 e o estudo de caso do CityVox revelaram uma lacuna significativa na avaliação da maturidade tecnológica de inovações baseadas em Inteligência Artificial (IA) pelos modelos existentes, como o STRL. A crescente representatividade de projetos de IA no programa, atingindo 34% em 2024, evidencia a urgência de um modelo mais adequado para gerenciar e fomentar essas tecnologias (FAPESP, 2024; Dong *et al.*, 2023). A concentração de 90% dos projetos de IA nos níveis iniciais



de STRL (1 a 3) sugere que, embora o STRL seja formalmente aplicado, ele não captura as especificidades do desenvolvimento de IA, especialmente na fase de Implementação do ciclo de inovação (Tidd e Bessant, 2015; Niemela e Fisher, 2004).

O estudo de caso do CityVox corroborou essa limitação, demonstrando que, apesar de classificado como *software*, o projeto incorporou elementos intrínsecos à IA, como a dependência de dados, o treinamento de modelos de aprendizado de máquina e o uso de métricas de erro específicas, que não são adequadamente valorizados pelo STRL (Dom Rock, 2024; Lavazza e Morasca, 2021). A descrição detalhada das atividades do CityVox, desde o reconhecimento de fala até a modelagem de tópicos e a utilização de *LLMs*, sublinha a complexidade e os desafios únicos da fase de Implementação de inovações em IA, que vão além dos critérios tradicionais de desenvolvimento de *software* (Pinheiro, 2020; Prajapati *et al.*, 2022).

A questão de pesquisa que norteou este trabalho foi: “Como um novo modelo de leitura de maturidade tecnológica para projetos de IA, o AITR, pode suprir as limitações do STRL” A resposta, consolidada pelos achados, é que o AITRL pode suprir essas limitações ao incorporar critérios específicos que refletem a natureza dinâmica e orientada por dados da IA, como a captação e tratamento de dados, o treinamento e a validação de modelos, as métricas de erro e os aspectos éticos e de governança, que são cruciais para a avaliação precisa da maturidade tecnológica de projetos de IA, especialmente na fase de Implementação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo principal propor o AITRL (*Artificial Intelligence Technology Readiness Level*) como um novo modelo de avaliação da maturidade tecnológica de projetos de IA,



superando as limitações do STRL. A análise de projetos do programa FAPESP PIPE Fase 1 e o estudo de caso do CityVox confirmaram a insuficiência do STRL para capturar as especificidades do desenvolvimento de IA, especialmente na fase de Implementação do ciclo de inovação. Essa constatação validou a necessidade de um critério específico para maturidade tecnológica de propostas de inovação em IA, que contemple aspectos essenciais como captação e tratamento de dados, treinamento de modelos, métricas de erro e aprimoramento contínuo. A proposta do AITRL emerge, portanto, como uma alternativa mais precisa e alinhada às demandas da inovação tecnológica em IA.

Os resultados demonstraram que a classificação atual pelo STRL subestima características fundamentais da IA, sendo insuficiente para avaliar a maturidade de projetos baseados nessa tecnologia. A crescente representatividade de propostas com ênfase em IA e sua concentração nos níveis iniciais do STRL reforçam a urgência de um modelo mais adequado. A principal descoberta foi a confirmação da necessidade de um modelo específico para IA, o que permite uma avaliação mais precisa e garante um enquadramento mais adequado às demandas da inovação tecnológica.

As contribuições teóricas da pesquisa residem na proposta do AITRL, que avança no estudo da maturidade tecnológica em IA, oferecendo uma base para novas estruturas de trabalho e permitindo comparações entre a maturidade de *software* tradicional e IA, auxiliando no entendimento dos processos de inovação tecnológica. No âmbito prático, o AITRL aprimoraria a avaliação de projetos de IA em programas de fomento, permitindo uma classificação mais precisa e reduzindo riscos de investimentos, além de facilitar o acesso à inovação para pequenas empresas, orientando seu desenvolvimento.

A pesquisa também apresenta implicações e impactos sociais, econômicos e estratégicos. Socialmente, o modelo aumenta a transparência e confiabilidade em IA, possibilitando critérios mais claros para impacto social, ética e segurança, além de incentivar a



inovação em setores estratégicos. Economicamente, a avaliação mais precisa de projetos de IA pode otimizar a alocação de recursos e investimentos, impulsionando o desenvolvimento de tecnologias disruptivas e a competitividade das empresas. Estrategicamente, o AITRL oferece um diferencial para as organizações que buscam inovar com IA, permitindo um diagnóstico mais acurado de seus projetos e uma evolução mais assertiva no grau de maturidade, o que pode levar a um aumento da produtividade e redução de custos.

O estudo enfrentou limitações relacionadas à disponibilidade de dados, metodologia de classificação e escopo da pesquisa. A falta de padronização nos resumos dos projetos do FAPESP PIPE Fase 1, a ausência de detalhes técnicos como a classificação de TRL e a restrição a um único programa de fomento dificultaram a generalização dos resultados. Além disso, a diferenciação entre *software* tradicional e IA foi desafiadora devido à ausência de um padrão consolidado para maturidade de IA. A metodologia também apresentou desafios, como o uso de IA para classificação, suscetível a viés, e a dificuldade na validação empírica do AITRL. No estudo de caso, a análise se concentrou no CityVox, o que não representa a diversidade de projetos de IA, além do acesso restrito a informações confidenciais.

Para a agenda futura, recomenda-se a validação do AITRL em diferentes setores e programas de fomento, como EMBRAPPII e Finep. Outra possibilidade é a integração do AITRL com governança e ética em IA, abordando transparência, viés e segurança, bem como a criação de um AITRL regulatório, alinhado a normas internacionais. Além disso, sugere-se a expansão da análise para projetos mais avançados, avaliando a aplicabilidade do modelo em TRLs superiores e tecnologias emergentes, como IA generativa, IoT e Robótica Social. A pesquisa também pode avançar com aprendizado de máquina para automatizar a classificação no AITRL e estudos sobre seus impactos econômicos e estratégicos, analisando sua influência na alocação de investimentos e na competitividade das empresas de IA.



REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, J. R. Applying technical readiness levels to software: new thoughts and examples. In: INCOSE INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 20., 2010, Chicago. **Anais [...]**. Proceedings of the 20th Annual INCOSE International Symposium. Hoboken: Wiley, 2010. p. 838-845. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2010.tb01108.x>.

ARNOUTS, S. *et al.* Technology readiness levels for vaccine and drug development in animal health: from discovery to life cycle management. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, 1016959, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1016959>.

BAI, Y. *et al.* Training a helpful and harmless assistant with reinforcement learning from human feedback. 2022. **arXiv:2204.05862**. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2204.05862>

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei n. 2.338/2023**. Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157233>. Acesso em: 24 jan. 2025.

CUMMINGS, M. L. Rethinking the maturity of artificial intelligence in safety-critical settings. **AI Magazine**, v. 42, n. 1, p. 6-15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1609/aimag.v42i1.5314>.

DOM ROCK SERVIÇOS EM TECNOLOGIA S.A. **CityVox**: sistema de apoio à gestão pública baseado em análise automática de áudios de cidadãos. São Paulo: FAPESP, 2023. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/113685/cityvox-sistema-de-apoio-a-gestao-publica-baseado-em-analise-automatica-de-audios-de-cidadaos>. Acesso em: 18 dez. 2024.

DONG, C. *et al.* On the Journey to AI Maturity: Understanding the Role of Enterprise Artificial Intelligence Service. **AIS Transactions on Enterprise Systems**, v. 6, n. 1, p. 19 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.30844/aistes.v6i1.26>

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). **Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE)**. São Paulo: FAPESP, 2024. Disponível em: <https://fapesp.br/pipe>. Acesso em: 25 fev. 2025.

GABRIEL FILHO, O. **Inteligência artificial e aprendizagem de máquina**: aspectos teóricos e aplicações. São Paulo: Editora Blucher, 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.



GONZALEZ-TAMAYO, L. A. *et al.* Factors influencing small and medium size enterprises development and digital maturity in Latin America. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 9, n. 2, 100069, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100069>.

KUMARI, A.; SCHIFFNER, S.; SCHMITZ, S. SMART: a technology readiness methodology in the frame of the NIS Directive. 2022. **arXiv:2201.00546**. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2201.00546>

LAVAZZA, L.; MORASCA, S. Understanding and modeling AI-intensive system development. In: IEEE/ACM Workshop on AI Engineering – Software engineering for AI (WAIN), 1., 2021. **Anais [...]**. IEEE, 2021. p. 55-61. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WAIN52551.2021.00015>.

MCDANIEL, E. L.; SCHEELE, S.; LIU, J. Zero-shot classification of crisis tweets using instruction-finetuned large language models. 2024. **arXiv:2410.00182**. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.00182>.

MYLREA, M.; ROBINSON, N. Artificial intelligence (AI) trust framework and maturity model: applying an entropy lens to improve security, privacy, and ethical AI. **Entropy**, v. 25, n. 10, 1429, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/e25101429>.

NICK, G. *et al.* Extension of the CCMS 2.0 maturity model towards artificial intelligence. **IFAC-PapersOnLine**, v. 55, n. 10, p. 293-298, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.403>.

NIEMELA, J.; FISHER, M. The use of technology readiness levels for software development. **Army AL&T Magazine**, p. 10-14, out./dez. 2004.

OLIVEIRA, A. C.; KAMINSKI, P. C. A reference model to determine the degree of maturity in the product development process of industrial SMEs. **Technovation**, v. 32, n. 12, p. 671-680, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.08.001>.

OLIVEIRA, E. A. B.; NEVES, F. J. T.; MORAIS, A. P. O. O tratamento diferenciado das microempresas e empresas de pequeno porte no Brasil dentro da percepção da Law and Economics. **Revista da Faculdade de Direito da Uerj**, v. 13, n. 41, e51711, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/rfd.2022.51711>.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Rio de Janeiro: FINEP, 2005.



PINHEIRO, Á. F. **Inteligência artificial: fundamentos e aplicabilidades**. Recife: Cefospe, 2020.

PRAJAPATI, S. *et al.* Artificial intelligence and software engineering: status, future trend, and its interaction. **International Journal of Research in Applied Science and Engineering Technology**, v. 10, n. 3, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.40280>.

SADIQ, R. B. *et al.* Artificial intelligence maturity model: a systematic literature review. **PeerJ Computer Science**, v. 7, e661, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.661>.

SHIMASAKI, R. *et al.* Uso de inteligência artificial em sistemas de tutores inteligentes. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 24, n. 4, p. 507-512, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2023v24n4p507-512>.

SILBERER, J. *et al.* User needs over time: the market and technology maturity model (MTMM). **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 12, n. 1, 39, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00302-2>.

SONNTAG, M. *et al.* Development and evaluation of a maturity model for AI deployment capability of manufacturing companies. **Information Systems Management**, 2024. No prelo. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10580530.2024.2319041>.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TUTAK, M.; BRODNY, J. Business digital maturity in Europe and its implication for open innovation. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 1, 27, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010027>.

UNITED STATES. Department of Defense. **Technology readiness assessment (TRA) deskbook**. Washington, DC: DoD, 2009. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA524201.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2026.

YFANTI, S.; SAKKAS, N. Technology readiness levels (TRLs) in the era of co-creation. **Applied System Innovation**, v. 7, n. 2, 32, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/asi7020032>.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZULUAGA, J. A. F. *et al.* Model for measuring technological maturity for critical sector industries. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 10, n. 1, 100194, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100194>.



Bloco



INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL E PRÁTICAS SETORIAIS

Figura 1 – Bloco II e seus respectivos capítulos

**Cap. 4: Indústria
Aeroespacial e eVTOLs**

Analisa como a Embraer integra a Agenda 2030 e economia circular no desenvolvimento de veículos elétricos de decolagem vertical.



**Cap. 5: Inovação Aberta na
Agricultura (Embrapa)**

Explora o modelo de integração lavoura-pecuária-floresta como pilar para a transferência de tecnologias de baixo carbono em larga escala.

BLOCO II: INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL E PRÁTICAS SETORIAIS

Fonte: Os autores (2026).

4

*Andiara Cristine Mercini Fausto
Ana Caroline Rodrigues Wenzel Elisiario
Gisianny Kellen Moraes Silva
Míriam Raquel Diniz Zanetti
Renato Cesar Sato
Arlindo Flavio da Conceição
Camila Bertini Martins*

A IMPLEMENTAÇÃO DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL:

**O CASO DOS *EVTOLS* DA EMBRAER SOB
A ÓTICA DA AGENDA 2030**

RESUMO:

O setor aeroespacial enfrenta pressões crescentes para adotar práticas sustentáveis e transitar para uma economia de baixo carbono, em alinhamento com agendas globais. Este estudo analisa as práticas de inovação sustentável da Embraer, com foco no desenvolvimento de veículos elétricos de decolagem e pouso vertical e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa baseada em estudo de caso único, com análise documental de relatórios institucionais e marcos normativos para avaliar as estratégias corporativas. A investigação concentra-se explicitamente na fase de Implementação do ciclo de inovação, e examina como a organização operacionaliza novas tecnologias e adapta sua cadeia de valor. Os resultados indicam avanços expressivos na adoção de tecnologias de baixa emissão, como a expansão do uso de combustível sustentável de aviação e a integração de princípios da economia circular por meio do *design* ecológico. Contudo, desafios estruturais persistem, especialmente o paradoxo ambiental das baterias de lítio e a necessidade de maior transparência no monitoramento da rede de fornecedores. A consolidação de um modelo sustentável exige avanços regulatórios robustos e a construção de infraestrutura adequada para mitigar passivos ecológicos residuais. O trabalho contribui para a gestão estratégica da inovação tecnológica ao detalhar as métricas operacionais de ecoeficiência e ao fornecer um panorama estruturado das ações corporativas necessárias para a descarbonização da aviação. Essa abordagem preenche lacunas teóricas sobre a transição para sistemas regenerativos em indústrias de alta complexidade e orienta futuras políticas públicas.

Palavras-chave: Indústria aeroespacial. Inovação sustentável. Economia circular. Mobilidade aérea urbana. Transição energética. Agenda 2030.



ABSTRACT:

The aerospace sector faces increasing pressure to adopt sustainable practices and transition to a low-carbon economy, in alignment with global agendas. This study analyzes Embraer's sustainable innovation practices, focusing on the development of electric vertical takeoff and landing vehicles and their relationship with the Sustainable Development Goals. The research adopts a qualitative approach based on a single case study, utilizing documentary analysis of institutional reports and regulatory frameworks to evaluate corporate strategies. The investigation explicitly focuses on the Implementation phase of the innovation cycle, examining how the organization operationalizes new technologies and adapts its value chain. The results indicate significant progress in the adoption of low-emission technologies, such as the expanded use of sustainable aviation fuel and the integration of circular economy principles through eco-design. However, structural challenges persist, particularly the environmental paradox of lithium batteries and the need for greater transparency in supply chain monitoring. Consolidating a sustainable model requires robust regulatory advancements and the construction of adequate infrastructure to mitigate residual ecological liabilities. This work contributes to the strategic management of technological innovation by detailing operational eco-efficiency metrics and providing a structured overview of the corporate actions necessary for aviation decarbonization. This approach fills theoretical gaps regarding the transition to regenerative systems in highly complex industries and guides future public policies.

Keywords: Aerospace industry. Sustainable innovation. Circular economy. Urban air mobility. Energy transition. 2030 Agenda.



1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tornou-se um eixo central das discussões contemporâneas sobre desenvolvimento econômico, inovação tecnológica e responsabilidade socioambiental. No Brasil, esse entendimento foi incorporado pela Constituição Federal de 1988, ao reconhecer o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e o dever de sua proteção para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988; Benjamin, 2009). Em escala global, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas ampliou esse compromisso ao estabelecer objetivos e metas voltados à transição para modelos produtivos mais sustentáveis (ONU, 2015).

Nesse contexto, a indústria aeroespacial enfrenta pressões crescentes para reduzir emissões, aprimorar sua eficiência operacional e incorporar práticas alinhadas à economia de baixo carbono. A aviação, tradicionalmente associada a elevados custos energéticos e impactos ambientais relevantes, tem buscado alternativas tecnológicas capazes de conciliar desenvolvimento industrial, inovação e mitigação climática (Costa e Henkes, 2021; Magalhães e Vendramini, 2018). Entre essas alternativas, destacam-se os combustíveis sustentáveis de aviação, a eletrificação de processos produtivos e o desenvolvimento de novas modalidades de mobilidade aérea urbana, como os veículos elétricos de decolagem e pouso vertical (Pereira e Silva, 2023; EMBRAER, 2024).

A Embraer, por meio da subsidiária Eve Air Mobility, tem desenvolvido veículos elétricos de decolagem e pouso vertical, conhecidos como *eVTOLs*, com o objetivo de explorar soluções para a mobilidade aérea urbana. Essas aeronaves são apresentadas nos relatórios institucionais da empresa como tecnologias associadas à redução de emissões locais, à eficiência operacional e à mobilidade aérea urbana, em diálogo com metas relacionadas à energia limpa, inovação industrial, cidades sustentáveis, consumo responsável e



ação climática (EMBRAER, 2024; ONU, 2015). Entretanto, a implementação dessas tecnologias envolve desafios técnicos, regulatórios, econômicos e ambientais que ultrapassam a promessa de emissão zero durante o voo (Agustinho e Bento, 2022; Pereira e Silva, 2023).

Embora os *eVTOLs* sejam frequentemente associados à descarbonização da mobilidade aérea, sua sustentabilidade não pode ser avaliada apenas pela ausência de emissões operacionais diretas. A produção de baterias, a dependência de materiais críticos, a gestão de resíduos, a rastreabilidade da cadeia de suprimentos e a infraestrutura necessária para operação e recarga constituem dimensões relevantes para avaliar a efetividade ambiental dessa inovação (CEBDS, 2024; EMBRAER, 2025). Assim, a transição para modelos de economia circular torna-se necessária para verificar se a inovação sustentável representa redução efetiva dos impactos ambientais ou deslocamento desses impactos para outras etapas do ciclo de vida do produto (Stahel, 2016; CEBDS, 2024).

Dessa forma, o artigo tem por objetivo analisar a fase de Implementação das inovações sustentáveis da Embraer focadas em aeronaves elétricas de decolagem e pouso vertical. Esses veículos são tecnicamente denominados no setor aeroespacial pelo acrônimo em inglês *eVTOL* (*electric Vertical Take-Off and Landing*). A pesquisa mapeia a correlação dessas tecnologias com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 7, 9, 11, 12 e 13. O estudo avalia os resultados práticos da transição energética e do desacoplamento relativo de emissões na indústria aeroespacial. Busca-se compreender a operacionalização de diretrizes de *design* ecológico e o uso de combustíveis sustentáveis de aviação. Essa dinâmica é fundamental para atingir a meta de neutralidade em carbono até 2040. Nesse cenário de transformação tecnológica, emerge a seguinte questão de pesquisa: como a Embraer gerencia os paradoxos ambientais e os desafios da cadeia de suprimentos na Implementação de inovações sustentáveis?



2. REVISÃO DE LITERATURA

A sustentabilidade na aviação tem sido discutida a partir da necessidade de reduzir os impactos ambientais associados ao consumo intensivo de energia, às emissões de gases de efeito estufa e à dependência histórica de combustíveis fósseis. Por se tratar de um setor de elevada complexidade tecnológica, operacional e regulatória, a aviação enfrenta desafios específicos para compatibilizar crescimento econômico, segurança operacional, eficiência energética e compromissos climáticos. Nesse contexto, a transição para modelos de baixo carbono exige não apenas a adoção de novas tecnologias, mas também a revisão de processos produtivos, cadeias de suprimentos, infraestrutura de apoio e mecanismos de governança ambiental (Costa e Henkes, 2021; Magalhães e Vendramini, 2018).

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas oferece um marco global para orientar governos, empresas e instituições na transição para modelos de desenvolvimento mais sustentáveis. No setor aeroespacial, essa agenda se relaciona especialmente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável voltados à energia limpa, à inovação industrial, às cidades sustentáveis, ao consumo responsável e à ação climática. Esses objetivos permitem analisar a sustentabilidade não apenas como diretriz ambiental, mas como dimensão estratégica associada à governança, à eficiência produtiva, à responsabilidade social e à mitigação dos impactos climáticos (ONU, 2015; CEBDS, 2023; PACTO GLOBAL, 2023).

A incorporação de práticas ambientais, sociais e de governança, associadas à agenda ESG, tornou-se um parâmetro relevante para avaliar como empresas integram compromissos socioambientais às suas estratégias organizacionais. No setor aeroespacial, essa abordagem assume importância particular em razão da complexidade das cadeias produtivas, da elevada intensidade tecnológica e da necessidade de demonstrar conformidade



com metas climáticas, padrões regulatórios e expectativas institucionais. Contudo, a análise das práticas ESG exige cautela, pois compromissos corporativos e relatórios institucionais não comprovam, por si só, a efetividade ambiental das ações implementadas. Por isso, torna-se necessário confrontar os dados divulgados com referenciais externos, indicadores verificáveis e critérios de sustentabilidade aplicáveis ao ciclo de vida dos produtos (CEBDS, 2023; CEBDS, 2024; PACTO GLOBAL, 2023).

A economia circular constitui um modelo orientado à redução de desperdícios, à extensão da vida útil dos produtos e à manutenção do valor dos materiais ao longo do tempo. Diferentemente do modelo linear de produção, baseado na lógica de extração, fabricação, consumo e descarte, a economia circular propõe sistemas produtivos voltados à reutilização, ao reparo, à remanufatura, à reciclagem e à regeneração de recursos. Essa abordagem é especialmente relevante para setores industriais intensivos em tecnologia e materiais críticos, nos quais os impactos ambientais não se concentram apenas na etapa de uso, mas também na extração de matérias-primas, na fabricação de componentes e na destinação final dos resíduos (CEBDS, 2024; Stahel, 2016).

No Brasil, a Estratégia Nacional de Economia Circular, instituída pelo Decreto nº 12.082/2024, reforça a transição de modelos lineares para sistemas produtivos mais eficientes e sustentáveis. Ao estabelecer diretrizes para a circulação de recursos, a não geração de resíduos e a regeneração ambiental, o marco normativo contribui para criar um ambiente favorável à incorporação de práticas circulares em setores estratégicos. Para a indústria aeroespacial, essa orientação é relevante porque a implementação de tecnologias de baixa emissão depende de cadeias produtivas capazes de reduzir passivos ambientais, ampliar a rastreabilidade e promover maior responsabilidade no uso de materiais críticos (BRASIL, 2024; CEBDS, 2024; Stahel, 2016).



No campo da mobilidade aérea urbana, os veículos elétricos de decolagem e pouso vertical, conhecidos como *eVTOLs*, têm sido apresentados como alternativas tecnológicas para deslocamentos urbanos de curta distância. Essas aeronaves articulam propulsão elétrica, decolagem vertical e proposta de menor emissão operacional direta, sendo associadas à modernização da infraestrutura de transporte e à busca por soluções de mobilidade mais eficientes. Entretanto, sua implementação depende de um conjunto de condições técnicas, regulatórias e econômicas, incluindo certificação, infraestrutura de pouso e recarga, integração ao espaço aéreo urbano, segurança operacional e aceitação institucional (Agustinho e Bento, 2022; Costa e Henkes, 2021; Pereira e Silva, 2023).

Embora os *eVTOLs* sejam frequentemente associados à descarbonização da mobilidade aérea, sua sustentabilidade não pode ser avaliada apenas pela ausência de emissões diretas durante o voo. A produção e substituição de baterias, a extração de minerais críticos, a origem da eletricidade utilizada, a gestão de resíduos e a logística reversa dos componentes influenciam a pegada ambiental da tecnologia. Assim, a análise da inovação sustentável deve considerar se há redução efetiva dos impactos ambientais ou se parte desses impactos é deslocada para etapas menos visíveis da cadeia produtiva. Essa perspectiva aproxima a discussão dos *eVTOLs* dos princípios da economia circular, especialmente no que se refere ao ciclo de vida dos materiais e à responsabilidade sobre a cadeia de suprimentos (CEBDS, 2024; EMBRAER, 2024; EMBRAER, 2025; Stahel, 2016).

A gestão da inovação oferece uma lente analítica adequada para compreender esses desafios. No modelo de Tidd e Bessant (2015), a inovação envolve etapas de busca, seleção, implementação e captura de valor, sendo a implementação o momento em que a solução deixa de ser apenas uma proposta tecnológica e passa a ser incorporada às práticas organizacionais. Essa etapa é particularmente relevante em setores de alta complexidade, como a indústria aeroespacial, pois exige coordenação estratégica, mobilização de recursos,



articulação com parceiros, adaptação regulatória e mecanismos de monitoramento. No caso das inovações sustentáveis, a implementação também requer evidências de que os benefícios ambientais declarados são compatíveis com resultados mensuráveis e com a redução de impactos ao longo da cadeia de valor (Kneipp *et al.*, 2017; Tidd e Bessant, 2015).

Dessa forma, analisar os eVTOLs sob a ótica da implementação permite deslocar o foco da promessa tecnológica para as condições concretas de sua operacionalização. Essa abordagem possibilita examinar como empresas aeroespaciais estruturam parcerias, desenvolvem sistemas de propulsão elétrica, adaptam sua cadeia de suprimentos, incorporam princípios de economia circular e respondem a exigências regulatórias. Também permite identificar limites e paradoxos, especialmente quando os benefícios ambientais dependem de fatores ainda em consolidação, como infraestrutura de recarga, logística reversa de baterias, rastreabilidade de materiais críticos e transparência na cadeia de fornecedores (CEBDS, 2024; EMBRAER, 2025; Tidd e Bessant, 2015).

Assim, a literatura indica que a sustentabilidade dos eVTOLs deve ser compreendida de forma sistêmica, articulando descarbonização da aviação, ESG, Agenda 2030, economia circular e gestão da inovação. No caso da Embraer, essa perspectiva permite investigar não apenas a existência de iniciativas associadas à mobilidade aérea elétrica, mas a forma como a empresa implementa tais iniciativas, enfrenta restrições regulatórias e administra os impactos ambientais distribuídos ao longo do ciclo de vida da tecnologia. Essa leitura é necessária para avaliar se a inovação sustentável representa uma redução efetiva da pegada ambiental ou se parte dos impactos é transferida para etapas menos visíveis da cadeia produtiva (ONU, 2015; CEBDS, 2024; Tidd e Bessant, 2015).



3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota abordagem qualitativa, de caráter descritivo e analítico, fundamentada no método de estudo de caso único. A escolha desse delineamento justifica-se pela necessidade de examinar, em profundidade, a implementação da inovação sustentável em uma organização específica, considerando seu contexto institucional, tecnológico e regulatório. O estudo de caso permite investigar fenômenos contemporâneos inseridos em situações reais, especialmente quando os limites entre o fenômeno analisado e seu contexto não são plenamente dissociáveis (Yin, 2015). Nesse sentido, a Embraer foi selecionada como unidade de análise em razão de sua atuação no setor aeroespacial brasileiro, de sua participação no desenvolvimento de veículos elétricos de decolagem e pouso vertical, por meio da Eve Air Mobility, e da disponibilidade de documentos institucionais voltados à sustentabilidade, inovação e governança.

O recorte temporal compreende o período de 2021 a 2024, por abranger a intensificação das diretrizes ambientais, sociais e de governança da empresa, bem como o avanço das iniciativas relacionadas à mobilidade aérea urbana, à transição energética e à economia circular. Esse intervalo permite observar a evolução das práticas declaradas pela organização em relação à descarbonização, ao uso de energia renovável, ao monitoramento da cadeia de suprimentos e à incorporação de tecnologias de baixa emissão. A análise concentra-se na fase de implementação do ciclo de inovação, conforme o modelo de Tidd e Bessant (2015), por se tratar do momento em que a inovação deixa de ser apresentada apenas como proposta tecnológica e passa a ser operacionalizada por meio de práticas, parcerias, investimentos, adaptações regulatórias e mecanismos de governança.



A coleta de dados foi realizada por meio de análise documental. Foram selecionados documentos institucionais, normativos e setoriais diretamente relacionados aos três eixos do estudo: inovação sustentável na indústria aeroespacial, economia circular e Agenda 2030. O corpus documental incluiu os relatórios anuais da Embraer referentes aos exercícios de 2023 e 2024, documentos da Organização das Nações Unidas sobre a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, publicações do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, documentos do Pacto Global e marcos normativos e regulatórios relacionados à economia circular e à aviação. A sistematização dessas fontes encontra-se detalhada no Quadro 1 que apresenta a matriz de triangulação e o escopo analítico da pesquisa.

Quadro 1 - Matriz de Triangulação de Fontes e Escopo Analítico da Pesquisa

Instituição / Fonte	Documentos Analisados	Escopo Analítico e Justificativa de Uso	Dimensão / ODS Correlatos
Embraer S.A.	Relatórios Anuais Sustentabilidade (2023 e 2024)	Base Empírica: Mapeamento de indicadores de ecoeficiência, transição energética e governança da cadeia de suprimentos.	ESG: Foco em descarbonização, SAF e inovação tecnológica (<i>Eve Air Mobility</i>).
ONU	Agenda 2030; Documentos Temáticos ODS	Referencial Normativo Global: Estabelecimento das metas e indicadores para o desenvolvimento sustentável. Fornece os parâmetros globais para validação das práticas industriais.	ODS Selecionados: 7 (Energia), 9 (Indústria), 11 (Cidades), 12 (Produção), 13 (Clima).
CEBDS / Upcycle	Cadernos de Comunicação ESG (2023) e Modelos de Negócios Circulares (2024)	Framework Setorial: Diretrizes para a transição da economia linear para a circular.	Inovação Circular: Reuso, reciclagem e gestão de ciclo de vida.
ANAC / DECEA	Marcos Regulatórios	Ambiente de Regulação: Análise dos requisitos operacionais e de aeronavegabilidade para a implementação dos <i>eVTOLs</i> no Brasil.	ODS 9: Infraestrutura e inovação regulatória.

Fonte: Adaptado pelos autores (2026).



Como critérios de inclusão, foram considerados documentos que abordassem ao menos uma das seguintes dimensões: práticas de sustentabilidade e ESG no setor aeroespacial; metas e indicadores relacionados à Agenda 2030; inovação tecnológica aplicada à mobilidade aérea urbana; economia circular, gestão de resíduos e ciclo de vida de materiais; regulação, infraestrutura e implementação de eVTOLs. Foram excluídos documentos sem relação direta com o objeto de estudo, materiais opinativos sem base institucional ou científica, conteúdos sem identificação clara de autoria ou origem e publicações que não apresentassem dados, diretrizes ou fundamentos úteis à análise proposta. Esse procedimento buscou reduzir a dispersão documental e garantir maior aderência entre as fontes utilizadas e a questão de pesquisa.

A análise dos dados foi organizada em três etapas. Na primeira, realizou-se a leitura exploratória dos documentos para identificação das informações relacionadas à sustentabilidade, inovação, governança, cadeia de suprimentos e mobilidade aérea urbana. Na segunda, os dados foram classificados em categorias analíticas vinculadas aos eixos da pesquisa: descarbonização e transição energética; economia circular e gestão de materiais; implementação tecnológica dos eVTOLs; governança ESG e rastreabilidade da cadeia de suprimentos; e aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável selecionados. Na terceira etapa, as informações foram confrontadas por meio de triangulação documental, permitindo comparar os dados institucionais da Embraer com referenciais externos, como a Agenda 2030, as diretrizes de economia circular e os marcos regulatórios aplicáveis ao setor (Denzin, 2005; ONU, 2015; CEBDS, 2024).

A métrica de análise adotada consistiu na verificação da aderência entre as práticas declaradas pela empresa e os parâmetros analíticos definidos na pesquisa. Para isso, foram observados quatro critérios principais: existência de metas ou compromissos institucionais; presença de indicadores verificáveis nos documentos analisados; relação das práticas com os ODS selecionados;



e identificação de limitações, lacunas ou paradoxos ambientais associados à implementação dos eVTOLs. Essa métrica permitiu diferenciar ações declaradas, indicadores mensuráveis e desafios ainda não plenamente solucionados, especialmente no que se refere à pegada de carbono, à gestão de baterias, à rastreabilidade de fornecedores e à infraestrutura necessária para a operação da mobilidade aérea urbana.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável selecionados foram o ODS 7, relativo à energia limpa e acessível; o ODS 9, associado à indústria, inovação e infraestrutura; o ODS 11, referente a cidades e comunidades sustentáveis; o ODS 12, relacionado ao consumo e produção responsáveis; e o ODS 13, voltado à ação contra a mudança global do clima. A escolha desses objetivos decorre de sua relação direta com o setor aeroespacial, com a transição energética, com a mobilidade urbana e com os desafios ambientais da cadeia produtiva. A partir dessa delimitação, as práticas identificadas nos documentos foram analisadas quanto à sua contribuição potencial para esses objetivos, considerando tanto os avanços declarados quanto as limitações observadas.

Por fim, reconhece-se como limitação metodológica o uso predominante de dados secundários, especialmente relatórios institucionais e documentos oficiais. Embora essas fontes sejam relevantes para compreender as estratégias declaradas pela organização, elas podem apresentar ênfase nos resultados positivos e menor detalhamento sobre impactos, riscos e desafios operacionais. Para mitigar essa limitação, a pesquisa utilizou a triangulação documental e a análise crítica dos dados, confrontando as informações corporativas com referenciais externos e com a literatura sobre inovação sustentável, economia circular e gestão da inovação. Dessa forma, buscou-se ampliar a confiabilidade da análise e evitar que a avaliação das práticas da empresa se restringisse ao discurso institucional.



4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise documental permitiu identificar práticas associadas à implementação da inovação sustentável na Embraer, especialmente nos eixos de desenvolvimento tecnológico, transição energética, economia circular, governança da cadeia de suprimentos, impacto ambiental e regulação da mobilidade aérea urbana. Os resultados foram organizados em cinco subseções, de modo a apresentar os principais achados documentais antes da análise crítica realizada na seção seguinte.

4.1 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUSTENTABILIDADE

A Embraer, por meio da subsidiária Eve Air Mobility, tem direcionado iniciativas para o desenvolvimento de veículos elétricos de decolagem e pouso vertical, conhecidos como eVTOLs. Nos documentos analisados, essas aeronaves são apresentadas como parte de uma estratégia voltada à mobilidade aérea urbana, à eletrificação da aviação e à redução de emissões locais durante a operação. Essa proposta se relaciona aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável vinculados à energia limpa, à inovação industrial, às cidades sustentáveis e à ação climática (EMBRAER, 2024; ONU, 2015).

Os relatórios também indicam a formação de parcerias estratégicas para viabilizar componentes essenciais à operação dos eVTOLs. Entre elas, destaca-se a parceria com a Nidec Corporation, voltada ao desenvolvimento de sistemas de propulsão elétrica, além da participação de fornecedores responsáveis por sistemas de armazenamento de energia, rotores e hélices. Essas iniciativas demonstram que a implementação dos eVTOLs depende de um ecossistema



tecnológico composto por diferentes agentes, fornecedores e soluções especializadas (EMBRAER, 2024; Tidd e Bessant, 2015).

Além do desenvolvimento da aeronave, os documentos apontam iniciativas relacionadas ao gerenciamento de tráfego aéreo urbano. Essa dimensão é relevante porque a mobilidade aérea urbana não depende apenas da viabilidade técnica dos veículos, mas também da integração com sistemas de tráfego, infraestrutura urbana, segurança operacional e regulação específica. Nesse sentido, os resultados indicam que a inovação tecnológica associada aos eVTOLs envolve tanto o produto aeronáutico quanto as condições necessárias para sua operação em ambientes urbanos (Agustinho e Bento, 2022; Pereira e Silva, 2023).

4.2 ANÁLISE DA ESG - *ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE* E A TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR

Os relatórios analisados indicam que a Embraer incorporou metas ambientais, sociais e de governança à sua estratégia corporativa. Entre as metas ambientais de longo prazo, destacam-se a neutralidade de carbono nas operações até 2040 e o desenvolvimento de produtos com emissão líquida zero até 2050. Também foi identificada a meta de utilização de energia elétrica proveniente de fontes renováveis, associada à redução das emissões indiretas de Escopo 2 em determinadas unidades produtivas (EMBRAER, 2024; EMBRAER, 2025).

No campo da economia circular, os documentos mencionam a adoção da abordagem *Design for Environment*, por meio da qual critérios ambientais são considerados desde a fase de concepção dos



produtos. Essa abordagem aparece relacionada à possibilidade de facilitar o desmantelamento, a reciclagem e a destinação adequada de componentes ao final da vida útil. Essa prática se aproxima dos princípios da economia circular, especialmente no que se refere à extensão da vida útil dos materiais, à redução de resíduos e à tentativa de fechamento dos ciclos produtivos (CEBDS, 2024; Stahel, 2016).

Os documentos também indicam o uso de ferramentas de monitoramento da cadeia de suprimentos, como plataformas voltadas à avaliação de riscos socioambientais, rastreabilidade de fornecedores e acompanhamento de minerais de conflito. Essas ferramentas aparecem associadas à governança ESG e à necessidade de ampliar o controle sobre fornecedores estratégicos. No entanto, os dados disponíveis nos relatórios não detalham integralmente os critérios utilizados para verificar a efetiva sustentabilidade da cadeia de suprimentos, especialmente no que se refere a materiais críticos vinculados às baterias e a componentes de alta complexidade (EMBRAER, 2025; PACTO GLOBAL, 2023).

4.3 IMPACTO AMBIENTAL

A análise documental identificou indicadores ambientais relacionados ao consumo de energia, às emissões de gases de efeito estufa, ao descarte de água e à gestão de resíduos. Esses indicadores foram utilizados para observar a evolução das práticas ambientais da empresa no período analisado e sua relação com a transição energética, a eficiência operacional e a gestão de impactos ambientais. A apresentação desses dados permite avaliar de forma mais objetiva as práticas declaradas pela companhia e sua aderência aos compromissos de sustentabilidade.



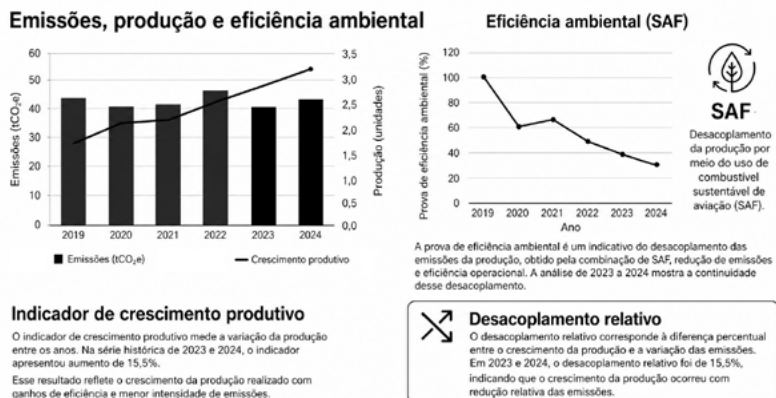
Figura 1 - Embraer 2024: desempenho operacional e transição energética



Fonte: Adaptado de Embraer (2024).

A Figura 1 apresenta indicadores relacionados ao desempenho operacional e à transição energética da Embraer. Os dados indicam ampliação do uso de energia elétrica proveniente de fontes renováveis e redução do uso de fontes não renováveis em determinadas unidades. Esse resultado está associado à estratégia corporativa de reduzir emissões indiretas e antecipar metas relacionadas ao consumo de energia renovável. A informação também se relaciona ao ODS 7, referente à energia limpa e acessível, e ao ODS 13, voltado à ação climática (EMBRAER, 2025; ONU, 2015).

Figura 2 - Emissões, produção e eficiência ambiental



Fonte: Adaptado de Embraer (2023; 2024).

A Figura 2 apresenta a relação entre emissões, produção e eficiência ambiental. Os dados indicam que as emissões diretas de Escopo 1 devem ser avaliadas em conjunto com a variação da atividade produtiva, uma vez que o aumento da produção pode influenciar os indicadores absolutos de emissão. Nesse sentido, a intensidade de emissões por receita ou por unidade operacional permite observar se há melhora relativa de eficiência ambiental, ainda que isso não signifique, necessariamente, redução absoluta da pegada de carbono (EMBRAER, 2025; GHG PROTOCOL, 2022).

4.4 O PARADOXO DAS BATERIAS E A ECONOMIA CIRCULAR NO *EVTOL*

Embora os *eVTOLs* sejam apresentados como aeronaves com emissão zero durante o voo, os documentos analisados indicam que sua sustentabilidade depende de fatores distribuídos ao longo do ciclo de vida da tecnologia. Entre esses fatores, destacam-se a produção e substituição de baterias, a extração de minerais críticos, a rastreabilidade da cadeia de suprimentos, a disponibilidade de infraestrutura de recarga e a destinação adequada dos componentes ao final da vida útil (CEBDS, 2024; EMBRAER, 2025; Stahel, 2016).

Nesse contexto, a adoção de princípios de economia circular aparece como estratégia relevante para mitigar impactos ambientais associados aos *eVTOLs*. Os documentos mencionam a aplicação do *Design for Environment* e a realização de estudos voltados à logística reversa, além da inclusão de suporte para peças e baterias no portfólio de serviços da *Eve Air Mobility*. Esses elementos indicam que a gestão do ciclo de vida dos componentes passou a integrar a estratégia de implementação da tecnologia, ainda que os relatórios não apresentem detalhamento suficiente para avaliar integralmente a efetividade ambiental dessas práticas (EMBRAER, 2025; CEBDS, 2024).



Os resultados também apontam que o paradoxo ambiental das baterias permanece como uma questão relevante. A eliminação de emissões locais durante o voo não equivale, por si só, à redução integral dos impactos ambientais da tecnologia. Para que os eVTOLs sejam avaliados como inovação sustentável, é necessário considerar a origem dos materiais, a matriz energética utilizada, a durabilidade dos componentes, os processos de reciclagem e a responsabilidade sobre a cadeia de suprimentos. Esses elementos serão retomados na análise crítica da seção seguinte.

4.5 REGULAMENTAÇÃO E INFRAESTRUTURA

A implementação dos eVTOLs depende de avanços regulatórios e de infraestrutura. Os documentos e estudos analisados indicam que a operação dessas aeronaves exige adaptação de normas de certificação, definição de requisitos operacionais, integração ao espaço aéreo urbano e criação de infraestrutura física e digital para sua utilização em escala. No caso brasileiro, a viabilidade dessa tecnologia está relacionada à atuação de órgãos reguladores, à compatibilização com normas aeronáuticas existentes e ao desenvolvimento de parâmetros específicos para veículos elétricos de decolagem e pouso vertical (Agustinho e Bento, 2022; Pereira e Silva, 2023).

Além da certificação da aeronave, a mobilidade aérea urbana demanda sistemas de gerenciamento de tráfego, pontos de pouso e decolagem, infraestrutura de recarga, integração com outros modais e critérios de segurança operacional. Esses fatores indicam que a implementação dos eVTOLs não se limita ao desenvolvimento tecnológico da aeronave, mas envolve a construção de um ecossistema regulatório, urbano e energético. Assim, a operação em larga escala depende da articulação entre empresas, governos, órgãos reguladores, instituições de pesquisa e operadores de infraestrutura (Agustinho e Bento, 2022; Costa e Henkes, 2021).



Os documentos da Embraer também indicam iniciativas voltadas à estruturação desse ecossistema, incluindo parcerias tecnológicas, estudos sobre mobilidade aérea urbana e soluções de gerenciamento de tráfego. Essas iniciativas sugerem que a empresa atua na fase de implementação da inovação, buscando transformar a proposta tecnológica dos eVTOLs em um sistema operacionalmente viável. No entanto, a consolidação desse modal ainda depende de regulação específica, infraestrutura adequada, aceitação social, viabilidade econômica e comprovação mais robusta dos benefícios ambientais declarados (EMBRAER, 2024; EMBRAER, 2025; Tidd e Bessant, 2015).

4.6 DISCUSSÃO E SÍNTESE

A análise dos resultados indica que a Embraer tem incorporado práticas associadas à inovação sustentável, especialmente por meio da transição energética, do uso de energia renovável, do desenvolvimento dos eVTOLs e da adoção de princípios de economia circular. Essas iniciativas dialogam com a fase de implementação do ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015), pois envolvem a transformação de compromissos estratégicos em ações operacionais, parcerias tecnológicas e adaptações na cadeia de valor (Kneipp *et al.*, 2017).

Entretanto, esses avanços não permitem concluir, isoladamente, que há redução integral da pegada de carbono associada aos eVTOLs. A sustentabilidade dessa tecnologia depende de fatores que ultrapassam a operação da aeronave, como a origem da energia utilizada, a produção e substituição de baterias, a extração de minerais críticos, a logística reversa e a rastreabilidade da cadeia de fornecedores (CEBDS, 2024; EMBRAER, 2025; Stahel, 2016).

Nesse sentido, observa-se o principal paradoxo ambiental dos eVTOLs: embora possam operar sem emissões locais durante o voo, parte dos impactos ambientais pode ser deslocada para outras etapas do ciclo de vida do produto. Portanto, emissão zero em voo



não equivale necessariamente à neutralidade ambiental da tecnologia, sendo necessária uma análise sistêmica de seus impactos ambientais (CEBDS, 2024; Stahel, 2016).

A relação com a Agenda 2030 também deve ser interpretada com cautela. Os resultados indicam aderência temática aos ODS 7, 9, 11, 12 e 13, mas essa aderência representa alinhamento entre práticas declaradas e metas globais, não comprovação automática de impacto positivo. Para uma avaliação mais robusta, seria necessário ampliar a transparência dos indicadores e detalhar metodologias de mensuração da cadeia de suprimentos e do ciclo de vida dos eVTOLs (ONU, 2015; CEBDS, 2024).

Em resposta à questão de pesquisa, verifica-se que a Embraer gerencia esses desafios por meio de estratégias como *Design for Environment*, estudos de logística reversa, monitoramento de fornecedores, rastreamento de minerais de conflito e parcerias tecnológicas. Ainda assim, os documentos analisados não apresentam evidências suficientes para afirmar que tais mecanismos já solucionam os impactos ambientais associados às baterias, aos materiais críticos e à operação futura em larga escala (EMBRAER, 2025; CEBDS, 2024).

Dessa forma, os resultados apontam para uma implementação em curso, com avanços relevantes, mas ainda marcada por lacunas. A inovação sustentável no setor aeroespacial deve ser avaliada não apenas pelo desempenho operacional da tecnologia, mas também pela capacidade de mensurar, reduzir e governar impactos ambientais distribuídos em toda a cadeia de valor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar a implementação da inovação sustentável na Embraer, com foco nos eVTOLs, na



economia circular e em sua relação com a Agenda 2030. A pesquisa concentrou-se na fase de implementação do ciclo de inovação, buscando compreender como a empresa operacionaliza tecnologias de baixa emissão, adapta sua cadeia de valor e enfrenta os paradoxos ambientais associados à mobilidade aérea elétrica.

Os resultados indicam que a Embraer apresenta iniciativas alinhadas à transição para uma aviação de menor impacto ambiental, especialmente por meio do uso de energia renovável, da ampliação de práticas de eficiência operacional, do desenvolvimento dos eVTOLs, da adoção de princípios de economia circular e da estruturação de mecanismos de governança da cadeia de suprimentos. Essas ações demonstram aderência temática aos ODS 7, 9, 11, 12 e 13, relacionados à energia limpa, inovação industrial, cidades sustentáveis, consumo responsável e ação climática.

Entretanto, a análise também evidencia que a sustentabilidade dos eVTOLs não pode ser avaliada apenas pela ausência de emissões locais durante o voo. A produção e substituição de baterias, a extração de minerais críticos, a rastreabilidade da cadeia de fornecedores, a infraestrutura de recarga e a logística reversa permanecem como desafios relevantes. Assim, a emissão zero em operação não equivale necessariamente à redução integral da pegada ambiental da tecnologia.

Como contribuição, o estudo evidencia que a inovação sustentável no setor aeroespacial deve ser analisada de forma sistêmica, considerando não apenas o desempenho tecnológico, mas também os impactos distribuídos ao longo do ciclo de vida dos produtos. A pesquisa também reforça a importância da fase de implementação como etapa crítica para verificar se compromissos institucionais de sustentabilidade se traduzem em práticas mensuráveis, transparentes e efetivas.

A principal limitação do estudo está no uso de dados secundários, especialmente relatórios institucionais e documentos oficiais. Embora essas fontes sejam relevantes para compreender



as estratégias declaradas pela organização, elas podem enfatizar resultados positivos e apresentar menor detalhamento sobre riscos, impactos e limitações operacionais. Por isso, a triangulação documental foi utilizada como forma de ampliar a consistência da análise.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos com dados primários, entrevistas com atores da cadeia de valor e análises comparativas entre diferentes fabricantes de eVTOLs. Também se sugere aprofundar investigações sobre avaliação do ciclo de vida das baterias, logística reversa, rastreabilidade de minerais críticos e efetividade ambiental da mobilidade aérea urbana em larga escala.

REFERÊNCIAS

- AGUSTINHO, J. R.; BENTO, C. A. M. Operational requirements analysis for electric vertical takeoff and landing vehicle in the Brazilian regulatory framework. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v. 14, p. e1922, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/jatm.v14.i269>
- BENJAMIN, A. H. **Direito constitucional ambiental brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. **Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024**. Brasília, DF: Presidência da República, 2024.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030 - Mobilidade e Logística**. Brasília, DF: MDIC, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo-rota-2030>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS). **Caderno de comunicação da Agenda ESG com o mercado e investidores**. Rio de Janeiro: CEBDS, 2023.
- CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS). **Modelos de negócios circulares e práticas empresariais**. Rio de Janeiro: CEBDS, 2024.



CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS); UPCYCLE BRASIL. **Modelos de negócios circulares e práticas empresariais**. Rio de Janeiro: CEBDS, 2024.

COSTA, H. B. M.; HENKES, J. A. Um estudo sobre as alternativas de motores e energias renováveis para a aviação. **Revista Brasileira de Aviação Civil e Ciências Aeronáuticas**, v. 1, n. 4, p. 134-159, 2021.

DENZIN, N. K. **The research act: a theoretical introduction to sociological methods**. New Jersey: Transaction Publishers, 2005.

EMBRAER S.A. **Relatório anual 2023**. São José dos Campos: Embraer, 2024. Disponível em: <https://ri.embraer.com.br>. Acesso em: 2 abr. 2026.

EMBRAER S.A. **Relatório anual 2024**. São José dos Campos: Embraer, 2025. Disponível em: <https://ri.embraer.com.br>. Acesso em: 2 abr. 2026.

GHG PROTOCOL. **Guia técnico para cálculo de emissões de escopo 3**. São Paulo: WRI Brasil, 2022. Disponível em: <https://ghgprotocol.org>. Acesso em: 29 abr. 2026.

MAGALHÃES, R.; VENDRAMINI, A. Os impactos da quarta revolução industrial. **GV-executivo**, v. 17, n. 1, p. 40-43, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Documentos temáticos**: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 6, 7, 11, 12 e 15. Brasília, DF: ONU Brasil, 2018. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/101283-documentos-tematicos-ods-6-7-11-12-15>. Acesso em: 18 jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/70/1>. Acesso em: 18 jan. 2025.

PEREIRA, V. A. C.; SILVA, T. A. Aeronaves eVTOL como um novo conceito de aviação no Brasil: desafios, implementação e perspectivas. **Revista Brasileira de Aviação Civil e Ciências Aeronáuticas**, v. 3, n. 3, p. 7-31, 2023.

STAHEL, W. R. Circular economy. **Nature**, v. 531, n. 7595, p. 435-438, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/531435a>.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



5

Rodolfo Barbosa dos Santos

Suzana Cristina Pereira de Oliveira

Fabio Leone Gagetti

Franklin Adson Roque

Rafael da Silva Barbosa

Denise Stringhini

Luiz Eduardo Galvão Martins

ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO ABERTA PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL:

UM ESTUDO BASEADO NO PROJETO ILPF DA EMBRAPA

RESUMO:

A transição para uma agricultura sustentável exige abordagens colaborativas para superar a complexidade dos desafios climáticos e produtivos. A inovação aberta surge como um mecanismo estratégico para integrar diferentes agentes no desenvolvimento tecnológico rural. O presente artigo tem por objetivo analisar as estratégias de inovação aberta de saída aplicadas no macroprojeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta de uma instituição pública de pesquisa, com foco no mapeamento do fluxo de transferência de tecnologia e nos impactos econômicos e ambientais. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, fundamentada em análise documental de relatórios institucionais e balanços de impacto tecnológico. Os resultados evidenciam que a estruturação de redes interinstitucionais e a utilização de unidades de referência tecnológica viabilizam a difusão de práticas de baixo carbono. O modelo descentralizado de experimentação permite o ajuste das soluções às realidades regionais, o que garante uma relação positiva de custo e benefício e a otimização dos recursos naturais. Conclui-se que a gestão de parcerias multissetoriais atua como o pilar central para a superação de barreiras operacionais no campo. O estudo demonstra forte aderência às fases de Implementação e Captura de Valor do ciclo de inovação, nas quais a colaboração em rede traduz o conhecimento científico em ganhos de rentabilidade e conservação ecológica. A contribuição teórica e prática reside na validação de um modelo de transferência tecnológica em larga escala, o qual expande a aplicação da inovação aberta para o setor público e fornece subsídios para a formulação de políticas de modernização agrícola.

Palavras-chave: Inovação Aberta. Agricultura Sustentável. Transferência de Tecnologia. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Redes Colaborativas. Sustentabilidade Ambiental.



ABSTRACT:

The transition toward sustainable agriculture demands collaborative approaches to overcome the complexity of climatic and productive challenges. Open innovation emerges as a strategic mechanism for integrating diverse stakeholders into rural technological development. This article aims to analyze the outbound open innovation strategies applied within the Crop-Livestock-Forest Integration (ILPF) macro-project of a public research institution, focusing on mapping the technology transfer flow and its economic and environmental impacts. The research adopts a qualitative and descriptive approach, grounded in a documentary analysis of institutional reports and technological impact assessments. The findings demonstrate that structuring inter-institutional networks and utilizing technological reference units facilitate the diffusion of low-carbon practices. This decentralized experimentation model allows solutions to be tailored to regional realities, thereby ensuring a positive benefit-cost ratio and the optimization of natural resources. It is concluded that the management of multi-sectoral partnerships serves as the central pillar for overcoming operational barriers in the field. The study demonstrates strong alignment with the Implementation and Value Capture phases of the innovation cycle, wherein network collaboration translates scientific knowledge into tangible profitability gains and ecological conservation. The theoretical and practical contributions lie in validating a large-scale technology transfer model, which expands the application of open innovation to the public sector and provides a foundation for formulating agricultural modernization policies.

Keywords: Open Innovation. Sustainable Agriculture. Technology Transfer. Crop-Livestock-Forest Integration. Collaborative Networks. Environmental Sustainability.



1. INTRODUÇÃO

A inovação na agricultura não se restringe à mecanização ou ao desenvolvimento de novas variedades de plantas, abrangendo um espectro amplo que inclui o desenvolvimento de sistemas integrados de produção, o uso de tecnologias digitais para o monitoramento agrícola, a aplicação de biotecnologias e a adoção de práticas conservacionistas. A adoção de novas tecnologias no meio rural atua como um elemento central para agregar valor à produção e mitigar impactos ambientais. Nesse cenário, a inovação no setor agropecuário brasileiro tem sido impulsionada por investimentos em pesquisa e desenvolvimento, resultando em avanços na produtividade e na sustentabilidade da agropecuária nacional (Embrapa, 2023; Maciel *et al.*, 2016).

No contexto da inovação tecnológica, a busca por soluções sustentáveis na agricultura conecta-se com desafios como a otimização do uso de recursos naturais, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a conservação da biodiversidade. A crescente complexidade desses desafios demanda abordagens colaborativas e dinâmicas, superando os limites dos modelos tradicionais de pesquisa. A inovação aberta, um paradigma que preconiza a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre diferentes atores, surge como uma estratégia para acelerar a inovação na agricultura sustentável, ganhando relevância em setores que exigem modernização constante (Chesbrough, 2003; Silva e Pinheiro, 2014).

A inovação aberta representa uma ruptura com o modelo tradicional de inovação fechada, no qual as organizações dependiam exclusivamente de seus recursos internos para inovar. Esse modelo propõe um ecossistema de cooperação, permitindo o compartilhamento de recursos, tecnologias e descobertas entre diferentes agentes. Historicamente, a inovação na agricultura passou por diversas fases, desde a introdução de novas técnicas de cultivo até o



desenvolvimento de variedades de alta produtividade. Atualmente, a agricultura encontra-se em uma nova era, impulsionada pela inovação digital e pela busca por práticas sustentáveis, onde a inovação aberta se torna relevante para a otimização de recursos e a aceleração de soluções tecnológicas (Bertoglio *et al.*, 2021; Chesbrough e Crowther, 2006; Fernandes *et al.*, 2014).

A forma como o conhecimento científico é produzido tem se transformado, com uma transição para modelos mais distribuídos, transdisciplinares e orientados para a aplicação direta no contexto de uso. A inovação aberta na agricultura manifesta-se por meio de parcerias entre empresas, *startups*, instituições de pesquisa e produtores rurais. No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária tem desempenhado um papel central na promoção da inovação aberta na agropecuária, estabelecendo parcerias e desenvolvendo projetos como o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Esses sistemas integrados são essenciais para o fortalecimento da agricultura sustentável, considerando a resiliência dos ecossistemas e a finitude dos recursos naturais (Alves, 2009; Batista, 2016; Embrapa, 2023; Gibbons *et al.*, 1994).

Justifica-se o presente artigo devido à necessidade de compreender como arranjos colaborativos viabilizam a adoção de práticas agrícolas de baixo carbono e a conservação ambiental em propriedades rurais. A escolha do projeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta baseia-se na sua natureza colaborativa e no seu alinhamento com políticas públicas de mitigação de mudanças climáticas. O escopo deste trabalho concentra-se na fase de Implementação do ciclo de inovação, analisando como a gestão de parcerias multissetoriais e a superação de desafios operacionais permitem a transferência e a aplicação de tecnologias sustentáveis no campo. A cooperação entre diferentes setores impulsiona a inovação tecnológica, promovendo a sustentabilidade e a competitividade do setor agropecuário (Brasil, 2012; Brasil, 2021; Santos, 2012; Viana *et al.*, 2015).



O presente artigo tem por objetivo analisar as estratégias de inovação aberta *outbound* implementadas no macroprojeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), mapeando o fluxo de transferência de tecnologia e os impactos econômicos resultantes da adoção do sistema por meio de redes parceiras. A análise documental estruturada permite avaliar a aderência do processo institucional aos princípios teóricos da inovação aberta. Diante desse contexto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: como as estratégias de inovação aberta adotadas no projeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta viabilizam a transferência de tecnologia e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis no setor produtivo?

2. REVISÃO DE LITERATURA

A inovação tecnológica compreende a introdução de novos processos, produtos ou serviços que resultam em melhorias na eficiência, produtividade ou sustentabilidade de um setor, alinhando-se às fases de busca e seleção de novas oportunidades no ciclo de gestão da inovação. No contexto agrícola, a inovação tecnológica tem sido um elemento essencial para a modernização do setor, permitindo o desenvolvimento de práticas sustentáveis e eficientes. Contudo, a crescente complexidade dos desafios enfrentados pela agropecuária tem demandado abordagens colaborativas e dinâmicas, dando espaço ao modelo de inovação aberta. A adoção de novas tecnologias no meio rural tem sido essencial para agregar valor à produção e reduzir impactos ambientais. Esse processo é amplificado quando há o compartilhamento de conhecimentos e a interação entre diferentes agentes, como ocorre na inovação aberta, facilitando a fase de implementação de soluções complexas (Chesbrough, 2003; Maciel *et al.*, 2016).



A inovação aberta representa um modelo de desenvolvimento tecnológico que se baseia na colaboração entre diferentes agentes, permitindo a troca de conhecimento e a exploração de ideias internas e externas para impulsionar avanços industriais e científicos. Esse modelo tem ganhado relevância no Brasil, especialmente em setores que demandam constante modernização, como a agricultura. A inovação aberta permite a troca de conhecimento e a otimização de recursos, acelerando a implementação de soluções tecnológicas. Diferente do modelo tradicional de inovação fechada, em que as empresas centralizam suas pesquisas e desenvolvimentos de forma exclusiva, a inovação aberta propõe um ecossistema de cooperação, permitindo que organizações compartilhem recursos, tecnologias e descobertas, o que otimiza a captura de valor gerado pelas inovações (Chesbrough e Crowther, 2006; Fernandes *et al.*, 2014; Silva e Pinheiro, 2014).

A permeabilidade ao conhecimento externo e interno constitui um pilar central da inovação aberta, refletindo a fase de busca por soluções tecnológicas. As organizações devem estar abertas à incorporação de ideias provenientes de fontes externas, como universidades, *startups* e centros de pesquisa, ao mesmo tempo em que possibilitam a disseminação de suas próprias descobertas para potenciais parceiros. Isso reduz o tempo de desenvolvimento de novas tecnologias e aumenta a competitividade das empresas. Nesse sentido, a seleção de parcerias estratégicas entre instituições acadêmicas, empresas privadas e entidades governamentais possibilita o compartilhamento de infraestrutura, financiamento e *expertise* técnica. Essa interação fortalece a capacidade de inovação ao integrar diferentes perspectivas e habilidades, resultando em soluções aplicáveis a um mercado amplo (Chesbrough, 2003; Embrapa, 2023).

A inovação aberta reconhece que a *expertise* necessária para avançar na inovação não está exclusivamente dentro das fronteiras de uma organização. Muitas empresas subutilizam descobertas internas devido a limitações de mercado ou de aplicação. Ao adotar



a inovação aberta, essas empresas podem licenciar suas tecnologias para terceiros ou colaborar com parceiros estratégicos, maximizando o valor de seus ativos intelectuais. O conceito enfatiza a importância da construção de ecossistemas colaborativos que promovam a troca de conhecimento e o codesenvolvimento de soluções tecnológicas. A inovação ocorre em um ambiente dinâmico onde diferentes atores contribuem com suas experiências e capacidades. Redes de colaboração, como consórcios de pesquisa e plataformas de inovação, são essenciais para impulsionar esse modelo, conectando talentos e fomentando a inovação contínua, culminando na captura de valor por meio de mercados externos (Chesbrough, 2003; Santos, 2012).

A forma como o conhecimento científico é produzido e aplicado tem se transformado, implicando mudanças no papel das instituições de pesquisa, das empresas e do governo nos processos de inovação. Tradicionalmente, a ciência é conduzida sob o “Modo 1”, caracterizado pelo predomínio da pesquisa conduzida de forma fechada, com autonomia dos cientistas e universidades em relação às demandas externas. No entanto, tem ganhado relevância o “Modo 2”, definido por uma produção de conhecimento distribuída entre os agentes, transdisciplinar e orientada para a aplicação. No Modo 2, a pesquisa ocorre diretamente no contexto de uso, com uma interação contínua entre ciência, setor produtivo e políticas públicas, promovendo uma maior permeabilidade entre os setores. Essa visão está conectada com os princípios da inovação aberta e representa uma dinâmica oportuna para instituições públicas de pesquisa, que dependem do setor produtivo e agentes privados para cocriar valor durante a implementação tecnológica (Chesbrough, 2003; Gibbons *et al.*, 1994; Nowotny, Scott e Gibbons, 2003).

Na agricultura, a inovação aberta tem sido incorporada como um diferencial para enfrentar desafios como mudanças climáticas, escassez de recursos naturais e aumento da demanda por alimentos. Diversas políticas públicas e programas de incentivo têm promovido a cooperação entre diferentes setores para impulsionar a inovação



tecnológica na agropecuária. O compartilhamento de informações e tecnologias contribui para a sustentabilidade e competitividade do setor. A Embrapa, criada em 1973 com a missão de inovar e garantir a segurança alimentar, desenvolveu pesquisas e inovações junto com parcerias públicas e privadas para a agropecuária. A instituição adota um modelo de inovação baseado na cooperação e na pesquisa aplicada, sendo um dos principais agentes da inovação aberta na agricultura brasileira. A Embrapa trabalha em parceria com universidades, empresas privadas e organismos internacionais para desenvolver soluções tecnológicas que atendam às necessidades do setor agrícola, estruturando a busca e a seleção de projetos viáveis (Batista, 2016; Embrapa, 2023; Santos, 2012).

A inovação sustentável na agricultura deve considerar a resiliência dos ecossistemas e a finitude dos recursos naturais, aspectos que são integrados pela Embrapa em seus projetos. A instituição atua na disseminação de conhecimento por meio de redes colaborativas e plataformas digitais, permitindo a difusão de tecnologias para produtores de diferentes escalas. Os sistemas agroflorestais e de integração são fundamentais para a redução de desigualdades socioeconômicas e para o fortalecimento da agricultura sustentável no Brasil. Dentre os projetos da Embrapa que utilizam inovação aberta, destaca-se o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, que promove a sustentabilidade por meio da integração de diferentes atividades produtivas. O sistema melhora a qualidade do solo, reduz a emissão de gases de efeito estufa e aumenta a rentabilidade do produtor, representando uma implementação bem-sucedida de tecnologias complexas (Alves, 2009; Batista, 2016; Embrapa, 2023).

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta consiste em uma estratégia de produção sustentável que combina diferentes sistemas produtivos em uma mesma área, incluindo agricultura, pecuária e florestas, com rotação ou consórcio de culturas. Esta abordagem visa aumentar a produtividade, conservar recursos naturais e reduzir os impactos ambientais negativos. O sistema integra componentes



agrícolas, pecuários e florestais de maneira planejada, promovendo a sinergia entre eles para melhorar o uso do solo e outros recursos naturais. Entre os principais conceitos, destacam-se a diversificação da produção em uma área, a recuperação de pastagens degradadas e o uso eficiente dos recursos naturais. O sistema também atua na mitigação das mudanças climáticas ao promover o sequestro de carbono por meio da cobertura florestal e melhorar a qualidade do solo pela ciclagem de nutrientes. A integração resulta em benefícios econômicos e ambientais, como aumento da eficiência produtiva e redução da emissão de gases de efeito estufa, garantindo a captura de valor sustentável (Embrapa, 2023; Viana *et al.*, 2015).

As integrações podem ocorrer de diversas formas, incluindo a combinação agropastoril, silvipastoril, silviagrícola ou agrossilvipastoril, dependendo da seleção técnica mais adequada para cada bioma. A Embrapa desempenha um papel crucial no _desenvolvimento e disseminação da tecnologia no Brasil. Por meio da Rede de Fomento, a instituição promove parcerias público-privadas para testar, validar e adaptar sistemas integrados a diferentes regiões brasileiras. A rede é formada pela Embrapa, cooperativas e empresas do setor privado. A Embrapa desenvolve pesquisas que analisam o impacto da integração em áreas como o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade do solo e a redução das emissões de carbono. Esses projetos também incluem a capacitação de produtores e técnicos rurais, além da divulgação de práticas sustentáveis que podem ser replicadas em larga escala, facilitando a fase de implementação tecnológica no campo (Chimento e Fernandes, 2019; Viana *et al.*, 2015).

O sistema de integração está diretamente relacionado ao Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, uma política pública brasileira que visa promover práticas agropecuárias sustentáveis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa no setor agropecuário. O plano incentiva tecnologias como a recuperação de pastagens degradadas, o plantio direto, o manejo sustentável de florestas e



o uso de sistemas integrados. Nesse contexto, a integração tem um papel estratégico, pois contribui para o sequestro de carbono atmosférico por meio da cobertura florestal e do manejo sustentável do solo, ajudando o Brasil a cumprir suas metas de redução de emissões. O Código Florestal Brasileiro estabelece diretrizes legais para a conservação ambiental em propriedades rurais, incluindo a obrigatoriedade de preservação de áreas específicas. A legislação permite e incentiva o uso de sistemas integrados para a recuperação de áreas degradadas e a restauração ecológica de áreas produtivas, consolidando a captura de valor ambiental e regulatório (Brasil, 2012; Mapa, 2012, Mapa, 2021).

Essas iniciativas combinadas demonstram o comprometimento do Brasil em equilibrar sua posição na produção agropecuária global com a conservação ambiental, utilizando a integração de sistemas como uma ferramenta central para atingir esse objetivo. Além de reduzir impactos ambientais, essas políticas fortalecem a economia rural e promovem a adoção de práticas produtivas de baixo carbono em larga escala. A articulação entre políticas públicas, pesquisa aplicada e parcerias privadas evidencia um ciclo completo de inovação, desde a busca por soluções sustentáveis até a captura de valor econômico e ambiental para a sociedade. A flexibilidade legal para incorporar práticas sustentáveis reforça o papel da tecnologia como uma solução viável para equilibrar a conservação ambiental com a produção agrícola (Brasil, 2012; Mapa, 2012; Mapa, 2021; Viana *et al.*, 2015).

3. METODOLOGIA

O percurso metodológico desta pesquisa caracteriza-se por uma abordagem mista e de natureza descritiva, estruturada sob a forma de um estudo de caso fundamentado em análise documental



e de conteúdo. A escolha por este delineamento justifica-se pela necessidade de compreender em profundidade fenômenos complexos e contemporâneos inseridos em seus contextos reais, permitindo a investigação detalhada das dinâmicas de colaboração tecnológica. A pesquisa descritiva possibilita o mapeamento minucioso das características do objeto de estudo, enquanto a análise documental oferece uma base sólida de dados secundários institucionais para a verificação empírica das teorias de gestão. Essa estrutura metodológica é adequada para investigar como as organizações estruturam suas redes de cooperação e permeabilidade ao conhecimento externo, elementos centrais para a transição de modelos fechados para ecossistemas colaborativos (Chesbrough, 2003; Silva e Pinheiro, 2014; Vinholis *et al.*, 2022).

Para garantir o rigor analítico, o desenho da pesquisa foi estruturado para investigar as práticas da instituição à luz do ciclo completo da gestão da inovação tecnológica. O método buscou identificar evidências documentais que demonstrassem como a organização executa a fase de busca por novas ideias e parceiros no setor agropecuário. Sequencialmente, a coleta de dados focou em compreender os critérios de seleção de projetos viáveis e as estratégias adotadas para a fase de implementação das tecnologias no campo. Por fim, a metodologia orientou a extração de dados referentes à captura de valor, avaliando os impactos econômicos e ambientais gerados pelas soluções colaborativas. Essa lente teórica permitiu categorizar as informações institucionais de forma sistemática, conectando as ações práticas aos fundamentos da inovação aberta (Chesbrough, 2003; Embrapa, 2023).

O desenvolvimento da pesquisa foi operacionalizado em fases sequenciais, iniciando-se pela definição rigorosa da base de dados e dos critérios de amostragem. A primeira etapa consistiu em uma busca sistemática por projetos que aplicassem conceitos de inovação aberta voltados para a agricultura no contexto brasileiro. A partir da aplicação de filtros temáticos em bases de dados públicas,



a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária destacou-se como a principal organização promotora de pesquisas e inovações colaborativas na agropecuária nacional. Com a definição da instituição como unidade macro de análise, procedeu-se a uma investigação exploratória em seu portal institucional para a definição de qual projeto específico comporia o escopo do estudo. Observou-se que, de uma forma ampla, a instituição aplica a inovação aberta em seus projetos, porém seus relatórios em grande maioria apresentam apenas os resultados, impactos e benefícios gerados (Batista, 2016; Embrapa, 2023).

Durante a triagem documental, o projeto Integração Lavoura-Pecuária-Floresta emergiu como o programa com o maior volume de relatórios técnicos e dados estruturados disponíveis na base institucional. Sendo assim, o mesmo foi escolhido para este estudo como o objeto central da investigação empírica. Contudo, apesar da definição inicial, esse é um grande projeto da instituição, desenvolvido e aplicado por várias unidades e possui parcerias do setor privado e público. Para ter um estudo mais aprofundado, foi necessário realizar uma outra seleção e definição de qual etapa desenvolvida dentro do sistema seria analisada, sendo decidido analisar a primeira implantação do modelo. Essa delimitação garantiu a viabilidade da coleta de dados sem comprometer a representatividade do fenômeno estudado, permitindo rastrear a evolução histórica das práticas colaborativas (Balbino, Barcellos e Stone, 2011; Viana *et al.*, 2015).

Após a fase de busca e de seleção, três relatórios institucionais primários foram escolhidos para serem analisados, selecionados por sua relevância e densidade de informações. O primeiro documento selecionado foi o Comunicado Técnico 392, que detalha uma década de inovação tecnológica em integração lavoura-pecuária-floresta na Fazenda Boa Vereda. O segundo arquivo incorporado à amostra foi o relatório de avaliação dos impactos de soluções tecnológicas geradas pela instituição, com foco específico nas técnicas de sistemas de produção integrados no estado de São Paulo. Por fim, o Relatório



Anual de Atividades de 2023 da rede colaborativa do projeto foi incluído para fornecer dados atualizados sobre as diretrizes de produção e preservação. A triangulação destes três documentos permitiu uma visão abrangente, cobrindo desde a implementação técnica inicial até a avaliação de impactos consolidados (Embrapa, 2023; Pacheco *et al.*, 2016; Rede ILPF, 2023).

A segunda fase da pesquisa concentrou-se na análise de conteúdo dos documentos selecionados, visando entender como a inovação aberta foi aplicada neste contexto. O procedimento analítico consistiu na leitura flutuante seguida da codificação sistemática dos textos, buscando identificar padrões, categorias e evidências empíricas relacionadas aos processos de abertura tecnológica. O objetivo central desta etapa foi comparar o processo de inovação da instituição com a teoria de inovação aberta. Para tanto, realizou-se um mapeamento detalhado do macroprocesso de inovação institucional, extraindo as diretrizes operacionais descritas nos relatórios. Esse mapeamento permitiu avaliar o grau de aderência das práticas documentadas aos modelos de permeabilidade de conhecimento e cooperação em rede (Chesbrough, 2003; Embrapa, 2023; Silva e Pinheiro, 2014).

Para assegurar o rigor científico e a confiabilidade dos achados, a pesquisa adotou mecanismos de validação baseados na triangulação de fontes documentais de naturezas distintas, mitigando vieses de interpretação. É importante ressaltar que a instituição desenvolve muitos projetos, em várias unidades distintas e com vários parceiros distintos. Isso implica no fato de que a aplicação do processo de inovação disponibilizado e apresentado em seu site pode ser utilizado e adaptado de acordo com a necessidade de cada projeto. A análise de conteúdo considerou essa flexibilidade operacional, avaliando como os princípios teóricos são traduzidos em ações práticas adaptáveis. A confrontação sistemática entre os dados empíricos extraídos dos relatórios e a teoria de referência garantiu a validade interna do estudo, permitindo conclusões robustas sobre



a gestão tecnológica no setor (Chesbrough, 2003; Gasparini *et al.*, 2017; Vinholis, Souza Filho e Carrer, 2023).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise e a discussão dos resultados obtidos a partir do escrutínio documental do macroprojeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. O objetivo desta seção é examinar como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária estrutura seu macroprocesso de inovação e de que forma as práticas colaborativas são operacionalizadas no setor produtivo. A argumentação estrutura-se em três eixos analíticos: inicialmente, explora-se o alinhamento institucional aos princípios teóricos da inovação aberta; na sequência, detalha-se o estudo de caso do sistema integrado, com foco na transferência de tecnologia por meio de redes parceiras; por fim, realiza-se uma avaliação crítica sobre a eficácia desse modelo na superação de barreiras operacionais e na efetiva captura de valor econômico e socioambiental. Essa progressão analítica permite compreender a transição da pesquisa básica para a aplicação tecnológica em larga escala.

4.1 INOVAÇÃO ABERTA NA EMBRAPA

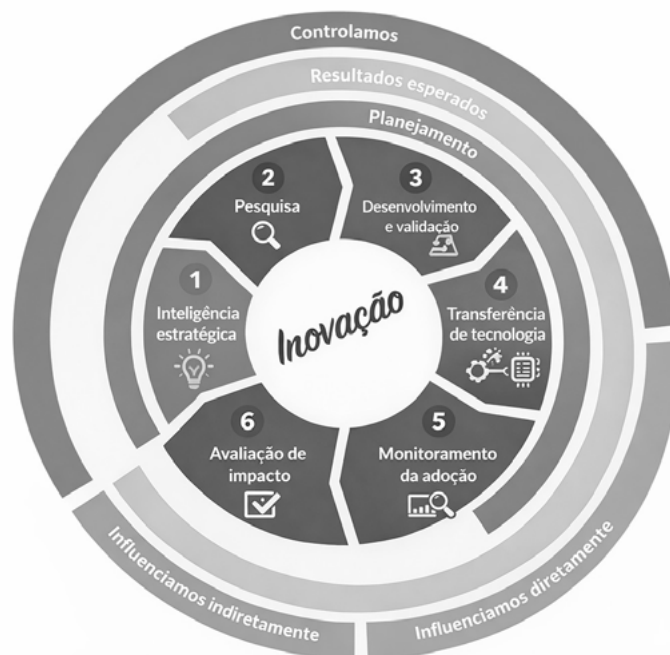
A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária adota a inovação aberta como estratégia para impulsionar o desenvolvimento de soluções tecnológicas direcionadas ao agronegócio brasileiro. A compreensão desse fluxo operacional exige a análise estruturada do macroprocesso de inovação da instituição, verificando sua aderência aos princípios teóricos de colaboração e transferência de tecnologia.



4.1.1 MACROPROCESSO DE INOVAÇÃO DA EMBRAPA:

O macroprocesso de inovação da instituição estrutura-se em um fluxo sequencial que abrange desde a prospecção inicial de demandas até a mensuração final de resultados. A representação visual desse fluxo é fundamental para compreender a interdependência das fases operacionais. Conforme observado na Figura 1, o modelo estabelece um caminho estruturado para a geração de valor tecnológico.

Figura 1 - Macroprocesso de inovação



Fonte: Adaptado de Embrapa (2025).

Ao analisar a Figura 1, nota-se que o processo é composto por seis etapas interdependentes. A fase inicial de Inteligência Estratégica foca na identificação de tendências e oportunidades, fornecendo

subsídios para a etapa de Pesquisa, na qual ocorre a concepção dos projetos. Na sequência, a fase de Desenvolvimento e Validação executa os testes práticos das tecnologias. A etapa de Transferência de Tecnologia garante a disseminação do conhecimento para o setor produtivo, seguida pelo Monitoramento da Adoção, que gerencia parcerias e propriedade intelectual. Por fim, a Avaliação de Impactos mensura os retornos econômicos, sociais e ambientais. Esse macroprocesso consolida um modelo de inovação aberta, priorizando a geração e a disseminação de conhecimento aplicado ao setor produtivo. Esse foco visa promover a sustentabilidade na agricultura e fortalecer a segurança alimentar (Barbosa e Brisola, 2024).

4.1.2 RELAÇÃO COM OS PRINCÍPIOS DA INOVAÇÃO ABERTA

A instituição busca integrar os princípios da inovação aberta em seu macroprocesso, principalmente nas etapas de ideação, concepção, desenvolvimento, validação e transferência de tecnologia. A aderência a esse modelo evidencia-se, primeiramente, pela estruturação de redes de pesquisa e parcerias com diferentes atores. A organização estabelece acordos com universidades, empresas, *startups* e produtores rurais para o desenvolvimento e a disseminação de tecnologias. Essas parcerias permitem a troca de conhecimentos, a complementação de *expertises* e a aceleração do processo inovador.

Além da atuação em rede, o modelo consolida-se pela abertura para contribuições externas. A instituição capta soluções inovadoras do ecossistema empreendedor por meio de editais de inovação aberta, desafios tecnológicos e hackathons. Adicionalmente, iniciativas de fomento, como fundos de investimento corporativo voltados para *startups*, demonstram um alinhamento prático com a lógica de co-desenvolvimento e atração de capital intelectual externo.

O terceiro pilar dessa estratégia baseia-se no compartilhamento de conhecimento e na utilização de plataformas digitais



abertas. A disseminação tecnológica ocorre por meio de publicações, eventos, cursos de capacitação e plataformas online, facilitando o acesso à informação e a interação entre diferentes atores. O uso de ferramentas de código aberto no desenvolvimento de sistemas reforça a cultura de colaboração. A adoção dessas práticas descentralizadas otimiza os recursos de pesquisa e amplia a capacidade de resposta aos desafios do agronegócio brasileiro.

4.2 ESTUDO DO CASO ILPF

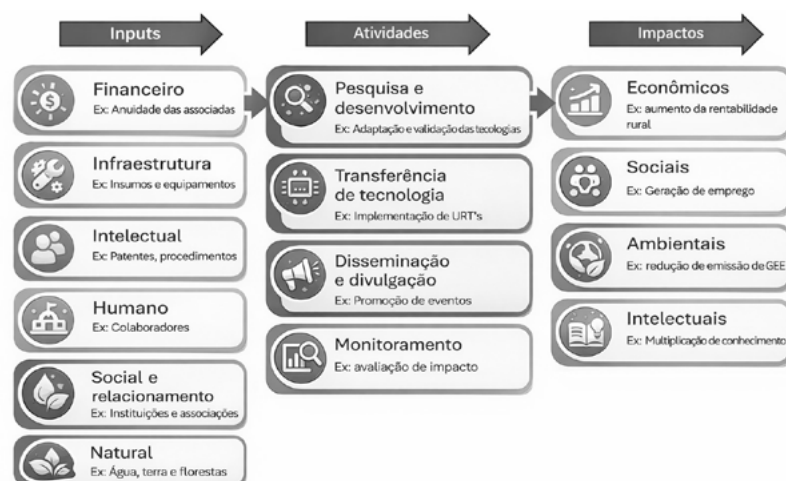
O projeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta configura-se como uma das principais estratégias institucionais para a promoção da sustentabilidade, sendo executado em parceria com redes colaborativas e propriedades rurais em todo o território nacional. A implementação desse sistema integra as políticas públicas de descarbonização da agricultura, alinhando-se diretamente às metas de expansão territorial estabelecidas no Plano ABC+ (Brasil, 2021). O planejamento estratégico da iniciativa é guiado por essas diretrizes governamentais, orientando as frentes de pesquisa e desenvolvimento. O objetivo central do sistema é elevar a produtividade das propriedades rurais por meio da diversificação sinérgica de atividades, garantindo maior rentabilidade econômica e resiliência frente à imprevisibilidade climática.

O desenvolvimento tecnológico do sistema ocorre de forma descentralizada, envolvendo unidades de pesquisa, universidades e o setor privado. Esse processo baseia-se em um levantamento contínuo de desafios e oportunidades, fundamentado em pesquisas de impacto econômico e no monitoramento de benefícios, assegurando que as soluções sejam adaptadas às demandas regionais e economicamente viáveis (Brasil, 2023). A operacionalização desse fluxo de implementação é orquestrada pela Rede ILPF, uma parceria público-privada cofinanciada pela instituição de pesquisa, pela cooperativa Cocamar e por empresas como Bradesco, John Deere, Minerva



Foods, Soesp, Suzano, Syngenta e Timac Agro. Essa rede atua estrategicamente na articulação institucional e na execução das ações de transferência tecnológica. A representação visual dessa dinâmica é essencial para compreender a geração de valor no ecossistema. Conforme observado na Figura 2, o modelo estabelece a trajetória da inovação desde a pesquisa até o produtor rural.

Figura 2 - Fluxo de valor e impacto da rede ILPF

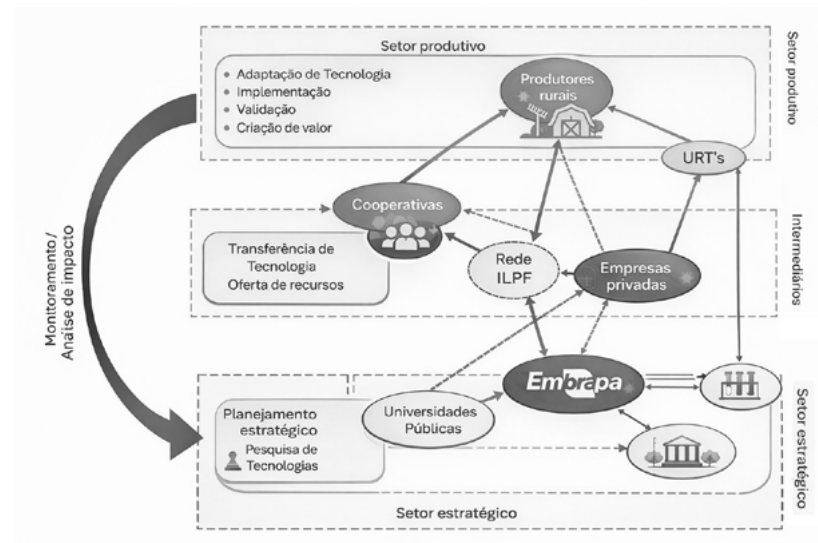


Fonte: Adaptado de Rede ILPF (2023a).

Ao analisar a Figura 2, nota-se que a disseminação das tecnologias depende de uma estrutura intermediária robusta para alcançar o mercado. Para efetivar essa transferência, o processo utiliza Unidades de Referência Tecnológica, que funcionam como propriedades-modelo para a implementação, o monitoramento e a validação das inovações no campo. Esses espaços viabilizam a condução de pesquisas aplicadas, o treinamento de equipes técnicas e a promoção de eventos para a troca de conhecimentos. A análise de impacto e a adoção pelos produtores integram um ciclo contínuo de planejamento e melhoria, garantindo o aprimoramento constante das estratégias para maximizar os retornos econômicos, ambientais

e sociais. A complexidade dessas interações exige um mapeamento claro dos papéis de cada participante. Conforme observado na Figura 3, a estrutura colaborativa conecta múltiplos agentes em prol da difusão tecnológica.

Figura 3 - Relação entre os diferentes agentes que participam do desenvolvimento e disseminação de tecnologias para sistemas ILPF



Fonte: Adaptado de Rede ILPF (2023a).

Ao analisar a Figura 3, nota-se que a sinergia entre pesquisadores, empresas e produtores é o motor que viabiliza a implementação em larga escala e a geração de resultados quantificáveis. No estado de São Paulo, os benefícios econômicos da adoção de sistemas integrados foram estimados em mais de R\$ 63 milhões apenas em 2023, com ganhos líquidos acumulados superiores a R\$ 435 milhões desde 2010. Os investimentos em geração e transferência de tecnologia somaram mais de R\$ 53 milhões desde 2007, resultando em uma relação benefício/custo de 6,44. A viabilidade financeira é corroborada por um Valor Presente Líquido de R\$ 467.168.173,66 e uma Taxa Interna de Retorno de 71,78% (Brasil, 2023). Em âmbito nacional,



a avaliação de 182 tecnologias e 110 cultivares em 2023 demonstrou um lucro social de 99,7%, equivalente a R\$ 85,12 bilhões, além da geração de 66.128 novos empregos, consolidando a capacidade do país de exportar alimentos para 200 nações (Embrapa, 2024).

O Plano Diretor 2024-2030 reforça o compromisso institucional com a cooperação multissetorial e com as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Embrapa, 2024). A materialização dessas metas pode ser observada na implantação da primeira Unidade de Referência Tecnológica na Fazenda Boa Vereda, em Goiás. Como os modelos exigem adaptação às características edafoclimáticas locais (Viana *et al.*, 2015), a unidade buscou identificar as melhores interações entre componentes para maximizar a renda e a sustentabilidade. Para otimizar o controle de custos, a implantação ocorreu em quatro safras consecutivas. No primeiro ano, realizou-se o plantio de soja e eucalipto. No ano seguinte, o milho substituiu a soja, sendo consorciado com braquiária para o estabelecimento do pasto após a colheita. A inserção dos animais ocorreu apenas quando os eucaliptos atingiram oito metros de altura e dez centímetros de diâmetro à altura do peito, evitando danos às árvores. Esse processo foi repetido na segunda safra, e nas duas subsequentes, o componente florestal foi testado em arranjos distintos, sob acompanhamento de pesquisas multidisciplinares (Pacheco *et al.*, 2016).

Apesar dos resultados positivos, a adoção da tecnologia enfrenta barreiras, como a restrição de acesso a recursos financeiros e a escassez de mão de obra qualificada para a produção e a gestão (Balbino, Barcellos e Stone, 2011). Nesse contexto, a atuação em rede facilita a troca de informações inerente à inovação aberta (Chesbrough, 2003) e auxilia na captação de fomento. Estudos demonstram que produtores parceiros da instituição acessaram linhas de crédito rural específicas para sistemas de integração, enquanto adotantes independentes recorreram a modalidades genéricas (Vinholis *et al.*, 2022). A superação dessas barreiras depende de um esforço intensivo de transferência de tecnologia. Na unidade de



referência analisada, foram registradas 61 atividades de transferência, 37 publicações científicas e a conquista de quatro honrarias até 2016. A estratégia incluiu a realização de dias de campo e visitas técnicas, permitindo que parceiros, investidores e estudantes conhecessem o sistema na prática (Pacheco *et al.*, 2016).

A capilaridade da divulgação é um fator determinante para a adesão tecnológica. Uma análise com produtores pioneiros em São Paulo revelou que o conhecimento sobre o sistema foi adquirido por vias distintas: parceria institucional direta, cursos em cooperativas agropecuárias e intercâmbio com produtores de outros estados, mediado por instituições financeiras (Vinholis *et al.*, 2022). O caso evidencia que a gestão das unidades de referência opera sob a lógica da inovação aberta, promovendo fluxos de entrada e saída de conhecimento por meio da capacitação contínua de técnicos, acadêmicos e produtores rurais. Contudo, para garantir a escalabilidade do modelo, é imperativo reduzir a complexidade operacional do sistema e investir na qualificação técnica e gerencial das equipes. A consolidação dessas práticas demanda inovações em gestão, as quais devem ser cocriadas entre pesquisadores e o setor produtivo para assegurar a efetividade da transição agrícola (Gasparini *et al.*, 2017).

4.3 ANÁLISE DA INOVAÇÃO ABERTA NO PROJETO ILPF

Organizações públicas de pesquisa enfrentam o desafio contínuo de mensurar e demonstrar o impacto de suas inovações no setor agropecuário. Diferentemente da iniciativa privada, cujo sucesso é frequentemente atrelado ao retorno financeiro direto, instituições estatais necessitam estruturar modelos operacionais que transcendam a geração de ciência básica, incorporando a transferência tecnológica por meio da cooperação interinstitucional. Essa dinâmica aproxima a gestão pública das práticas corporativas, porém com o foco direcionado ao interesse coletivo e à sustentabilidade (Vieira, Vale e May, 2018). No contexto dos sistemas integrados,



a formulação de políticas públicas, a exemplo do Plano ABC+, exerce influência direta sobre as diretrizes de pesquisa. Essa intersecção evidencia uma lacuna na teoria clássica da inovação aberta, que tradicionalmente prioriza a interação entre universidades e empresas. A experiência analisada demonstra que a colaboração multisetorial atua como um elemento estruturante para garantir que o desenvolvimento tecnológico atenda a objetivos macroeconômicos, como a segurança alimentar e a conservação ambiental.

A natureza jurídica das empresas públicas de pesquisa impõe a adoção mandatória de práticas abertas, uma vez que sua missão institucional exige o compartilhamento, o licenciamento e a transferência de tecnologias para a sociedade. Consequentemente, a organização opera predominantemente sob a lógica da inovação aberta de saída (*outbound*), focada na externalização sistemática do conhecimento. Essa premissa materializa-se na estruturação da rede colaborativa, que atua como o canal oficial de disseminação científica para o setor produtivo. A cooperação estabelecida possui caráter estritamente complementar: a instituição pública lidera as fases de pesquisa e desenvolvimento, as empresas parceiras fornecem recursos financeiros, insumos e maquinários, e os produtores rurais executam a validação prática, gerando valor e capilaridade ao projeto. A integração dessas competências distintas confere robustez ao modelo, otimizando a adoção tecnológica e garantindo o alinhamento com as demandas reais do mercado.

A operacionalização desse fluxo de saída é evidenciada pela implantação das unidades de referência tecnológica, que funcionam como plataformas de validação em variadas condições edafoclimáticas. A estruturação desses ambientes de experimentação diretamente nas propriedades rurais acelera a difusão das inovações. Sob a ótica teórica, essa dinâmica enquadra-se no “Modo 2” de produção



de conhecimento, caracterizado pela pesquisa aplicada e testada em contextos reais de uso, em parceria com cooperativas e agricultores. A inovação transcende o ambiente laboratorial e consolida-se no campo, onde os sistemas integrados são calibrados de acordo com os desafios operacionais diários. Esse modelo promove a permeabilidade das fronteiras organizacionais entre a academia, o Estado e a iniciativa privada. A interação contínua entre as fases de pesquisa, aplicação, monitoramento de impacto e planejamento estratégico confirma que a ciência aplicada atua como um processo interativo, no qual o conhecimento transita em múltiplas direções, aderindo integralmente aos preceitos da inovação aberta.

Apesar da consolidação da rede colaborativa, a governança do ecossistema apresenta desafios estruturais. A análise indica que, embora o setor privado atue ativamente no financiamento e na disseminação das tecnologias, seu envolvimento direto na cocriação de novas soluções ainda é incipiente. A centralização do processo inovador na instituição pública assegura o rigor científico e o alinhamento às políticas governamentais, contudo, pode restringir o surgimento de inovações disruptivas que caracterizam ecossistemas plenamente abertos. Para mitigar essa assimetria, faz-se necessário ampliar os investimentos privados em pesquisa e desenvolvimento. Iniciativas recentes demonstram um movimento de correção de rota, como a execução de desafios tecnológicos voltados para *startups*. O programa ILPF Conecta, por exemplo, captou 76 propostas de novas tecnologias para o setor (Embrapa, 2021). Paralelamente, a criação de instâncias como a Câmara Temática Agrodigital visa aglutinar os esforços das empresas parceiras para o desenvolvimento e a incorporação de soluções digitais aos sistemas integrados, fortalecendo a via de entrada (*inbound*) no processo de inovação (Rede ILPF, 2023).



4.4 DISCUSSÃO E SÍNTESE

A análise empírica do macroprojeto evidencia que a estruturação de redes colaborativas, materializada nas Unidades de Referência Tecnológica, atua como o mecanismo central para superar as barreiras operacionais da pesquisa fechada. Esse arranjo confirma a teoria sobre a eficácia da inovação aberta de saída para a externalização de ativos intelectuais, caracterizando a fase de implementação do ciclo tecnológico. Adicionalmente, a dinâmica observada nas propriedades-modelo expande o conceito do “Modo 2” de produção de conhecimento, evidenciando que a ciência agrícola contemporânea é indissociável da interação contínua com o setor produtivo (Chesbrough, 2003; Gibbons *et al.*, 1994).

No que tange à fase de captura de valor, os dados de impacto, que apontam uma relação de benefício e custo superior a seis, validam as proposições teóricas sobre as sinergias financeiras da diversificação produtiva. Contudo, os resultados revelam que a consolidação desse valor enfrenta obstáculos práticos. As dificuldades de acesso a crédito e a escassez de mão de obra qualificada reforçam os apontamentos da literatura de que a inovação aberta exige inovações complementares em gestão e políticas de fomento para garantir a adoção massiva das tecnologias sustentáveis (Fernandes *et al.*, 2014; Viana *et al.*, 2015).

A síntese do modelo analisado demonstra que a orquestração de parcerias multisetoriais descentraliza a experimentação tecnológica. O ecossistema opera em um fluxo onde a instituição pública lidera a pesquisa, o setor privado cofinancia e o produtor valida a tecnologia. Para a consolidação visual da arquitetura do projeto, o sistema estrutura-se em três pilares centrais: a governança em rede público-privada, o mecanismo de difusão via unidades de referência operando sob a lógica *outbound* e os impactos multidimensionais, evidenciados pelo lucro social e pela



recuperação de áreas degradadas. Essa estruturação garante que a inovação se consolide como uma prática agrícola escalável (Silva e Pinheiro, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa analisou as estratégias de inovação aberta aplicadas ao contexto da agricultura sustentável, tomando como estudo de caso o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta da instituição pública de pesquisa agropecuária brasileira. O objetivo central consistiu em identificar como as práticas colaborativas são estruturadas e quais os seus impactos na sustentabilidade agrícola. Ao longo do trabalho, foi possível compreender como a fase de busca por parceiros interinstitucionais e a seleção de projetos viáveis contribuem para o desenvolvimento e a disseminação de tecnologias sustentáveis. A análise dos dados permitiu responder à questão de pesquisa, demonstrando que a aplicação de estratégias de inovação aberta acelera o desenvolvimento tecnológico do setor agropecuário e amplia sua capacidade de adaptação frente aos desafios globais.

A premissa inicial desta pesquisa, que propunha a inovação aberta como um catalisador fundamental para a transição da agricultura tradicional para modelos sustentáveis, foi confirmada pelos achados do estudo. O sistema integrado analisado se mostrou um exemplo prático de como a interação entre diferentes atores pode viabilizar soluções agrícolas e ambientalmente responsáveis. Identificou-se que o modelo proposto é eficaz na integração de diversos agentes do ecossistema, facilitando a fase de implementação de tecnologias complexas no campo. A pesquisa evidenciou que parcerias entre universidades, empresas privadas, *startups* do setor, instituições governamentais e produtores rurais potencializam a geração de conhecimento.



As contribuições teóricas deste estudo residem na ampliação do entendimento sobre como modelos colaborativos operam fora do ambiente corporativo tradicional, adaptando-se à realidade de instituições públicas e redes de pesquisa agropecuária. No âmbito prático, a pesquisa oferece uma validação estruturada do modelo de integração como um arranjo replicável para a gestão da inovação. Demonstrou-se que a inovação aberta desempenha um papel crucial na promoção da eficiência produtiva e na melhoria da competitividade do setor agropecuário brasileiro. O estudo reforça a necessidade de um ambiente propício para a colaboração contínua, evidenciando que a inovação aberta é um processo dinâmico de aprendizado e aprimoramento.

Em relação às implicações socioeconômicas, os resultados obtidos indicam que a inovação aberta no sistema integrado tem impactado positivamente a rentabilidade e a sustentabilidade do setor. A captura de valor econômico ocorre por meio do aumento da eficiência produtiva e da diversificação de renda para o produtor rural. Adicionalmente, a disseminação de tecnologias adaptadas às diferentes realidades regionais contribui para a inclusão de pequenos e médios produtores no processo de modernização agrícola. Esse impacto social é viabilizado pela transferência de tecnologia e pela capacitação técnica, que democratizam o acesso a práticas avançadas de manejo.

No que tange aos impactos ambientais, o modelo colaborativo investigado demonstrou ser uma ferramenta essencial para o enfrentamento de desafios climáticos globais. A adoção das práticas integradas promove a otimização do uso de recursos naturais, a conservação da biodiversidade e a redução significativa das emissões de gases de efeito estufa. Essa captura de valor ambiental alinha o setor produtivo às exigências regulatórias e às metas internacionais de descarbonização. O sistema configura-se como um modelo promissor para a promoção de uma agricultura mais resiliente e ecologicamente equilibrada, apontando caminhos para o desenvolvimento sustentável do agronegócio.



Apesar dos avanços identificados, esta pesquisa apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação de seus achados. A análise foi baseada predominantemente em fontes documentais e relatórios institucionais, o que pode restringir a generalização dos resultados para outros contextos agrícolas não documentados oficialmente. Além disso, a dinamicidade das políticas públicas e das iniciativas privadas de financiamento pode impactar a continuidade das estratégias analisadas, representando variáveis externas que fogem ao controle do escopo metodológico adotado.

Para superar essas restrições e expandir o conhecimento na área, propõe-se uma agenda futura de pesquisa focada em abordagens complementares. Futuras investigações poderiam incluir estudos empíricos mais amplos, com coleta de dados primários diretamente de agricultores, empresas do setor e gestores públicos, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos desafios na implementação da inovação aberta. Recomenda-se também que trabalhos futuros explorem o impacto da digitalização da agricultura neste contexto colaborativo, bem como o papel das políticas públicas na ampliação dessas iniciativas. Investigações comparativas entre diferentes modelos de inovação aberta poderiam contribuir para a identificação de melhores práticas replicáveis em larga escala.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. M. S. Sistemas agro-florestais, transformações na agricultura e o desenvolvimento local sustentável. **História & Perspectivas**, v. 22, n. 41, p. 33-58, 2009.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (org.). **Marco referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011.
- BARBOSA, V. C. R.; BRISOLA, M. V. Além dos campos: as prospecções tecnológicas sustentáveis da Embrapa para o agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 3, e270441, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.270441pt>



BATISTA, A. M. Inovação Sustentável: uma crítica ao conceito de sustentabilidade. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 19, p. 105-115, 2016.

BERTOGLIO, R. *et al.* The Digital Agricultural Revolution: a bibliometric analysis literature review. **IEEE Access**, v. 9, p. 134762-134782, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3115258>

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Código Florestal. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030)**: visão estratégica para um novo ciclo. Brasília, DF: MAPA, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**: Plano ABC. Brasília, DF: MAPA, 2012.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation**: the new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.

CHESBROUGH, H. W.; CROWTHER, A. K. Beyond high tech: early adopters of open innovation in other industries. **R&D Management**, Oxford, v. 36, n. 3, p. 229-236, 2006.

CHIMENTO, M. R.; FERNANDES, L. R. R. M. V. Construindo o mosaico: o papel da Embrapa na governança das indicações geográficas de vinho do Rio Grande do Sul. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 3, p. 267-295, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2017v34.26380>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A Embrapa em números**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/embrapa-em-numeros>. Acesso em: 31 jan. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Balanco Social 2023**: 27ª edição. Brasília, DF: Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/balanco-social-2023>. Acesso em: 16 out. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **ILPF Conecta divulga vencedoras do desafio de soluções inovadoras para sistemas integrados de produção**. Portal Embrapa, Brasília, DF, 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/61197160/ilpf-conecta-divulga-vencedoras-do-desafio-de-solucoes-inovadoras-para-sistemas-integrados-de-producao>. Acesso em: 7 fev. 2025.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Inovação**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/inovacao>. Acesso em: 31 jan. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf>. Acesso em: 26 mar. 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Macroprocesso de inovação**. Brasília, DF: Embrapa, [202-?]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/macroprocesso-de-inovacao>. Acesso em: 7 fev. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plano Diretor da Embrapa: 2024–2030**. Brasília, DF: Embrapa, 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório de avaliação dos impactos de soluções tecnológicas geradas pela Embrapa**: técnicas de sistemas de produção integrados: Integração Lavoura e Pecuária em São Paulo. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2023. Disponível em: https://bs.sede.embrapa.br/2023/relatorios/conjunto_pecuariasudeste-meioambiente_ILPFemsp.pdf. Acesso em: 18 jan. 2025.

FERNANDES, F. E. P. *et al.* Redesenho de agroecossistemas como inovação social para a construção da sustentabilidade local. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Sistema de Produção, 10., 2014, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. São Cristóvão: Sociedade Brasileira de Sistema de Produção, 2014. 5 f.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The future of food and agriculture**: trends and challenges. Rome: FAO, 2017. ISBN 978-92-5-109551-5

GASPARINI, L. V. L. *et al.* **Sistemas integrados de produção agropecuária e inovação em gestão**: estudos de casos no Mato Grosso. Brasília, DF: IPEA, 2017. 48 p. (Texto para Discussão, n. 2296).

GIBBONS, M. *et al.* **The new production of knowledge**: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: SAGE, 1994.

MACIEL, R. *et al.* **Inovação, reforma agrária e agricultura familiar**: o caso da produção de palmito no Projeto de Desenvolvimento Sustentável Bonal. Rio Branco: Embrapa Acre, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156398/1/Inovacao-reforma-agraria.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2025.

NOWOTNY, H.; SCOTT, P.; GIBBONS, M. Introduction: 'Mode 2'revisited: The new production of knowledge. **Minerva**, Dordrecht, v. 41, n. 3, p. 179-194, 2003.



PACHECO, A. R. *et al.* **Uma década de inovação tecnológica em integração lavoura-pecuária-floresta na Fazenda Boa Vereda**. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2016. 7 p. (Comunicado Técnico, n. 392).

REDE ILPF. **Relatório anual de atividades 2023**: produzir e preservar é possível. Brasília, DF: Rede ILPF, 2024. Disponível em: <https://redeilpf.org.br/relatorio-anual-de-atividades-2023-2/>. Acesso em: 7 fev. 2025.

REDE ILPF. **Relatório de impacto 2023**: avaliação dos resultados econômicos, sociais e ambientais dos sistemas ILPF no Brasil. Brasília, DF: Rede ILPF, 2024. Disponível em: <https://redeilpf.org.br/relatorio-anual-de-atividades-2023-2/>. Acesso em: 7 fev. 2025.

SANTOS, A. B. **Inovação aberta e políticas públicas na União Europeia**: Open innovation and public policy in the E.U. Munich: University Library of Munich, 2012. (MPRA Paper, n. 63046). Disponível em: https://mpa.ub.uni-muenchen.de/63046/1/MPRA_paper_63046.pdf. Acesso em: 31 jan. 2025.

SILVA, E. L.; PINHEIRO, L. V. O Brasil e as pesquisas em inovação aberta: um estudo a partir dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Liinc em Revista**, v. 10, n. 2, p. 498-515, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18617/liinc.v10i2.727>.

VIANA, J. S. *et al.* Integração soja e pastagem: uma revisão de literatura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 71-75, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i5.3536>.

VIEIRA, F. C.; VALE, H. V.; MAY, M. R. Open innovation and business model: Embrapa forestry case study. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 19, n. 4, p. eRAMR180011, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-6971/eRAMR180011>.

VINHOLIS, M. M. B. *et al.* Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no estado de São Paulo: estudo multicase com adotantes pioneiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 60, n. 1, p. e234057, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.234057>.

VINHOLIS, M. M. B.; SOUZA FILHO, H. M.; CARRER, M. J. Preditores da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária em São Paulo e o papel dos intermediários da inovação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 61, n. 3, p. e252894, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.252894>.



Bloco



ECOSSISTEMAS, GOVERNANÇA E INOVAÇÃO SOCIAL

Figura 1 – Bloco III e seus respectivos capítulos

Cap. 7: Ecossistemas de Inovação (Chile vs. Brasil)

Identifica gargalos comuns em P&D e formação de capital humano que comprometem a eficiência inovadora em ambos os países sul-americanos.

Cap. 6: Indicadores ISO em Cidades Inteligentes

Alerta que certificações ISO e ODS não garantem a implementação de inovação social sem métricas de impacto efetivo na vida urbana.



Cap. 8: O Paradoxo da Eficiência Brasileira

Discute como a subida em rankings globais mascara desigualdades regionais e a deterioração do escore absoluto de inovação nacional.

Fonte: Os autores (2026).

6

*Priscilla Sousa Frigi Raimundi
Felipe Horst Hammel
Jade Cason Pecorari
Lucilene Oliveira Gomes
Mariana de Caria Silva dos Passos
Iraci de Souza João
Carlos Marcelo Gurjão de Godoy
Matheus Cardoso Moraes
Fábio Luís Falchi de Magalhães*

ALINHAMENTO ESTRATÉGICO PARA O IMPACTO:

**UTILIZANDO INDICADORES ODS E ISO
PARA ESTRUTURAR A INOVAÇÃO SOCIAL URBANA**

RESUMO:

A governança de cidades inteligentes, resilientes e sustentáveis enfrenta o desafio de traduzir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em políticas públicas eficazes. Apesar das normas ISO (Organização Internacional de Normalização) fornecerem indicadores essenciais para essa transição, persiste uma lacuna teórica e prática sobre como integrar tais *frameworks* (modelos de referência) para estruturar estrategicamente a inovação social urbana. Este artigo analisa como a articulação entre os ODS e os indicadores das normas ISO 37120 (serviços urbanos e qualidade de vida), 37122 (cidades inteligentes) e 37123 (cidades resilientes) aprimora a governança, posicionando essa integração como uma ferramenta gerencial dentro do ciclo de inovação de Tidd e Bessant. Conduziu-se uma pesquisa documental de abordagem qualitativa, mapeando 276 indicadores ISO e suas correlações com os 17 ODS. Identificaram-se 41 indicadores diretamente vinculados à inovação social, cujos dados foram analisados sob a ótica do referido ciclo de inovação. Os resultados demonstram que a integração atua de forma robusta nas fases iniciais do ciclo. Os indicadores operam como mecanismo de Busca por problemas estruturais, enquanto o mapeamento fundamenta a Seleção de projetos com alto potencial de impacto. Contudo, evidenciou-se uma desconexão crítica: o diagnóstico da certificação não garante a fase de Implementação. Essa articulação constitui uma ferramenta diagnóstica poderosa, porém insuficiente para assegurar a efetividade inovadora. Conclui-se que, sem um *framework* explícito para a Captura de valor social, as iniciativas tendem a gerar apenas "cidades instrumentadas". O estudo fornece um roteiro prático e propõe uma agenda de pesquisa voltada à criação de métricas de impacto.

Palavras-chave: Gestão da Inovação; Inovação Social; Governança Urbana; Cidades Inteligentes; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); Normas ISO.



ABSTRACT:

The governance of smart, resilient, and sustainable cities faces the challenge of translating the Sustainable Development Goals (SDGs) into effective public policies. Although ISO (International Organization for Standardization) standards provide essential indicators for this transition, a theoretical and practical gap persists regarding how to integrate such frameworks to strategically structure urban social innovation. This article analyzes how the articulation between the SDGs and the indicators of ISO standards 37120 (urban services and quality of life), 37122 (smart cities), and 37123 (resilient cities) enhances governance, positioning this integration as a managerial tool within Tidd and Bessant's innovation cycle. A qualitative documentary research was conducted, mapping 276 ISO indicators and their correlations with the 17 SDGs. Forty-one indicators directly linked to social innovation were identified, and their data were analyzed through the lens of the aforementioned innovation cycle. The results demonstrate that this integration acts robustly in the initial phases of the cycle. The indicators operate as a Search mechanism for structural problems, while the mapping underpins the Selection of projects with high impact potential. However, a critical disconnection became evident: the diagnosis provided by the certification does not ensure the Implementation phase. This articulation constitutes a powerful diagnostic tool, yet it is insufficient to guarantee innovation effectiveness. It is concluded that, without an explicit framework for social Value Capture, initiatives tend to generate merely "instrumented cities." The study provides a practical roadmap and proposes a research agenda focused on creating impact metrics.

Keywords: Innovation Management; Social Innovation; Urban Governance; Smart Cities; Sustainable Development Goals (SDGs); ISO Standards.



1. INTRODUÇÃO

Com a projeção de que 70% da população mundial viverá em áreas urbanas até 2050 (ONU, 2024), a governança municipal torna-se um fator crítico para o desenvolvimento sustentável. Neste cenário, a inovação social, definida como o processo colaborativo de desenvolvimento de novas soluções para necessidades sociais (Monteiro, 2019; João, 2014), surge como um conceito estratégico. Sua evolução transcende as origens históricas em cooperativas e sindicatos, passando pela Inovação Social Corporativa (CSI), que busca valor compartilhado (Candi, Melia e Colurcio, 2019; Dionísio e Vargas, 2020), até abordagens sistêmicas que exigem a cocriação entre governo, sociedade civil e comunidade (Sorensen e Torfing, 2013; El-Haddadeh *et al.*, 2014) para enfrentar desafios complexos como as mudanças climáticas e as desigualdades.

A justificativa para este estudo reside em uma tripla lacuna na interseção entre teoria e prática: 1) teórica, pela desconexão entre os *frameworks* de gestão de cidades (normas ISO) e a literatura de inovação social; 2) prática, pela carência de ferramentas que ajudem gestores a traduzir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em ações mensuráveis, especialmente em contextos de escassez de recursos (Cajaiba-Santana, 2014); e 3) social, pelo risco de iniciativas de “cidades inteligentes” focarem excessivamente em tecnologia, sem garantir que o impacto se traduza em qualidade de vida (Zeng *et al.*, 2023). Nesse contexto, estudos reforçam que a inovação social sustentável é essencial para promover transformações sistêmicas e fortalecer a resiliência urbana, sobretudo quando articulada à governança participativa e ao uso de tecnologias digitais (Jareh, 2025).

Além disso, a integração entre normas internacionais e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável tem se mostrado um campo promissor para superar a fragmentação entre diagnóstico técnico e impacto social. Pesquisas destacam que os indicadores da



ISO 37123 oferecem uma estrutura robusta para avaliar a resiliência urbana e alinhar políticas públicas com as metas dos ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), promovendo cidades mais adaptáveis e inclusivas (Lima, Chiroli e Zola, 2025).

Buscando transpor essas lacunas, o artigo é norteado pela seguinte questão de pesquisa: De que forma o alinhamento entre os indicadores das normas ISO e os ODS pode estruturar a governança urbana para as fases de Busca e Seleção de inovações sociais que gerem maior impacto? Essa integração é particularmente relevante, considerando a sistematização de métodos para mensurar o impacto da ciência, tecnologia e inovação sobre o cumprimento dos ODS, que apontam para a necessidade de indicadores específicos que traduzam o valor social e tecnológico das políticas públicas (Pysarenko *et al.*, 2024).

O objetivo, portanto, é analisar essa integração com foco em suas implicações no contexto brasileiro, compreendendo Cidades Inteligentes como aquelas que usam tecnologias para aprimorar serviços (ABNT, 2021; Costales, 2022), Cidades Resilientes pela capacidade de adaptação a adversidades (ABNT, 2021) e Cidades Sustentáveis pelo equilíbrio entre crescimento, inclusão e preservação (ONU, 2024).

A combinação desses três conceitos, inovação social, indicadores padronizados e ODS, visa estabelecer um novo paradigma para a gestão urbana, alinhado à Agenda 2030 (ONU, 2024) e às abordagens de governança colaborativa (Calzada, 2020; Monteiro, 2019). Nesse mesmo eixo, a integração entre ODS e normas ISO também vem sendo explorada em contextos educacionais e de empreendedorismo social, onde a adoção desses *frameworks* em programas de economia circular tem potencial para fortalecer a formação de gestores e políticas mais alinhadas à sustentabilidade e à inovação social (Yeung, Wong e Wai, 2024).



2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura está organizada em três eixos argumentativos para construir o alicerce teórico do estudo. Primeiro, delimita-se o conceito de Inovação Social (IS), adotando uma definição operacional para guiar a análise. Segundo, contextualiza-se o papel dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e dos princípios de ESG - *Environmental, Social and Governance* (Ambiental, Social e Governança) na gestão pública, destacando os desafios de sua Implementação. Por fim, apresentam-se as normas ISO para cidades como um *framework* de governança, argumentando que a interseção desses três domínios constitui a lacuna que esta pesquisa visa explorar.

2.1. INOVAÇÃO SOCIAL: DA COLABORAÇÃO COMUNITÁRIA À GOVERNANÇA

A inovação social é reconhecida como um processo focado no desenvolvimento e Implementação de soluções para problemas sociais complexos, capaz de reconfigurar relações e estruturas institucionais (Cajaiba-Santana, 2014). Para os objetivos deste artigo, adota-se uma definição operacional alinhada à governança urbana, baseada em Monteiro (2019) e João (2014): a Inovação Social é um processo colaborativo de desenvolvimento e Implementação de novas soluções (produtos, serviços ou modelos) que atendem a necessidades sociais de forma mais eficaz que as alternativas existentes, ao mesmo tempo em que criam novas relações e capacidades sociais. Essa delimitação é crucial, pois vincula diretamente a fase de Seleção de novas propostas à fase de Implementação de novos modelos de governança.

Essa abordagem, que une a entrega de soluções com o fortalecimento de capacidades comunitárias, transcendeu a esfera



pública e o terceiro setor, influenciando também o ambiente de negócios. Nesse contexto, consolidou-se o conceito de Inovação Social Corporativa (CSI - *Corporate Social Innovation*), que descreve iniciativas de geração de valor para aos acionistas e, em igual medida, para a sociedade. A integração de desafios sociais ao núcleo do modelo de negócio é uma estratégia que, segundo Dionísio e Vargas (2020), busca obter vantagem competitiva ao transformar os processos de inovação, aumentar o engajamento dos colaboradores e redefinir o propósito e o direcionamento da empresa.

A literatura destaca a colaboração como eixo fundamental. Enquanto Moulaert *et al.* (2005) enfatizam as redes locais como motores para a Busca de soluções, a abordagem de Sorensen e Torfing (2013) amplia o escopo, argumentando que a eficácia da inovação colaborativa depende da sua integração formal com a governança pública, um ponto central para este estudo. Nesse sentido, pesquisas convergem para a necessidade de integrar sustentabilidade e transformação digital. A interseção entre inovação social e tecnologia tem sido cada vez mais proeminente, e, nessa condição, Dionísio *et al.* (2024) ressaltam o papel da sustentabilidade. A interseção entre inovação social e tecnologia tem sido cada vez mais proeminente, de modo que Dionísio *et al.* (2024) ressaltam o papel da sustentabilidade como elemento central dessa dinâmica. Os autores argumentam que ela é um dos principais impulsionadores da transformação digital e, portanto, deve ser um elemento central na formulação de estratégias de inovação social. Esse conceito está na base da Inovação Social Digital (ISD), que se refere à colaboração entre inovadores, usuários e comunidades utilizando tecnologias digitais para cocriarem conhecimento e desenvolverem soluções para os desafios sociais (Bria *et al.*, 2015). Apesar do potencial transformador da ISD, seu uso estratégico não é garantido apenas pela disponibilidade da tecnologia (Schwab, 2016; Prada, Corso-Sicilia e Jiménez-Barbosa, 2022), o que direciona a análise para os modelos de governança que a orientam (Nascimento e Gómez, 2023).



2.2. OS ODS NA GESTÃO PÚBLICA: DO GLOBAL AO DESAFIO LOCAL

Em 2015, a ONU (Organização das Nações Unidas) instituiu os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) como um apelo global para uma agenda de desenvolvimento sustentável (ONU-BRASIL, 2024). Para o setor público, os ODS e os princípios ESG, que ganham tração na academia (Belizário e Ávila, 2024), devem servir como diretriz para a formulação de políticas (Mazzioni e Trindade, 2023). Um exemplo prático dessa tendência são os relatórios de sustentabilidade, que, como ressaltam Effah *et al.* (2023), funcionam como ferramentas estratégicas para promover responsabilidade corporativa e alinhar as práticas empresariais aos padrões globais de desenvolvimento sustentável. Contudo, a tradução da Agenda 2030 para o nível municipal enfrenta barreiras significativas. Nardone (2023) aponta desafios como a falta de capacidade técnica local, a descontinuidade administrativa e a dificuldade de alinhar metas globais aos ciclos orçamentários municipais. É precisamente nesta lacuna de operacionalização que os indicadores padronizados das normas ISO podem atuar como uma ponte, transformando os objetivos de alto nível dos ODS em métricas de desempenho gerenciáveis para as cidades.

2.3. INDICADORES ISO, GOVERNANÇA E A LACUNA NA LITERATURA

A construção de cidades inteligentes, resilientes e sustentáveis exige a adoção de indicadores que permitam avaliar o desempenho e orientar decisões (ABNT, 2017; ABNT, 2020). Nesse sentido, a aplicação de padrões como a ISO 37123 pode fortalecer a capacidade adaptativa das cidades e ampliar a transparência da gestão, ao estabelecer métricas comparáveis de resiliência e infraestrutura (Lima, Chiroli e Zola, 2025).



Modelos como o de Costales (2022), que integra a Inovação Social (IS) às cidades inteligentes, e o de Calzada (2020), que propõe uma governança colaborativa via modelo penta-hélice, reforçam a necessidade de abordagens centradas no ser humano. Nessa linha, novas metodologias buscam mensurar o impacto da ciência e tecnologia no alcance dos ODS por meio de indicadores mais dinâmicos (Pysarenko *et al.*, 2024), enquanto outras, como a de Giangreco *et al.* (2014), focam em otimizar a participação de *stakeholders* (partes interessadas). Pesquisas ressaltam que a inovação social sustentável, aliada à governança participativa, é fundamental para converter essas métricas em transformações efetivas no território (Jareh, 2025).

Contudo, apesar dos avanços, a literatura ainda revela uma fragmentação. Zeng *et al.* (2023) mostram que políticas de inovação podem fortalecer a colaboração, mas a eficiência na transformação dos resultados em valor concreto ainda é limitada. Em contraste, experiências internacionais demonstram que a aplicação integrada de indicadores baseados nos ODS pode superar essa lacuna. Um exemplo notável vem de cidades chinesas que, ao adotarem metodologias focadas no ODS 11, avançaram mais de 50% em seus índices de sustentabilidade (Xu *et al.*, 2025). Além disso, a integração entre as normas ISO e os ODS já vem sendo explorada em contextos educacionais e de economia circular, disseminando práticas de governança sustentável em múltiplas escalas (Yeung, Wong e Wai, 2024).

3. METODOLOGIA

O presente estudo utiliza uma abordagem qualitativa, de natureza descritiva e caráter documental. Essa escolha metodológica é justificada pela necessidade de explorar e descrever as conexões conceituais entre três *frameworks* distintos, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), as normas ISO para cidades



e a Inovação Social. A abordagem qualitativa é particularmente adequada para este propósito, pois busca aprofundar a compreensão das relações entre os fenômenos, focando na interpretação e na geração de percepções que dados numéricos isolados não capturariam (Godoy, 1995).

O modelo de análise que fundamenta esta pesquisa, baseado na intersecção desses três pilares conceituais, é apresentado de forma sintética na Figura 1.

Figura 1 - Correlação entre ODS, e Normas ISO e Inovação Social



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A coleta de dados secundários foi realizada em duas etapas, com um recorte temporal de documentos publicados entre 2015, ano de lançamento dos ODS, e o início de 2025. A primeira etapa consistiu em uma revisão da literatura científica nas bases Scopus

e Web of Science, além de buscas em portais como Google Scholar e Portal de Periódicos da CAPES, usando termos como “inovação social”, “cidades inteligentes”, “ISO 37120” e “governança urbana”. A segunda etapa focou no levantamento dos indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, diretamente das publicações da ABNT e dos relatórios e bases de dados do World Council on City Data (WCCD).

Os dados foram tratados por meio de análise de conteúdo categorial (Valle e Ferreira, 2025). O processo de análise para relacionar os *frameworks* foi estruturado em três fases: 1) Mapeamento: foram identificados os 276 indicadores das três normas ISO que possuíam correlação com os 17 ODS, com base nos mapeamentos oficiais disponibilizados pela ABNT e pela ONU; 2) Filtragem: a partir dessa lista, os indicadores foram analisados individualmente; 3) Classificação: um indicador foi classificado como “diretamente ligado à inovação social” se seu descritor atendesse a, pelo menos, um dos seguintes critérios: promover participação cidadã, garantir acesso universal a serviços essenciais, reduzir desigualdades socioeconômicas, ou fomentar o desenvolvimento comunitário. Esse processo resultou na seleção final de 41 indicadores.

A confiabilidade da classificação foi assegurada pela categorização independente dos 41 indicadores, realizada por dois pesquisadores, com divergências resolvidas mediante consenso para garantir o rigor interpretativo. Sob essa ótica, o método qualitativo permite estabelecer relações entre os objetivos e os resultados que transcendem a contextualização puramente numérica, caracterizando esta pesquisa como descritiva. Nesse sentido, Fernandes e Gomes (2009) reforçam que as interpretações fenomênicas ocorrem de forma indutiva, razão pela qual tal metodologia é frequentemente aplicada em estudos de natureza social e cultural voltados à análise de fatos complexos e específicos.



4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Fundamentada na concepção de inovação social de Assogba (2007), esta seção analisa a correlação estratégica entre os 17 ODS da ONU e os indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123 voltados ao impacto na gestão urbana.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DOS INDICADORES E O CENÁRIO DAS CERTIFICAÇÕES: FOCO EM NECESSIDADES BÁSICAS E CONCENTRAÇÃO GEOGRÁFICA

Partindo da premissa de Sano (2020) de que para discutir inovação social é necessário a aplicação de diferentes metodologias e que ambientes ricos em pessoas, cuja bagagem compreende um vasto repertório de *frameworks* e experiências, tendem a ser mais interessantes para obtenção de resultados desejáveis. Este estudo analisou que dos 276 indicadores das ISOs conectados com os ODS, 41 são especificamente relacionados à inovação social. A distribuição desses indicadores, correlacionando-os com os ODS, pode ser observada no Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores ISO 37120, 37122 e 37123 correlacionados com os ODS (ABNT; ONU, 2024)

OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	INDICADORES 37120, 37122, 37123
Objetivo 1: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares	13.1; 13.2; 13.4; 5.6; 11.3; 12.6; 13.3; 13.5
ODS 2: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável	20.2; 20.3; 20.4
ODS 3: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades	11.1; 11.2; 11.3; 11.4; 11.5; 11.6; 19.5



OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	INDICADORES 37.120, 37.122, 37.123
ODS 4: Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos	6.1; 6.2; 6.3; 6=; 4; 6.5; 6.6; 13.4
ODS 5: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas	10.1; 15.10
ODS 6: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos	22.1; 22.3; 23.1; 23.2
ODS 7: Garantir o acesso à energia a preços razoáveis, e de maneira confiável, sustentável e moderna para todos	Não há indicadores conectados à Inovação Social
ODS 8: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos	5.1; 5.3; 5.4; 6.1; 13.4; 5.6
ODS 9: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação	7.3; 18.1; 18.2; 13.4; 18.1
ODS 10: Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles	6.1; 6.2; 6.3; 6.5; 6.6; 10.1; 12.1; 13.1; 13.2; 13.3; 13.4
ODS 11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	12.1; 12.2; 12.3; 21.2; 21.4; 13.1; 13.2; 9.6; 12.6; 13.3
ODS 12: Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis	20.4
ODS 13: Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos	Não há indicadores conectados à Inovação Social
ODS 14: Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável	Não há indicadores conectados à Inovação Social
ODS 15: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade	Não há indicadores conectados à Inovação Social
ODS 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis	15.10
ODS 17: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável	Não há indicadores conectados à Inovação Social

Fonte: Adaptado pelos Autores (2025).



A análise do Quadro 1 revela uma concentração significativa de indicadores em áreas de vulnerabilidade social. Conforme consta no Objetivo 1: “Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares” (ONU, 2016), verificou-se que este foi o Objetivo que possui maior número de indicadores das três normas correlacionados (11 no total). Já no Objetivo 10: “Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles” (ONU, 2016), também foram identificados 12 indicadores correlacionados, com foco nas normas ISO 37120 e 37122. O fato de os ODS 1 (Erradicação da Pobreza) e 10 (Redução das Desigualdades) concentrarem o maior volume de indicadores correlacionados, como defendido por Monteiro (2019), sugere que, na prática, as normas ISO funcionam como um *framework* de Busca por soluções para problemas sociais estruturais, e não apenas como um guia para otimização tecnológica. Essa priorização indica que a jornada para se tornar uma cidade “inteligente” ou “sustentável” começa, fundamentalmente, pelo enfrentamento de suas carências mais básicas.

4.2. O PARADOXO DOS INDICADORES AMBIENTAIS

A análise revela uma contradição central na estrutura dos indicadores. Apesar de os ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), 14 (Vida na Água), 15 (Vida Terrestre) e 17 (Parcerias e Meios de Implementação) possuírem indicadores de ISO especificamente direcionados para eles, nenhum está relacionado à inovação social. Isso revela uma aparente desconexão no *framework*, onde desafios ambientais, que afetam diretamente a vida das pessoas, ainda não são explicitamente tratados sob a ótica da inovação social nas normativas. A ausência é notável, especialmente quando comparada aos ODS 1 (Erradicação da Pobreza), 3 (Saúde e Bem-Estar), 4 (Educação de Qualidade), 10 (Redução das Desigualdades) e 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), que, por tratarem diretamente da solução de problemas sociais complexos, engajamento comunitário e uso de recursos escassos, possuem forte correlação com a inovação social (Monteiro, 2019).



Considerando os dados disponíveis pelas certificadoras nacionais e internacionais, ao todo no mundo 96 municípios são certificados em pelo menos uma das três normas, tendo em sua maioria as certificações na norma ISO 37120. A normatização e certificação no Brasil é conduzida pela ABNT, enquanto internacionalmente o processo é realizado pelo World Council on City Data (WCCD).

O panorama global dessas 96 certificações é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Quantidade de Municípios Certificados nas Normas ISO 37120, 37122 e 37123 no Mundo (ABNT; WCCD, 2024)



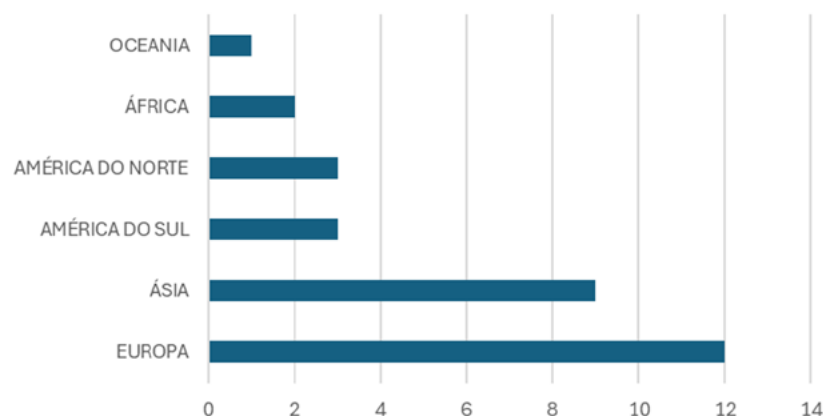
Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A análise visual da Figura 2 evidencia uma notável concentração geográfica das certificações. Os pontos que representam os municípios certificados não estão distribuídos de forma homogênea pelo globo, aglomerando-se de maneira expressiva em regiões específicas.

Para detalhar essa concentração, a Figura 3 quantifica a distribuição das certificações por continente.



Figura 3 - Quantidade de Países com Municípios Certificados nas Normas ISO 37120, 37122, 37123 por Continente (ABNT; WCCD, 2024)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A análise da Figura 3 confirma a forte concentração geográfica, revelando que a esmagadora maioria das certificações está na América do Norte e na Europa. A América do Norte se destaca, impulsionada pelo Canadá, que, por sediar o WCCD, concentra 31 cidades certificadas. Este cenário sugere um paradoxo: as normas, embora criadas para fomentar o desenvolvimento sustentável global, são predominantemente adotadas por países com ecossistemas de inovação já maduros, e não por aqueles onde as diretrizes poderiam, teoricamente, gerar um impacto transformador mais significativo.

Para classificar o progresso dos municípios, tanto a ABNT (no Brasil) quanto o WCCD (internacionalmente) utilizam sistemas de níveis de maturidade que medem o grau de conformidade com as normas.

A metodologia nacional, conduzida pela ABNT, é detalhada no Quadro 2.



Quadro 2 - Níveis de Certificação ISO aplicados pela ABNT (ABNT, 2024)

NÍVEL	INDICADORES ISO 37.120	INDICADORES ISO 37.122	INDICADORES ISO 37.123
BRONZE	45 essenciais + 0 a 14 de apoio	40 a 49	34 a 39
PRATA	45 essenciais + 15 a 29 de apoio	50 a 59	40 a 49
OURO	45 essenciais + 30 a 44 de apoio	60 a 69	50 a 59
PLATINA	45 essenciais + 45 a 59 de apoio	70 a 80	60 a 68

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A análise do Quadro 2 mostra que a ABNT estabelece quatro níveis (bronze, prata, ouro e platina). Como premissa, as cidades só podem ser certificadas nas normas de cidade inteligente (ISO 37.122) e resiliente (ISO 37.123) se já possuírem o certificado na norma de desenvolvimento sustentável (ISO 37.120). A progressão nos níveis de maturidade está diretamente ligada à quantidade de indicadores de apoio (para a ISO 37.120) e ao total de indicadores atendidos (para as ISO 37.122 e 37.123).

De forma semelhante, o Quadro 3 descreve o sistema de classificação internacional do WCCD, que foca especificamente na norma ISO 37.120.

Quadro 3 - Níveis de Certificação ISO aplicados pela WCCD (WCCD, 2024)

NÍVEL	INDICADORES ISO 37.120
ADOTANTE PRECOCE	1 a 29 essenciais
ASPIRANTE	30 a 45 essenciais
BRONZE	46 essenciais + 0 a 13 de apoio
PRATA	46 essenciais + 14 a 29 de apoio
OURO	46 essenciais + 30 a 44 de apoio
PLATINA	46 essenciais + 45 a 59 de apoio

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).



A análise do Quadro 3 revela que o WCCD adota um sistema de cinco níveis (de Aspirante à Platina) e adiciona um status de “Adotante Precoce” para cidades em estágio inicial, que ainda não cumprem os requisitos mínimos para uma certificação formal. Isso permite reconhecer o esforço inicial dos municípios, incentivando a jornada de adequação.

No contexto brasileiro, a aplicação desses níveis de maturidade revela um cenário diverso. Das sete cidades certificadas, destacam-se o município de São José dos Campos (SP), primeira cidade do país a ser certificada nas três normas e com o ranqueamento máximo (platina em todas), e o município de São Paulo (SP), maior capital do mundo em população a obter as certificações (platina, ouro e platina). Outras cidades como Pindamonhangaba (SP), Jundiaí (SP), Lagoa Dourada (MG), Salvador (BA) e Recife (PE) completam a lista, cada uma em diferentes estágios. A distinção entre os níveis de maturidade, como São José dos Campos (platina) e Jundiaí (bronze), oferece um campo fértil para futuros estudos sobre como diferentes estágios de adequação normativa se correlacionam com o volume e o tipo de inovações sociais efetivamente implementadas.

4.3. O HIATO ENTRE A CERTIFICAÇÃO TECNOCRÁTICA E O VALOR SOCIAL PERCEBIDO

Apesar de consideradas como cidades inteligentes, resilientes e sustentáveis, em nível de indicadores de desempenho, os autores, ao se debruçarem sobre o viés social que pode ser amparado pela temática de *smart cities*, encontraram uma complexidade interessante: as iniciativas de cidades inteligentes frequentemente enfrentam críticas devido à sua ineficiência em atender às necessidades reais de inovação social. O cerne desse paradoxo reside na própria natureza das ferramentas de avaliação. As normas ISO e ABNT fornecem diretrizes para orientar, medir e padronizar a



Implementação de cidades inteligentes, resilientes e sustentáveis, mas não são as responsáveis pela garantia da Implementação de ações que reflitam o potencial de cidade inteligente em práticas capazes de serem percebidas pela população.

Em outras palavras, a certificação atesta a conformidade com um conjunto de métricas técnicas, mas não assegura, por si só, a geração de valor social. Cria-se um hiato entre a “cidade inteligente” do papel, aquela que cumpre os indicadores, e a cidade vivenciada por seus cidadãos. O papel das normas, conforme explicitado, limita-se a oferecer um arcabouço confiável e padronizado que apoie a gestão pública. A responsabilidade de traduzir esses dados em políticas públicas eficazes e em ações transformadoras é, inequivocamente, uma prerrogativa do gestor público. É nessa transição da métrica para a ação que reside o ponto crítico. Sem uma governança focada em resultados sociais, a busca pela certificação pode se tornar um fim em si mesma, um exercício de preenchimento de requisitos que não resulta, necessariamente, em inovação. Isso levanta uma questão fundamental: ao buscarem atender às diretrizes, as cidades aumentam as chances de inovar ou acabam ficando tão engessadas que não conseguem “pensar fora da caixa”? A resposta parece ser ambivalente: as normas podem tanto engessar a gestão, se vistas como um checklist burocrático, quanto catalisar a inovação, se utilizadas como uma ferramenta de diagnóstico para identificar problemas complexos que demandam soluções criativas e centradas nas pessoas.

Essa concentração de indicadores em serviços básicos (4.1) revela um foco em resolver déficits fundamentais. Isto nos leva a questionar, portanto, o modelo de governança por trás da Implementação dessas “cidades inteligentes”: ele é projetado para a eficiência tecnológica ou para o impacto social?

Considerando o contexto apresentado, podemos fazer uma reflexão sobre o modelo tecnocrático predominante, que tende a



priorizar a Implementação de tecnologias avançadas. Costales (2022), adverte sobre o excesso de foco em abordagens organizacionais e negligência às camadas individuais e sistêmicas da sociedade. Um modelo desconectado das necessidades sociais e que não se desdobra em ações práticas pode reforçar desigualdades, enquanto um modelo focado em governança voltada à inovação social poderia criar novos caminhos de acesso a recursos para grupos marginalizados.

Neste sentido, há que se destacar que é uma prerrogativa do gestor público, na atribuição de suas funções, realizar as análises de desempenho e a elaboração das políticas públicas a partir dos dados apresentados pelos indicadores. Contudo, essa conversão de dados em ação é frequentemente bloqueada por barreiras institucionais, como a descontinuidade administrativa e a rigidez orçamentária, fatores amplamente documentados na literatura sobre gestão pública no Brasil. Para que as cidades inteligentes certificadas transformem esse processo em valor percebido pelos munícipes, é necessário que ocorra um desdobramento estratégico liderado pelos gestores públicos, visando a melhoria da qualidade de vida e o aumento da inclusão social. Somente assim a correta aplicação das normas ISO pode se converter em um modelo estratégico de desenvolvimento social, superando a armadilha do “engessamento” tecnocrático.

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos indicadores revela um aparente paradoxo: embora inseridas no discurso de “cidades inteligentes”, as normas ISO direcionam a fase de Busca da inovação para problemas estruturais, como saneamento, moradia e segurança, especialmente nos ODS 1 (Erradicação da Pobreza), 10 (Redução das Desigualdades) e 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis). Este achado dialoga diretamente com a visão de Kon (2018), para quem a modernização de serviços melhora a qualidade de vida. O presente estudo avança



ao sugerir que, em contextos de alta desigualdade, a “modernização” impulsionada por padrões globais não começa pela tecnologia de ponta, mas pela garantia de serviços essenciais, alinhando a agenda da inovação à da dignidade.

Este foco em necessidades básicas fornece uma base empírica para a crítica ao modelo tecnocrático de cidade inteligente. Os resultados reforçam a advertência de Costales (2022) sobre o risco de uma abordagem que negligencia as camadas sistêmicas da sociedade, pois demonstram que os próprios instrumentos de padronização, quando analisados sob a ótica social, apontam para a urgência de mitigar desigualdades. A baixa eficiência na transformação de resultados da colaboração entre indústria, universidade e pesquisa, apontada por Zeng *et al.* (2023), pode ser parcialmente explicada por essa desconexão: talvez a colaboração foque em inovações tecnológicas enquanto a demanda latente, evidenciada pelos indicadores, seja de inovação social de base.

A superação desse impasse exige uma reconfiguração da governança. A presente análise sugere que a aplicação das normas ISO, por si só, seja um exercício de diagnóstico que não garanta a Implementação de soluções. Para que os dados se convertam em ação, é preciso adotar modelos mais abertos, como a abordagem penta-hélice proposta por Calzada (2020), que integra formalmente a sociedade civil e ativistas sociais no processo decisório. Essa visão amplia a governança para além dos atores tradicionais e cria um mecanismo para que as demandas sociais identificadas pelos indicadores sejam, de fato, priorizadas.

Assim, a contribuição das normas ISO como ferramenta de Busca é potencializada quando combinada com as plataformas colaborativas e de dados abertos defendidas por Bria, *et al.* (2015). Os indicadores fornecem o “o quê” (as áreas críticas), enquanto as tecnologias cívicas fornecem o “como” (o meio para a participação cidadã). O trabalho de Giangreco *et al.* (2014), ao otimizar redes de



valor em serviços sociais por meio da análise de *stakeholders*, ilustra na prática como essa integração pode funcionar, transformando um diagnóstico baseado em indicadores em um serviço social mais eficiente e com maior impacto percebido pela comunidade.

4.5. IMPLICAÇÕES PRÁTICAS: DA GOVERNANÇA DE DADOS À CAPTURA DE VALOR SOCIAL

Considerando o contexto apresentado, podemos fazer uma reflexão sobre o modelo tecnocrático predominante, que tende a priorizar a Implementação de tecnologias avançadas. Costales (2022), adverte sobre o excesso de foco em abordagens organizacionais e negligência às camadas individuais e sistêmicas da sociedade. Sob essa perspectiva, a estratégia delineada por Calzada (2020) destaca a abordagem quádrupla-hélice como uma alternativa para democratizar as cidades inteligentes, incluindo ativistas e empreendedores sociais como agentes essenciais de transformação. Entretanto, nossos achados sobre a prevalência de indicadores focados em necessidades básicas (4.1) sugerem que, em contextos de alta desigualdade como o brasileiro, um modelo inicial mais focado no tripé governo-empresa-comunidade pode ser um precursor necessário antes da Implementação de uma governança quádrupla-hélice completa.

Para que as cidades inteligentes certificadas transformem esse processo em valor percebido pelos munícipes, é necessário que ocorra um desdobramento estratégico que vá além da Implementação de tecnologias e avance para a fase de Captura do ciclo de inovação. Para operacionalizar essa Captura de valor, os municípios poderiam desenvolver “Painéis de Impacto Cidadão”, plataformas que traduzam indicadores técnicos (ex: “percentual de vias pavimentadas”) em benefícios diretos e compreensíveis (ex: “redução no tempo de deslocamento e menor custo de manutenção de veículos”), alinhando à métrica da norma ao valor percebido pela população.



A conversão de dados em ação, contudo, é frequentemente bloqueada por barreiras institucionais, como a descontinuidade administrativa e a rigidez orçamentária. Para superar esses entraves, a gestão por indicadores deve ser integrada aos instrumentos formais de planejamento. Propõe-se, concretamente, que o Plano Plurianual (PPA) (Cavalcante, 2007) inclua programas específicos para cada área das normas (ex: "Programa Resiliência Hídrica"), com metas de desempenho diretamente vinculadas aos indicadores ISO, e que a Lei Orçamentária Anual (LOA) (Vainer *et al.*, 2001) aloque recursos para os projetos que, comprovadamente, contribuam para o atingimento dessas metas.

Na perspectiva de se buscar modelos que possam trazer a realidade das cidades inteligentes ao contexto da inovação social com ações práticas, a metodologia proposta por Giangreco *et al.* (2014) no caso do projeto "Solidariedade em Rede" ilustra como a integração de redes de valor pode otimizar serviços sociais em cidades inteligentes, por meio de ferramentas como sistemas de gerenciamento de ideias e gamificação, sendo possível envolver cidadãos na criação de soluções sustentáveis e reforçando como a participação ativa é crucial para o sucesso de tais iniciativas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo analisar como a integração entre os ODS e os indicadores das normas ISO pode aprimorar a governança urbana. Em resposta à questão de pesquisa, que busca entender como a articulação entre esses *frameworks* pode servir como ferramenta para selecionar e priorizar inovações, conclui-se que essa abordagem estrutura a governança ao oferecer um mecanismo robusto para as fases iniciais do ciclo de inovação. Os indicadores atuam como ferramenta de Busca por problemas e oportunidades,



enquanto o mapeamento dos 41 indicadores ligados à inovação social funciona como critério de Seleção de projetos com maior potencial de impacto. A principal conclusão, no entanto, é que a certificação, por si só, constitui um exercício de diagnóstico que não garante a Implementação de inovações. O fato de 96 cidades serem certificadas globalmente, mas a discussão sobre o impacto real ainda ser incipiente, reforça que a certificação é o ponto de partida, não a linha de chegada. No Brasil, sete municípios se destacam nesse contexto, sendo São José dos Campos (SP) o primeiro a obter certificação nas três normas.

As contribuições deste trabalho são de natureza teórica e prática. A contribuição teórica reside em demonstrar empiricamente os limites dos modelos de governança puramente tecnocráticos de cidades inteligentes, evidenciando que, sem um *framework* explícito de Captura de valor social, tais iniciativas correm o risco de se tornarem apenas cidades instrumentadas. Como contribuição prática, o estudo oferece um mapeamento (explicitado na análise de resultados) que serve como um roteiro para que gestores identifiquem rapidamente os indicadores de maior impacto social, notadamente nos ODS 1, 10 e 11, otimizando a alocação de recursos e a priorização de políticas públicas.

A escolha por uma pesquisa documental e descritiva, conforme detalhado na metodologia, permitiu um mapeamento abrangente das correlações. Por consequência, essa abordagem impôs como limitação a impossibilidade de aprofundar o “como” e o “porquê” da Implementação em contextos específicos, o que exigiria estudos de caso aprofundados. A ausência de dados abertos e padronizados entre os municípios também restringiu a análise comparativa, reforçando a validade da escolha metodológica, que se concentrou na análise dos *frameworks* em si.

Por fim, com base nos achados, sugere-se uma agenda de pesquisas futuras que avance para além da descrição. Em primeiro lugar, propõem-se estudos de caso comparativos entre municípios com diferentes níveis de certificação (ex: platina vs. bronze) para



analisar como a maturidade normativa se correlaciona com o volume e o tipo de inovações sociais Implementadas. De forma mais ambiciosa, recomenda-se o desenvolvimento de um “Índice de Inovação Social Percebida” (IISP). Tal índice, a ser aplicado em cidades certificadas por meio de pesquisas de percepção, permitiria relacionar os indicadores técnicos das normas ISO com o impacto efetivamente sentido pela população, criando um modelo para mensurar a fase de Captura de valor social e qualificando o debate sobre a efetividade das cidades inteligentes, resilientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37120:** Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37122:** Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para cidades inteligentes. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37123:** Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para cidades resilientes. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Smart Cities - Indicadores para Cidades Inteligentes, Resilientes e Sustentáveis 2024.** Disponível em: <https://abnt.org.br/certificacao/smartcities>. Acesso em 26 jan. 2025.
- ASSOGBA, A. Y. **Innovation Sociale et Communauté une Electure à partir des Sociologues Classiques.** Alliance de recherche université-communauté/Innovation sociale et développement des communautés (ARUC-ISDC). Série: Recherches, Numéro 5. ISBN: 978-2-89251-314-1, 2007.



BELIZÁRIO, A. P.; ÁVILA, L. V. Mensurando a sustentabilidade: uma revisão sistemática da literatura recente dos indicadores ESG na gestão de empresas, cidades e universidades. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 8, e-4036-e4036, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v15i8.4036>

BRIA, F. *et al.* **Growing a Digital Social Innovation Ecosystem for Europe**: DSI Final Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.2759/448169>.

CAJAIBA-SANTANA, G. Social innovation: Moving the field forward. A conceptual framework. **Technological forecasting and social change**, v. 82, p. 42-51, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.008>

CALZADA, I. Democratising smart cities? Penta-helix multistakeholder social innovation framework. **Smart Cities**, v. 3, n. 4, p. 1145-1173, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/smartcities3040057>

CANDI, M.; MELIA, M.; COLURCIO, M. Two Birds with One Stone: The Quest for Addressing Both Business Goals and Social Needs with Innovation. **Journal of Business Ethics**, v. 160, n. 4, p. 1019-1033, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10551-018-3853-y>

CAVALCANTE, P. L. O Plano Plurianual: resultados da mais recente reforma do Planejamento e Orçamento no Brasil. **Revista do Serviço Público**, v. 58, n. 2, p. 129-150, 2007.

COSTALES, E. Identifying sources of innovation: Building a conceptual framework of the Smart City through a social innovation perspective. **Cities**, v. 120, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103459>

DIONÍSIO, M. *et al.* The role of digital social innovations to address SDGs: A systematic review. **Environment, Development and Sustainability**, v. 26, p. 5709-5734, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03038-x>.

DIONÍSIO, M.; VARGAS, E. R. Corporate social innovation: A systematic literature review. **International Business Review**, v. 29, n. 2, p. 101641, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.101641>

EFFAH, N. A. A. *et al.* Contributions toward sustainable development: a bibliometric analysis of sustainability reporting research. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, p. 104-126, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24010-8>



EL-HADDADEH, R. *et al.* Toward a Coherent Methodological Framework for Examining Social Innovation in the Public Sector. **Information Systems Management**, v. 31, n. 3, p. 250–258, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10580530.2014.923269>

FERNANDES, L. A.; GOMES, J. M. M. Relatórios de Pesquisa nas Ciências Sociais: Características e Modalidades de Investigação. **ConTexto - Contabilidade em Texto**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, 2009.

GIANGRECO, E. *et al.* Modeling tools of service value networks to support social innovation in a Smart City. In: **Innovation and the Public Sector**. Anais [...] IOS Press, 2014. DOI:10.3233/978-1-61499-429-9-206.

GODOY, A. S. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

JAREH, A. Sustainable social innovation as a solution for systemic change and resilience. **Sustainability**, Basel, v. 17, n. 4, p. 1583, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su17041583>

JOÃO, I. S. **Modelo de gestão da inovação social para empresas sociais**. 2014. 152 p. Tese (Doutorado em Gestão da Inovação e Sustentabilidade) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

KON, A. Services innovation as a tool to social innovation: An integrative vision. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 38, n. 3, p. 584–605, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-35172018-2814>

LIMA, L. S. S.; CHIROLI, D. M. G.; ZOLA, F. C. Urban resilience analysis in civil engineering: A systematic review. **Journal of Chinese Architecture and Urbanism**, Singapore, v. 7, n. 3, p. 8088, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.36922/jcau.8088>.

MAZZIONI, S.; TRINDADE, L. **Melhores práticas de sustentabilidade**: casos do Prêmio ACIC/Unochapecó. 2. ed. Chapecó, SC: Argos, 2023. 368 p. ISBN: 978-85-7897-345-2.

MONTEIRO, A. O que é a Inovação Social? Maleabilidade conceitual e Implicações práticas. **Dados**, v. 62, n. 3, e20170009, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1590/001152582019187>.

MOULAERT, F. *et al.* Towards Alternative Model(s) of Local Innovation. **Urban Studies**, v. 42, n. 11, p. 1969–1990, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00420980500279893>.



NARDONE, J. P. A Assimilação dos ODS, da Agenda 2030, pelos Municípios Brasileiros. **Cadernos da Escola Paulista de Contas - TCESP**, v. 1, n. 11, p. 107-128, 2023.

NASCIMENTO, G. A.; GOMEZ, C. R. P. O Papel da Gestão Pública na Promoção da Inovação Social a partir da perspectiva de Especialistas Atuantes na Gestão Pública. In: Seminários em Administração (SEMEAD), 26, 2023, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: FEA-USP, 2023.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 03 dez. 2024.

ONU-BRASIL. Organização das Nações Unidas no Brasil. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em 02 dez. 2024.

PRADA, P. G.; CORSO-SICILIA, G. B.; JIMÉNEZ-BARBOSA, W. G. Impacto social del Internet de las Cosas (IdC): una reflexión conceptual. **Jangwa Pana**, v. 21, n. 3, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21676/16574923.4719>

SANO, H. **Laboratórios de Inovação no setor público**: mapeamento e diagnóstico de experiências nacionais. Brasília, DF: Enap, 2020. (Cadernos Enap). Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/5112/1/69_Laboratorios_inovacao_governo_completo_final_23062020.pdf. Acesso em: 29 dez. 2024.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SORENSEN, E.; TORFING, J. **Enhancing Social Innovation by Rethinking Collaboration, Leadership and Public Governance**. Social Frontiers, p. 1-12, 2013.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VAINER, A. *et al*. **Lei orçamentária anual**: manual de elaboração. 2001. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em 19 dez. 2024.

VALLE, P. R. D.; FERREIRA, J. L. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação em Revista**, v. 41, p. e49377, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-469849377>.

WCCD - WORLD COUNCIL ON CITY DATA. **Data for Cities**. Disponível em: <https://www.dataforcities.org/>. Acesso em 26 jan. 2025.



XU, B. *et al.* Transformations in Urban Human Settlements Within China's Sustainable Development Innovation Demonstration Zones: A Case Study of Chenzhou City, Hunan Province, During Rapid Urbanization. **Land**, Basel, v. 14, n. 2, p. 431, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land14020431>

YEUNG, S. M. C.; WONG, Q.; WAI, A. Greening via new product and service design with BCMS ISO 22301 and United Nations sustainable development goals. In: SIGURJONSSON, T. O.; KOSTYUK, A.; GOVORUN, D. (Org.). **Corporate governance: Participants, mechanisms and performance**. Sumy: Virtus Interpress, 2024. p. 57-60. Disponível em: <https://doi.org/10.22495/cgpmpp12>

ZENG, J. *et al.* Effect of innovative-city pilot policy on industry–university–research collaborative innovation. **Journal of Business Research**, v. 162, 1 jul. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113867>



7

Carlos Enrique Isaacs Bornand

Valeria Rantin Po Toledo

Yeni Varillas Tacza

Maria Elizete Kunkel

Míriam Raquel Diniz Zanetti

Luiz Eduardo Galvão Martins

ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO NO CHILE E BRASIL:

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EVOLUÇÃO, POLÍTICAS
E DESAFIOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

RESUMO:

Este estudo examina a transição de empresas de estruturas hierárquicas para ecossistemas de inovação no contexto do desenvolvimento econômico e social no Chile e no Brasil. A justificativa reside na relevância de comparar duas economias latino-americanas com estruturas institucionais distintas, mas com desafios semelhantes, como baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento, frágil cooperação universidade-empresa e limitações de infraestrutura. O objetivo principal é analisar como o Brasil e o Chile estão enfrentando o desafio de converter esforços de inovação em resultados de inovação, considerando as estruturas institucionais e as políticas públicas adotadas através dos seus ecossistemas de inovação, com foco nas fases de Seleção e Implementação do ciclo de inovação. A metodologia adotou uma abordagem mista, baseada em dados do Índice Global de Inovação (2012–2024), análise documental, revisão bibliográfica e estudo de caso. Os principais resultados mostram que, apesar dos avanços institucionais, há deficiências na transferência de conhecimento e na formação de capital humano qualificado, refletidas em baixas pontuações em criação de conhecimento e eficiência de inovação. Conclui-se que tanto o Chile quanto o Brasil precisam fortalecer a coordenação público-privada e ampliar os investimentos em P&D, educação e governança para superar obstáculos estruturais. A pesquisa fornece evidências empíricas que embasam o desenho de políticas de inovação, com potencial impacto na promoção de um desenvolvimento mais inclusivo e sustentável. A principal limitação reside na dependência de indicadores globais e na análise comparativa restrita ao Índice Global de Inovação (GII).

Palavras-chave: Ecossistemas de Inovação. Índice Global de Inovação. Políticas Públicas. Desempenho Inovador. Busca de Inovação. Seleção de Inovação.



ABSTRACT:

This study examines the transition of firms from hierarchical structures to innovation ecosystems within the context of economic and social development in Chile and Brazil. The rationale lies in the relevance of comparing two Latin American economies with distinct institutional frameworks yet similar challenges, such as low investment in research and development (ReD), fragile university-industry collaboration, and infrastructure limitations. The primary objective is to analyze how Brazil and Chile are addressing the challenge of converting innovation efforts into innovation outputs, considering the institutional frameworks and public policies adopted through their innovation ecosystems, with a focus on the Selection and Implementation phases of the innovation cycle. The methodology employed a mixed-methods approach, drawing on data from the Global Innovation Index (2012–2024), documentary analysis, literature review, and case study research. The main findings reveal that, despite institutional advancements, deficiencies persist in knowledge transfer and the development of qualified human capital, which are reflected in low scores for knowledge creation and innovation efficiency. It is concluded that both Chile and Brazil must strengthen public-private coordination and scale up investments in ReD, education, and governance to overcome structural barriers. This research provides empirical evidence to inform the design of innovation policies, offering potential impacts for fostering more inclusive and sustainable development. The primary limitation resides in the reliance on global indicators and a comparative analysis restricted to the Global Innovation Index (GII).

Keywords: Innovation Ecosystems; Global Innovation Index; Public Policies; Innovative Performance; Innovation Search; Innovation Selection.



1. INTRODUÇÃO

A inovação constitui um pilar estratégico para o desenvolvimento socioeconômico, influenciando a competitividade e a qualidade de vida. O Índice Global de Inovação (GII) de 2024 posiciona o Chile em 51º e o Brasil em 50º, evidenciando a relevância de debater políticas e estruturas de inovação na América Latina (OMPI, 2024). Esses indicadores ressaltam a importância de investigar como países com contextos institucionais e econômicos distintos estruturam seus ecossistemas para impulsionar o crescimento sustentável e a inclusão social. Em um cenário global competitivo, a articulação entre políticas públicas, instituições de desenvolvimento e agentes privados é fundamental para a geração de produtos e processos inovadores (Autio, 2014; Hoffmann *et al.*, 2022). A análise comparativa dos ecossistemas de inovação no Chile e no Brasil oferece insights para superar obstáculos regionais que os mantêm aquém dos líderes mundiais em inovação (Thomas e Autio, 2019).

A compreensão dos ecossistemas de inovação evoluiu da Teoria da Firma (Coase, 2012) e da Teoria de Redes (Powell, 1990) para o conceito de ecossistema empreendedor (Moore, 1993), expandido por Jacobides, Cennamo e Gawer (2018) ao destacar a interdependência entre múltiplos atores. O modelo da Hélice Quíntupla (Carayannis e Campbell, 2012) ampliou essa visão, incorporando a sociedade civil e o meio ambiente. Essa evolução teórica ressalta a necessidade de uma abordagem sistêmica para a inovação, que abrange desde a Busca por novas ideias até a Captura de Valor dessas inovações (Tidd e Bessant, 2015).

Atualmente, a busca por soluções inovadoras e sustentáveis orienta as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI). Nesse contexto, ambos os países contam com instituições estratégicas de fomento — como a Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) e a Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID),



no âmbito chileno, e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII), no contexto brasileiro — que atuam no fortalecimento da pesquisa aplicada e do desenvolvimento tecnológico (FNDCT, 2023; Menéndez e Villarroel, 2024). Apesar dos avanços, ambos os países enfrentam desafios relacionados à cultura de inovação, capital de risco e articulação entre academia, governo, indústria e sociedade civil (Garcia *et al.*, 2022; Pushpanathan e Elmquist, 2022). Justifica-se o presente artigo devido à intrínseca ligação entre o desenvolvimento de ecossistemas de inovação robustos e a capacidade de um país competir globalmente e promover o crescimento sustentável (Autio, 2014; Thomas e Autio, 2019; Hoffmann *et al.*, 2022). A pesquisa concentra-se nas estruturas institucionais e políticas públicas do Chile e do Brasil, investigando como esses elementos moldam a evolução de seus ecossistemas de inovação, com foco nas fases de Seleção e Implementação de inovações (Tidd e Bessant, 2015).

A base teórica deste estudo fundamenta-se na Teoria de Redes (Powell, 1990), nos Ecossistemas de Inovação (Jacobides, Cennamo e Gawer, 2018; Moore, 1993) e na Hélice Quíntupla (Carayannis e Campbell, 2012). As características centrais desses modelos incluem a colaboração multi-institucional, a criação de valor coletivo e o foco na sustentabilidade (Garcia *et al.*, 2022; Pushpanathan e Elmquist, 2022). Estudos internacionais destacam a importância dos ecossistemas de inovação (Saxenian, 1996; Senior e Singer, 2009). Contudo, a literatura apresenta uma lacuna em termos de análise comparativa aprofundada entre países latino-americanos, considerando suas diferenças estruturais e contextuais (Abrahão e Ghesti, 2023; Menéndez e Villarroel, 2024).

Embora o GII forneça uma análise abrangente do desempenho inovador do Chile e Brasil, e existam estudos que abordam a inovação em cada um desses países de forma isolada ou que comparam a evolução do índice em diferentes regiões, este trabalho se destaca como um dos primeiros esforços dedicados a analisar



comparativamente suas trajetórias no GII, relacionando os resultados às políticas públicas implementadas e às especificidades de seus respectivos ecossistemas de inovação (OMPI, 2022).

O presente estudo tem como objetivo analisar como o Brasil e o Chile estão enfrentando o desafio de converter esforços de inovação em resultados de inovação, considerando as estruturas institucionais e as políticas públicas adotadas através dos seus ecossistemas de inovação, com foco nas fases de Seleção e Implementação do ciclo de inovação (Tidd e Bessant, 2015). Assim, a questão de pesquisa que norteia este trabalho é: Como as estruturas institucionais e as políticas públicas do Chile e do Brasil influenciam a conversão de esforços em resultados de inovação, e em quais fases do ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015) se concentram os principais desafios e oportunidades?

2. REVISÃO DE LITERATURA

A empresa, como unidade econômica, passou por transformações significativas, evoluindo de estruturas hierárquicas focadas na eficiência interna para configurações mais dinâmicas e abertas, conhecidas como ecossistemas de inovação (Autio, 2014). Essa mudança reflete profundas modificações nos ambientes econômico, tecnológico e social, impulsionadas pela globalização e pela disrupção tecnológica, especialmente a digitalização e o acesso ao conhecimento (Carstens e Fonseca, 2019). A transição de um modelo focado na eficiência interna para um de colaboração externa e cocriação de valor foi defendida por Powell (1990), que argumentou que redes organizacionais podem ser mais eficazes que hierarquias e mercados em contextos baseados em conhecimento e inovação. A flexibilidade das redes, essencial em tempos de mudanças rápidas, favorece a colaboração, a difusão de conhecimento e a criação



de novas ideias (Magaldi e Salibi Neto, 2018). A Quarta Revolução Industrial, marcada pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas, redefiniu modelos de negócios e formas de trabalho, transformando a inovação em um fator de vantagem competitiva (Schwab, 2019).

O conceito de ecossistema de inovação, introduzido por Moore (1993), representa uma evolução das redes empresariais, destacando a interdependência e a coevolução entre os atores. A coordenação nesses ecossistemas ocorre por meio de estruturas de alinhamento, promovendo especialização e flexibilidade sem depender exclusivamente de contratos formais (Jacobides, Cennamo e Gawer, 2018). A governança desempenha um papel fundamental no desenvolvimento dos ecossistemas de inovação, criando condições para seu surgimento e corrigindo falhas de mercado, como a apropriação de ativos de conhecimento e a falta de coordenação entre atores (Menéndez e Villarroel, 2024). As políticas governamentais devem ser dinâmicas e adaptáveis, conforme a complexidade e o contexto de cada país (Hoffmann *et al.*, 2022). A diversidade de participantes, a interdependência tecnológica, econômica e cognitiva, e a capacidade de coevolução também são aspectos essenciais desses ecossistemas (Thomas e Autio, 2019). A criação de valor coletivo é um dos objetivos centrais, com os participantes colaborando para gerar inovações que não poderiam alcançar sozinhos (Pushpanathan e Elmquist, 2022).

Os ecossistemas de inovação envolvem uma variedade de atores, como universidades, centros de pesquisa, empresas, governos e entidades facilitadoras. As instituições de ensino superior desempenham um papel crucial na geração de conhecimento e na formação de capital humano avançado (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000). O governo também é crucial, criando políticas para apoiar a pesquisa e o desenvolvimento, como em Singapura (Santos *et al.*, 2021). Instituições financeiras e capital de risco são essenciais para o financiamento de projetos inovadores, como no caso de Israel, conhecido por seu ecossistema de *startups* (Senor e Singer, 2009;



Sistema CNT, 2022). A infraestrutura tecnológica e de comunicação, como a rede de alta velocidade da Coreia do Sul, é outro pilar para a inovação (Massaro e Kim, 2022). Esses ecossistemas são sustentados por mecanismos como incubadoras, aceleradoras, espaços de *coworking* e *living labs*, que facilitam a interação e colaboração entre os atores, promovendo a cocriação de inovações (Sebrae, 2020). Agências de fomento financiam pesquisas e o desenvolvimento tecnológico e científico, oferecendo recursos financeiros e apoio técnico para projetos inovadores, estimulando o avanço do país (FNDCT, 2023).

A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) introduziu o Índice Global de Inovação (GII) em 2007 para avaliar a capacidade de inovação dos países e seu impacto na economia, indo além das abordagens tradicionais focadas exclusivamente no investimento em pesquisa e desenvolvimento (OMPI, 2007). Este índice busca estabelecer referências claras que orientem autoridades governamentais, setores acadêmico e industrial, com o objetivo de fortalecer os ecossistemas de inovação e otimizar as políticas públicas em benefício da competitividade e do desenvolvimento sustentável (OMPI, 2022). O GII foi projetado para fornecer uma visão geral abrangente da inovação, considerando fatores como capital humano, qualidade das instituições, infraestrutura, sofisticação do mercado e atividade empresarial. Essa abordagem ampla permite captar dimensões-chave dos ambientes inovadores que vão além dos indicadores clássicos de gastos em pesquisa e geração de patentes, destacando a relevância da formação de talentos especializados e da cooperação entre os setores público e privado (OMPI, 2021).

Para capturar a complexidade da inovação, o GII articula quase 80 indicadores em dois subíndices principais: Entradas de Inovação (*Innovation Input*) e Saídas de Inovação (*Innovation Output*) (OMPI, 2021). O primeiro avalia os fatores que permitem atividades inovadoras em uma economia, considerando a qualidade das instituições, o capital humano e a pesquisa, a infraestrutura, a



sofisticação do mercado e as capacidades empresariais. O segundo integra os resultados concretos dos processos de inovação, que se traduzem em produtos de conhecimento, tecnologia e criatividade, desde a geração de patentes e publicações científicas até a produção cultural e industrial associada à inovação. Essa estrutura metodológica visa descrever o desempenho dos países em cada um desses pilares e, então, calcular uma pontuação geral e um índice de eficiência que relaciona a pontuação dos produtos com a dos insumos (OMPI, 2021). Essa abordagem se alinha às fases de Busca, Seleção, Implementação e Captura de Valor do ciclo de inovação, pois as entradas representam os esforços iniciais e as saídas, a concretização e o impacto das inovações (Tidd e Bessant, 2015).

O rigor metodológico do GII baseia-se na combinação de dados quantitativos e qualitativos de organizações internacionais, bases de dados empresariais e inquéritos a especialistas (Banco Mundial, 2020; UNESCO, 2021). O processo envolve a coleta de informações, a padronização dos dados para torná-los comparáveis, a atribuição de pesos aos indicadores, o cálculo de pontuações e, finalmente, o desenvolvimento de uma classificação global. Esta estrutura é revisada periodicamente para ajustar as medições e adaptá-las à evolução da inovação no cenário internacional (OMPI, 2021). Ao contrário de outros índices de inovação, como o *Bloomberg Innovation Index*, que se concentra em elementos específicos (Bloomberg, 2022), ou o *International Innovation Index*, que enfatiza a capacidade de gerar e disseminar ideias (International Innovation Index, 2021), o GII implementa uma abordagem holística. Essa amplitude de cobertura de indicadores abrange tanto o ambiente institucional quanto a produção de bens criativos e um número considerável de países, permitindo comparações mais abrangentes em escala global (OMPI, 2022).

A noção de ecossistema de inovação, entendido como o conjunto de instituições e atores que, em interação, promovem a geração e adoção de novas ideias e produtos, está intimamente ligada à



abordagem do GII (OMPI, 2021). A medição de indicadores relacionados à qualidade institucional, capital humano e infraestrutura reflete a força desses ecossistemas e a maneira como eles impulsionam o desenvolvimento econômico e social. Consequentemente, a forma como um país concebe e gere o seu ecossistema de inovação tem um impacto direto no seu desempenho no GII: a colaboração entre a academia e a indústria, a existência de quadros regulamentares eficientes, a disponibilidade de financiamento e o investimento sustentado na educação e na investigação traduzem-se em maiores possibilidades de subir posições no índice (Banco Mundial, 2020). As descobertas do GII revelam que a inovação não é exclusiva das economias mais desenvolvidas, com países como China e Índia subindo rapidamente no ranking graças a políticas que fortalecem a educação, a pesquisa e o empreendedorismo tecnológico (OMPI, 2019). O GII também enfatiza que o investimento em P&D, embora essencial, não é suficiente, sendo decisivos fenômenos como inovação social, colaboração público-privada e infraestrutura digital de alta qualidade (OMPI, 2022).

3. METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, buscando analisar as performances de inovação no Chile e no Brasil. A pesquisa é de natureza descritiva, detalhando as características dos ecossistemas de inovação nos dois países por meio de indicadores, e comparativa, contrastando suas semelhanças e diferenças em termos de resultados (Creswell e Creswell, 2018; Yin, 2018). Essa escolha metodológica justifica-se pela necessidade de compreender a complexidade dos fenômenos de inovação em contextos distintos, permitindo uma análise aprofundada das interações entre políticas públicas, estruturas institucionais e o desempenho inovador (Thomas e Autio, 2019). A natureza exploratória permite



identificar tendências e lacunas na literatura, enquanto a abordagem descritiva oferece um panorama detalhado dos ecossistemas estudados, alinhando-se ao objetivo de avaliar a conversão de esforços em resultados de inovação (Jacobides, Cennamo e Gawer, 2018).

Os instrumentos de coleta de dados incluíram a análise documental e o estudo de caso. A análise documental permitiu examinar documentos governamentais, relatórios técnicos, leis e dados estatísticos relacionados à inovação em ambos os países, sendo uma técnica fundamental para a pesquisa qualitativa (Creswell e Creswell, 2018). Foram consultados relatórios da OMPI referentes ao GII de 2012 a 2024, além de leis de inovação, relatórios de gestão de agências de fomento e planos nacionais de ciência e tecnologia (FNDCT, 2023; Menéndez e Villarroel, 2024). O estudo de caso focou nas experiências do Chile e do Brasil como exemplos de desenvolvimento de ecossistemas de inovação na América Latina, proporcionando uma compreensão aprofundada de suas dinâmicas e desafios (Yin, 2018).

A análise de conteúdo foi aplicada para identificar e categorizar os principais temas, atores e tendências presentes nos documentos analisados, conforme os princípios de Bardin (2011). Para o processamento dos dados, foram utilizados *softwares* para análise qualitativa e codificação de dados textuais, como o Atlas TI, e o Excel para a análise de dados quantitativos associados ao GII, como investimentos em P&D e número de *startups*. Além disso, foram consultadas bases de dados online, como Scopus, Web of Science, Google Scholar, e os sites institucionais de CORFO, ANID, FINEP e EMBRAPPII, para levantamento de artigos científicos, relatórios e dados estatísticos (CORFO, 2022; EMBRAPPII, 2022; FNDCT, 2023; Menéndez e Villarroel, 2024).

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em etapas sequenciais. Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico abrangente sobre ecossistemas de inovação, com ênfase nos modelos



de Hélice Tríplice, Quádrupla e Quíntupla, conforme proposto por Carayannis e Campbell (2012) e Etzkowitz e Leydesdorff (2000). Em seguida, foi realizada a coleta de dados, com a busca e seleção de documentos relevantes sobre as políticas e estruturas de inovação no Chile e no Brasil, concentrando-se em fontes secundárias, como artigos científicos, relatórios de instituições governamentais e organizações internacionais, e dados estatísticos disponíveis em bases de dados públicas (OMPI, 2021).

Para a análise quantitativa, procedeu-se à leitura dos relatórios da OMPI referentes ao GII de 2012 a 2024. Os dados dos níveis de inovação associados ao Chile e ao Brasil foram agrupados por índice e subíndice anual, o que permitiu avaliar tendências e relações entre as diferentes variáveis que compõem os indicadores associados à capacidade de inovação de ambos os países, incluindo dois subíndices: O GII_SCORE, *Innovation Input* (INN_IN) subíndice de insumos de inovação que se refere-se ao conjunto de condições estruturais que possibilitam a inovação (instituições (1), capital humano e pesquisa (2), infraestrutura (3), sofisticação de mercado (4) e sofisticação empresarial (5)) para medir a capacidade e o ambiente favorável à geração de inovação, e o GII_SCORE, *Innovation Output* (INN_OUT) subíndice de resultados de inovação que refere-se aos resultados concretos produzidos pelo sistema de inovação (Produtos de conhecimento e tecnologia (1) e produtos criativos (2) para medir o que efetivamente é gerado em termos de conhecimento, propriedade intelectual, tecnologia e criatividade (OMPI, 2021).

A análise dos dados consistiu em uma análise documental e de conteúdo dos materiais coletados, categorizando as informações conforme os construtos definidos na revisão bibliográfica. Essa análise foi realizada de forma qualitativa, buscando identificar padrões, tendências e relações entre os diferentes elementos dos ecossistemas de inovação estudados. Posteriormente, foi realizada a comparação dos ecossistemas de inovação do Chile e Brasil,



discutindo os resultados à luz da literatura revisada (Magaldi e Salibi Neto, 2018; Thomas e Autio, 2019). Finalmente, foi elaborada a sistematização dos resultados e redigido o artigo, incluindo a contextualização, revisão bibliográfica, metodologia, análise e discussão dos resultados, considerações finais e referências.

Para garantir o rigor e a confiabilidade da pesquisa, foram adotados mecanismos como a triangulação de dados, utilizando múltiplas fontes (relatórios, leis, bases de dados) e diferentes técnicas de análise (documental, de conteúdo, quantitativa) (Creswell e Creswell, 2018). A descrição detalhada dos instrumentos e do processo de análise visa permitir a replicação do estudo e a validação dos achados. A seleção dos países foi intencional, focando em economias latino-americanas com características distintas, mas desafios comuns, o que enriquece a análise comparativa (Menéndez e Villarroel, 2024). A seguir, cada etapa de apresentação de resultados é ilustrada com gráficos que sintetizam as informações coletadas, permitindo a visualização das trajetórias de inovação (GII_SCORE, GII_RATIO, INN_INN e INN_OUT) e dos principais sub-pilares para cada país.

A pontuação do Índice Global de Inovação (GII_SCORE) é o valor absoluto atribuído a um país no *Global Innovation Index* (GII), calculado a partir da média ponderada dos pilares que compõem o índice (instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação de mercado, sofisticação empresarial, produtos de conhecimento e tecnologia, e produtos criativos). A Razão ou Relação do Índice Global de Inovação (GII_RATIO) refere-se a uma métrica comparativa derivada da pontuação do GII, utilizada para analisar proporções, eficiência relativa ou desempenho comparado entre países ou ao longo do tempo (por exemplo, relação entre *inputs* e *outputs* de inovação).



4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo estrutura-se em seções que detalham a performance de inovação do Chile e do Brasil. Inicialmente, analisa-se o posicionamento dos países no ranking global. Em seguida, explora-se a evolução de suas trajetórias e a eficiência na conversão de esforços em resultados. Por fim, uma discussão e síntese consolidam os achados, conectando-os à literatura e ao ciclo de inovação.

O cenário global de P&D e inovação enfrentou desafios em 2023, com desaceleração de gastos, queda em publicações científicas e investimentos de capital de risco retornando a níveis pré-pandêmicos, inclusive na África e América Latina (GII, 2024). A persistência de condições financeiras restritas poderia prejudicar investimentos em inovação a curto prazo. Apesar desse contexto, avanços promissores em Ciência Digital e Profunda, como sequenciamento genômico e e-baterias, continuaram a ser desenvolvidos (GII, 2022). O impacto socioeconômico da inovação também mostrou melhorias, com redução da pobreza global, aumento da produtividade do trabalho e expectativa de vida. O ranking global de inovação mantém-se estável nos primeiros lugares, refletindo o tempo necessário para construir ecossistemas de inovação robustos (GII, 2024). A Suíça lidera a inovação há 13 anos, seguida por Suécia, Estados Unidos, Reino Unido e Singapura. A Turquia destaca-se por sua ascensão, liderando nos últimos 10 anos. Outras 19 economias, principalmente na África Subsaariana e Sudeste Asiático, superaram seus níveis de desenvolvimento em inovação (GII, 2024).

Nesse contexto global, o presente capítulo tem por objetivo analisar a evolução dos ecossistemas de inovação no Brasil e no Chile, à luz de indicadores internacionais e das políticas de ciência, tecnologia e inovação (CTI) adotadas em ambos os países.



Os resultados abaixo detalham o desempenho de ambos os países em termos de esforços de inovação (INN_IN) e resultados (INN_OUT). Este conjunto de dados permite avaliar se as ações de políticas públicas, especialmente aquelas descritas no Capítulo 2, estão melhor refletidas nos indicadores e alinhadas com a dinâmica atual dos ecossistemas de inovação, conforme argumentam Moore (1993), Thomas e Autio (2019) e Jacobides, Cennamo e Gawer (2018). A análise foca nas fases de Seleção e Implementação do ciclo de inovação, buscando identificar como os insumos são convertidos em saídas efetivas (Tidd e Bessant, 2015).

4.1 CHILE E BRASIL NO RANKING DE INOVAÇÃO

No ranking global de inovação de 2024, Chile e Brasil ocupam posições próximas, 51º e 50º, respectivamente, mas apresentam diferenças estruturais marcantes em seus ecossistemas (GII, 2024). O Chile se destaca pela solidez institucional (48º), qualidade regulatória e um sistema financeiro mais robusto, elementos cruciais para a fase de seleção de projetos inovadores, na qual a avaliação de riscos e a governança são fundamentais (Tidd e Bessant, 2015). Em contraste, o Brasil capitaliza sua escala econômica e diversificação produtiva, refletidas em melhores resultados em pesquisa e desenvolvimento (36º) e criação de conhecimento (56º), indicando maior capacidade na fase de Busca e geração de ideias (GII, 2024; Carayannis e Campbell, 2012).

Ambos os países enfrentam desafios persistentes na colaboração universidade-empresa e na infraestrutura, aspectos que impactam diretamente a fase de Implementação de inovações (Jacobides, Cennamo e Gawer, 2018; Tidd e Bessant, 2015). O Brasil necessita fortalecer seu ambiente institucional e reduzir a burocracia, evidenciada pela 125ª posição no ambiente de negócios, o que dificulta a agilidade na Implementação de novas tecnologias e



processos (GII, 2024). Por sua vez, o Chile precisa transformar sua estabilidade institucional em maior sofisticação produtiva e geração de conhecimento, buscando otimizar a captura de valor de suas inovações e aprimorar a conexão entre a pesquisa e o mercado (Thomas e Autio, 2019; Tidd e Bessant, 2015).

4.2 EVOLUÇÃO DAS TRAJETÓRIAS DE INOVAÇÃO NO CHILE NO BRASIL

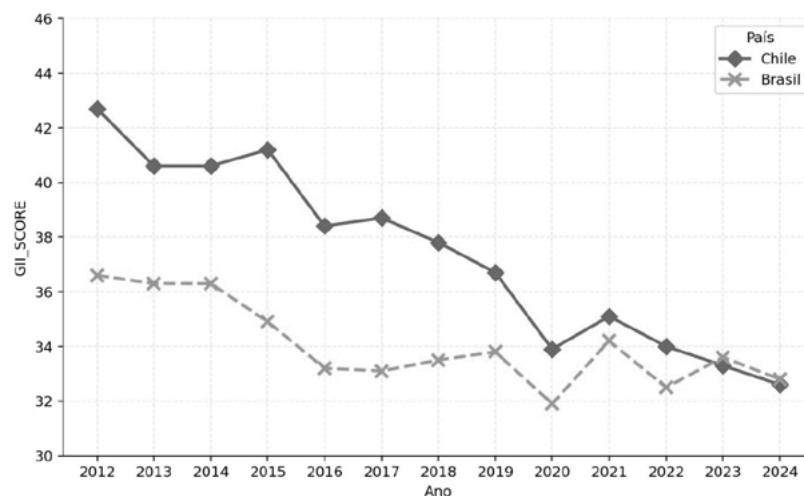
A análise do Índice Global de Inovação (GII_SCORE) é fundamentada em uma estrutura complexa, composta por sete pilares, 21 sub-pilares e 78 indicadores, totalizando 109 variáveis diretas. Variáveis indiretas, como população, Produto Interno Bruto (PIB) e PIB per capita, foram incorporadas para cada ano e país, enriquecendo a contextualização dos dados. Os gráficos apresentados neste capítulo são derivados diretamente da análise desses pilares e sub-pilares, contrastados com os respectivos países, anos e/ou PIB per capita. Os pilares de *Innovation Input* (INN_IN), que representam os esforços de inovação, incluem Instituições (ambiente institucional, regulatório e de negócios), Capital Humano e Pesquisa (educação, ensino superior e P&D), Infraestrutura (TICs, infraestrutura geral e formação bruta de capital), Sofisticação de Mercado (crédito, investimento e negociação) e Sofisticação Empresarial (trabalhadores do conhecimento, vínculos de inovação e absorção de conhecimento). Os pilares de *Innovation Output* (INN_OUT), que medem os resultados da inovação, abrangem Resultados de Conhecimento e Tecnologia (criação, impacto e difusão de conhecimento) e Resultados Criativos (ativos intangíveis, bens e serviços criativos e criatividade online). Todos esses pilares e sub-pilares são padronizados em uma escala de 0 a 100, permitindo comparações anuais entre países e a geração de um ranking global (OMPI, 2024). Para este estudo, o foco reside na análise das trajetórias de cada país, utilizando indicadores normalizados para comparações interanuais e interpaíses, o que é



crucial para a fase de Seleção e avaliação de estratégias de inovação (Tidd e Bessant, 2015).

A presente análise sintetiza as principais descobertas, avaliando os indicadores Índice Global de Inovação (GII_SCORE), Eficiência da inovação (GII_RATIO), Esforço de inovação (INN_IN) e Resultados de inovação (INN_OUT), e considerando as estruturas históricas, sociais e econômicas que moldam seus ecossistemas de inovação.

Figura 1 - Evolução do GII_SCORE no Chile e Brasil 2012-2024



Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.

A Figura 1 evidencia trajetórias distintas, porém igualmente preocupantes, para o Brasil e o Chile entre 2012 e 2024. O Chile, apesar de iniciar o período com desempenho superior, apresentou uma tendência de queda significativa ao longo dos anos, alcançando valores bem próximos aos do Brasil em 2024. Por outro lado, o Brasil manteve uma trajetória mais estável, embora consistentemente abaixo do Chile até os anos recentes. Esses dados indicam que os



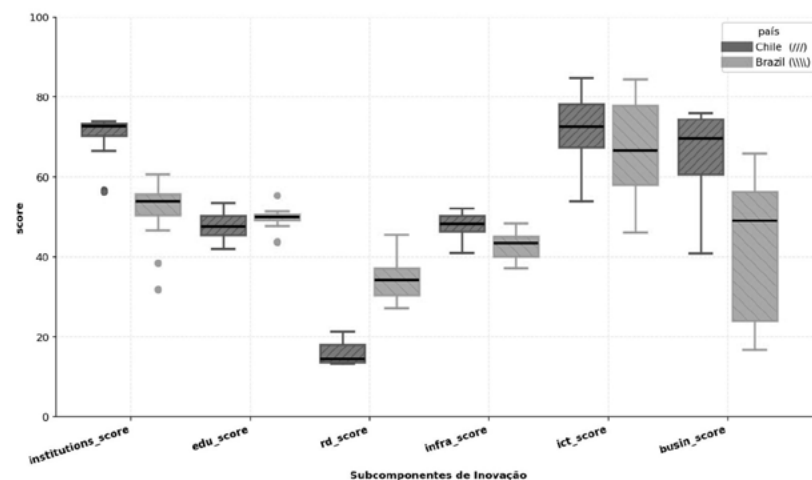
dois países falharam em melhorar seus índices de inovação, refletindo desafios persistentes em aspectos como infraestrutura, capital humano e pesquisa, além da geração de resultados de conhecimento e tecnologia. O gráfico também destaca um período crítico em 2020, quando o Brasil obteve uma breve recuperação, mas voltou a declinar em seguida. Este panorama reforça a necessidade de investigar com maior profundidade os fatores estruturais, históricos e sociais que moldam os ecossistemas de inovação desses países, considerando não apenas os esforços de inovação (INN_IN), mas também os resultados obtidos (INN_OUT).

Os dados da Figura 1 e a análise contextual evidenciam desafios na formação de capacidades institucionais que transformem esforços em resultados concretos. Os esforços de inovação podem não se traduzir em resultados devido a uma combinação de falhas no sistema de inovação e deficiências na transferência de tecnologia, incluindo falta de cooperação, problemas na transferência de tecnologia ou limitações no modelo linear de inovação (Guzman *et al.*, 2024). Enquanto o Chile apresenta vantagens na robustez regulatória, o Brasil mantém melhor performance em termos de P&D, coerente com suas políticas de CTI, associadas com o Marco Legal de CTI (Lei nº 13.243/2016). Além disso, a literatura sobre ecossistemas de inovação (Moore, 1993; Thomas e Autio, 2019) sugere que esses resultados podem estar ligados a lacunas na cooperação entre governo, empresas e universidades (modelo Tríplice Hélice), ampliadas quando a sociedade civil (Hélice Quádrupla) e o meio ambiente (Hélice Quíntupla) não são integrados de forma sistemática, impactando as fases de Implementação e Captura de Valor (Tidd e Bessant, 2015; Garcia *et al.*, 2022).

Para uma análise mais detalhada das dimensões-chave dessa questão, a Figura 2 compara alguns dos pilares e sub-pilares do GII entre Brasil e Chile de 2012 a 2024.



Figura 2 - Comparação de pilares e sub-pilares do GII entre Brasil e Chile 2012-2024



Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.

Em termos gerais, o gráfico da Figura 2 revela diferenças marcantes em dimensões-chave. O Chile supera o Brasil em ambiente institucional ("institutions_SCORE"), alcançando uma média superior a 75 pontos com bem menos variabilidade, refletindo a robustez do ambiente institucional. Essa estabilidade é fundamental para o desenvolvimento dos ecossistemas empresariais e para a fase de seleção de projetos inovadores (Tidd e Bessant, 2015; Jacobides, Cennamo e Gawer, 2018). Os dois países apresentam vantagem em avanços em conectividade e acesso a tecnologias de informação e comunicação ("ICT_SCORE"), refletindo maior disponibilidade de acesso digital, fator crucial para a colaboração e interdependência entre atores (Magaldi e Salibi Neto, 2018). Além disso, eles exibem desempenhos semelhantes em educação ("EDU_SCORE") e infraestrutura ("INFRA_SCORE"), com resultados consistentes ao longo do tempo.

Observam-se desafios significativos ao nível da Pesquisa ("RD_SCORE"), os valores permanecem consistentemente abaixo de 30 pontos para ambos os países, evidenciando a insuficiência



de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e uma limitada cultura de inovação. Essa fragilidade na base de conhecimento tende a retardar o avanço dos ecossistemas, impactando negativamente a fase de Busca e geração de novas ideias (Garcia *et al.*, 2022; Tidd e Bessant, 2015). O ambiente de negócios ("BUSIN_SCORE") mostra maior disparidade, com o Brasil enfrentando uma queda acentuada e muita variabilidade em seus resultados, enquanto o Chile mantém maior consistência. Isso reforça a necessidade de estratégias direcionadas para fortalecer o ambiente de negócios no Brasil e potencializar as capacidades de inovação em ambos os países, especialmente na fase de Implementação e Captura de Valor (Tidd e Bessant, 2015).

4.3 EFICIÊNCIA DA INOVAÇÃO: O DECLÍNIO DO ÍNDICE GII

A análise da eficiência da inovação, medida pelo GII_RATIO, revela a capacidade dos países em transformar esforços de inovação (INN_IN) em resultados concretos (INN_OUT). Para ilustrar essa dinâmica, a Figura 3a apresenta a evolução da eficiência da inovação no Chile e no Brasil de 2012 a 2024.

Figura 3a - Evolução da eficiência da inovação (GII_RATIO) no Chile e no Brasil 2012-2024



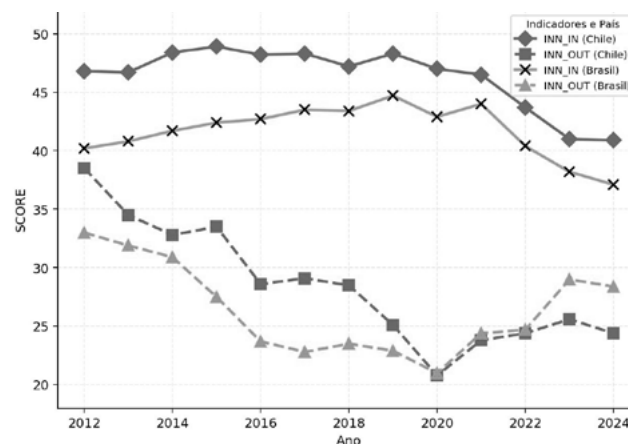
Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.



A Figura 3a evidencia o declínio na capacidade de ambos os países em converter insumos em saídas inovadoras. No Chile, a eficiência caiu de 82% em 2012 para apenas 60% em 2024, com o ponto mais crítico em 2020 (44%). O Brasil, embora com trajetória mais resiliente, sofreu queda acentuada até 2020 (49%), mas demonstrou recuperação, atingindo 77% em 2024. Esses dados refletem dificuldades estruturais na comercialização de inovações, absorção tecnológica e transferência de conhecimento, aspectos fundamentais para a fase de Captura de Valor e para a eficiência dos sistemas nacionais de inovação (Tidd e Bessant, 2015). A incapacidade de converter insumos em resultados, especialmente no caso chileno, pode indicar falhas de governança no ecossistema (CTCI, 2024). A eficiência inovadora depende da troca de conhecimento, da flexibilidade das redes e da capacidade de absorção tecnológica, desafios persistentes em ambos os países (Magaldi e Salibi Neto, 2018).

Para complementar a compreensão dos componentes do índice de inovação, a Figura 3b detalha a evolução dos esforços (INN_IN) e resultados (INN_OUT) para o Chile e o Brasil.

Figura 3b - Evolução dos componentes do índice de inovação (INN_IN e INN_OUT) para Chile e Brasil 2012-2024



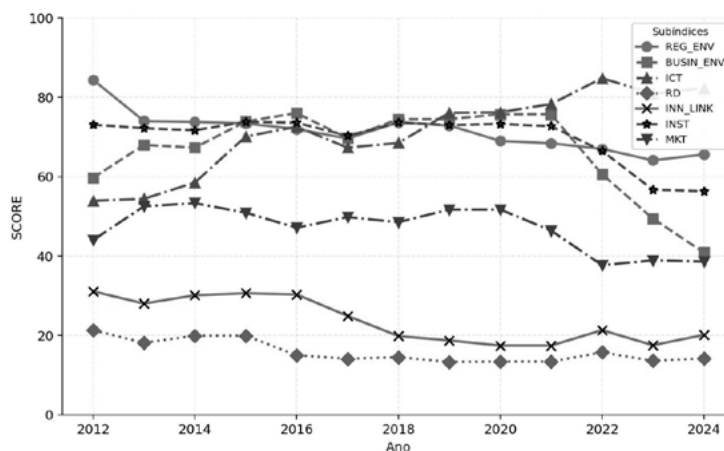
Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.



A Figura 3b revela padrões semelhantes de ineficiência. O Chile apresentou esforço médio de 46 pontos e resultados médios de 28 pontos. Apesar de avanços iniciais nas capacidades internas de inovação, os resultados obtidos seguem tendência de queda, indicando barreiras significativas na conversão de recursos em produtos tangíveis, um desafio na fase de Implementação (Tidd e Bessant, 2015). O Brasil registrou esforços médios de 42 pontos e resultados de 26 pontos, com trajetória mais instável, sugerindo variações no investimento ou na implementação de políticas públicas. Ainda assim, o declínio nos resultados de inovação foi menos pronunciado em comparação ao Chile.

Aprofundando a análise dos esforços de inovação, a Figura 4a ilustra o comportamento dos principais sub-pilares que compõem o INN_IN para o Chile.

Figura 4a - Comportamento dos sub-pilares do esforço de inovação (INN_IN) para o Chile



Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.

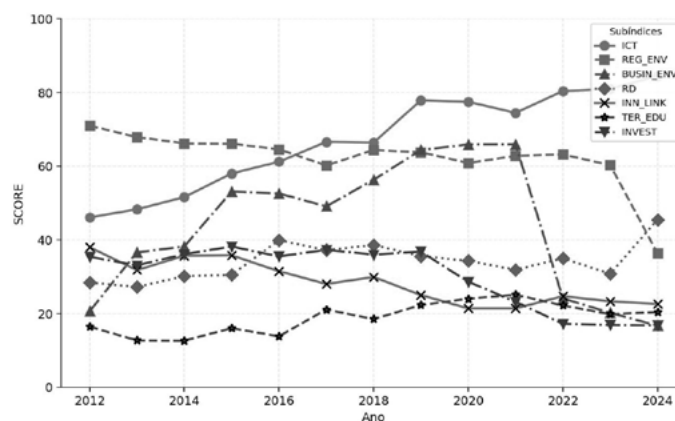
No caso do Chile, a Figura 4a mostra que as maiores contribuições para o INN_IN vêm dos crescentes esforços em conectividade e disponibilidade de tecnologias de informação e comunicação



(TIC), alcançando 82,3 pontos. O ambiente regulatório (REG_ENV), embora com ligeira queda, mantém-se acima de 66 pontos, refletindo a percepção positiva da capacidade governamental em formular e implementar políticas públicas que promovam o setor privado. Contudo, o ambiente de negócios (BUSIN_ENV) deteriorou-se rapidamente, caindo de 76 para 40,9 em 4 anos, impactando negativamente a fase de Implementação de inovações (Tidd e Bessant, 2015). Os índices que contribuem fracamente estão associados à capacidade de pesquisa e desenvolvimento (ID), que permanece abaixo de 15 pontos, e aos vínculos de inovação (INN_LINK), relacionados à colaboração universidade-empresa e à capacidade de gerar *clusters* e *joint ventures*, mantendo-se em torno de 20 pontos. A falta de capacidade de P&D e colaboração indica lacunas na articulação de atores, um ponto enfatizado por Jacobides, Cennamo e Gawer (2018) e Thomas e Autio (2019), e crucial para a fase de Busca e Seleção de novas ideias (Tidd e Bessant, 2015).

Em relação aos subíndices que compõem o INN_IN no Brasil, a Figura 4b apresenta o comportamento ao longo dos anos.

Figura 4b - Comportamento dos sub-pilares do esforço de inovação (INN_IN) para o Brasil



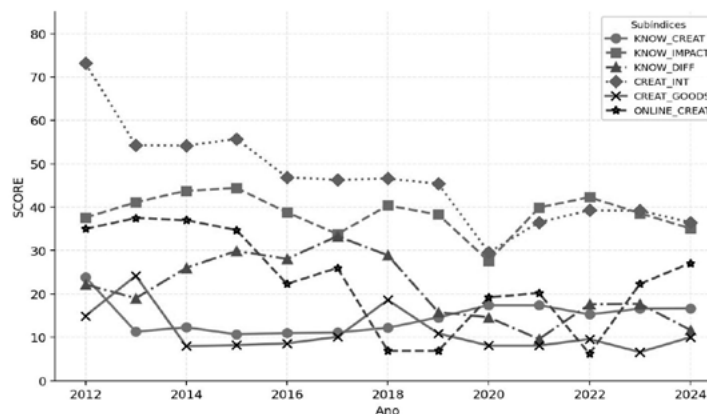
Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.



A Figura 4b indica que as maiores contribuições para o INN_IN no Brasil também vêm dos esforços em conectividade e disponibilidade de TIC, alcançando 84,5 pontos. O ambiente de negócios (BUSIN_ENV), que atingiu 66 pontos em 2020, caiu substancialmente para 17 pontos, recuando 12 anos e afetando decisivamente o indicador global. Entre os desafios mais importantes estão o ensino superior (TER_EDU), com atraso histórico em torno de 20 pontos, e os níveis de investimento (INVEST), associados à capitalização de mercado e ao capital de risco, que mostram deterioração progressiva, chegando a 17 pontos em 2024. Esses fatores limitam a capacidade do país de gerar e selecionar projetos inovadores, impactando as fases iniciais do ciclo de inovação (Tidd e Bessant, 2015).

Em relação aos resultados de inovação, a Figura 5a ilustra o comportamento dos principais sub-pilares que compõem o INN_OUT para o Chile.

Figura 5a - Comportamento dos sub-pilares do resultado de inovação (INN_OUT) para o Chile



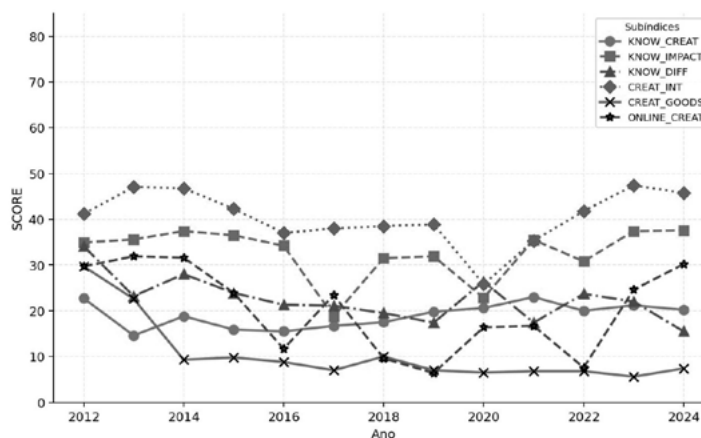
Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.

A Figura 5a mostra que no Chile, a criação de valor a partir de ativos intangíveis (CREAT_INT), como marcas registradas, sofreu

declínio expressivo, passando de 73,2 pontos em 2012 para 36,5 pontos em 2024. A criação de conhecimento (KNOW_CREAT), que engloba patentes e produção científica, permanece abaixo de 17 pontos. Ainda mais preocupante é a contribuição mínima de produtos e serviços criativos (CREAT_GOODS), que registraram apenas 10 pontos em 2024. Esses dados evidenciam fragilidades estruturais nos resultados de inovação do Chile, destacando a necessidade de estratégias que ampliem a transferência de conhecimento e o desenvolvimento de ativos intangíveis, cruciais para a fase de Captura de Valor (Tidd e Bessant, 2015).

Para o Brasil, a Figura 5b apresenta o comportamento dos sub-pilares que compõem o resultado da inovação.

Figura 5b - Comportamento dos sub-pilares do resultado de inovação (INN_OUT) para o Brasil



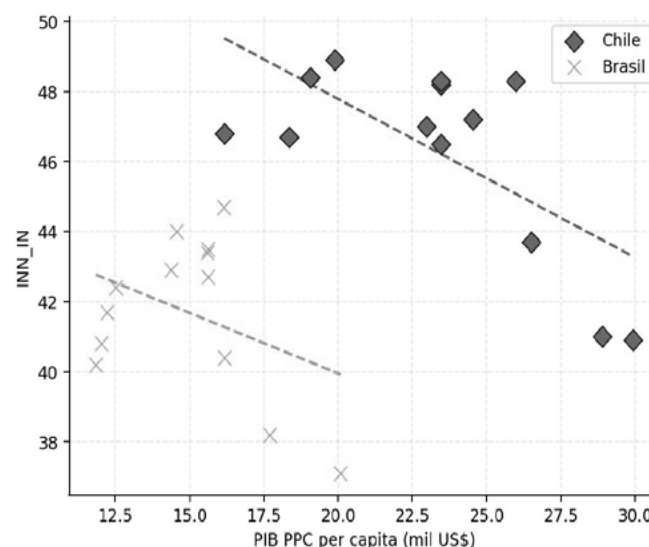
Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.

Como ilustrado na Figura 5b, os ativos intangíveis (CREAT_INT) destacam-se como o principal subindicador no Brasil, alcançando 46 pontos em 2024 e demonstrando relativa estabilidade. Por outro lado, os produtos e serviços criativos (CREAT_GOODS) continuam a ser o subindicador menos expressivo, com apenas 7,4 pontos.

O impacto do conhecimento (KNOW_IMPACT), que inclui produtividade do trabalho, apresenta contribuição moderada, variando entre 30 e 40 pontos. Apesar disso, a criação de conhecimento (KNOW_CREAT) permanece com valores baixos, inferiores a 20 pontos, indicando a necessidade de investimentos robustos em P&D para explorar o potencial latente de inovação no país. Esses resultados reiteram as dificuldades de internalizar a inovação na economia real. A colaboração aberta e contínua é crucial para converter pesquisa científica em patentes e produtos, e sem uma sólida rede de atores e práticas de cocriação, a adoção de soluções inovadoras segue limitada (Magaldi e Salibi Neto, 2018).

A análise da relação entre o PIB per capita e os indicadores de insumos (INN_IN) e resultados de inovação (INN_OUT) é crucial para entender a dinâmica dos ecossistemas. Para isso, a Figura 6a mostra como a evolução da renda per capita está relacionada ao esforço de inovação do Chile e do Brasil (INN_IN) ao longo dos anos.

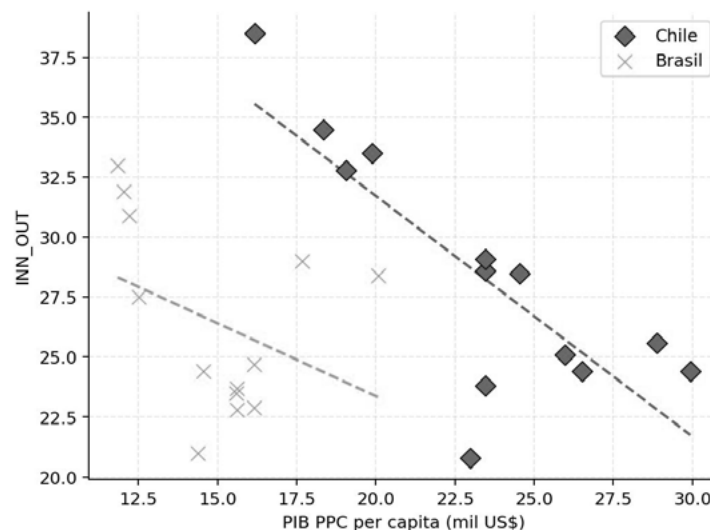
Figura 6a - Relação entre renda per capita e esforço de inovação (INN_IN) para Chile e Brasil



Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.

Complementarmente, a Figura 6b ilustra a relação da renda per capita com os resultados de inovação (INN_OUT) de ambos os países.

Figura 6b - Relação entre renda per capita e resultados de inovação (INN_OUT) para Chile e Brasil



Fonte: Elaboração própria com base em GII 2012 - 2024.

As Figuras 6a e 6b revelam que tanto o Chile quanto o Brasil apresentam uma tendência de declínio nos indicadores de INN_IN e INN_OUT à medida que a renda per capita aumenta. Esse padrão sugere uma incapacidade de intensificar os esforços de inovação em paralelo ao crescimento econômico, possivelmente devido à saturação ou limitações estruturais na geração e aplicação de insumos para inovação. A queda nos resultados de inovação (INN_OUT) é particularmente mais acentuada em comparação aos esforços (INN_IN), destacando desafios adicionais na conversão de recursos e estratégias em avanços concretos no ecossistema de inovação de ambos os países. Esse fenômeno pode ser interpretado como um descompasso estrutural no ecossistema de inovação, em que o



crescimento econômico não acompanha uma maior densidade de P&D, formação de recursos humanos avançados ou aprimoramento de práticas de colaboração (Tajra e Ribeiro, 2020). No Chile, isso pode indicar que a estabilidade institucional não se traduziu em inovação de alto valor agregado. No Brasil, a volatilidade econômica e a burocracia potencializam a dificuldade de converter escala em resultados de inovação (Thomas e Autio, 2019; Menéndez e Villarroel, 2024).

Os resultados evidenciam que, apesar de ambos os países possuírem marcos legais e iniciativas de fomento (como Start-Up Chile, FINEP, CORFO, ANID, FAPESP, EMBRAPA, dentre outras), persistem grandes limitações na conversão de insumos em resultados inovadores. Esse quadro sustenta a posição de Moore (1993) de que ecossistemas de inovação requerem coevolução e interdependência entre diversos atores, algo ainda deficitário quando se examinam os baixos indicadores de pesquisa e desenvolvimento (RD_SCORE) e de criação de conhecimento (KNOW_CREAT). Além disso, a Quarta Revolução Industrial (Schwab, 2019) demanda uma renovação contínua de modelos de negócio e inserção de novas tecnologias, mas as trajetórias de INN_IN e INN_OUT mostram fragilidade na capacidade de absorção tecnológica, um desafio na fase de Implementação (Tidd e Bessant, 2015). Em linha com Tajra e Ribeiro (2020) e Magaldi e Salibi Neto (2018), a adoção de mentalidade cooperativa e a valorização de redes de aprendizagem podem ser estratégias centrais para reverter esse cenário. Finalmente, observa-se também que o ambiente de negócios (BUSIN_ENV), crucial para a atuação de *startups* e pequenas e médias empresas (PMEs), vem sofrendo quedas significativas em ambos os países nos últimos anos. Isso prejudica a concretização de políticas de inovação inclusivas, dificultando a criação e a consolidação de novas soluções. Assim, confirma-se a análise de Menéndez e Villarroel (2024) sobre a necessidade de políticas coordenadas e adaptáveis para corrigir falhas de mercado e potencializar sinergias, especialmente nas fases de Seleção e Implementação de inovações (Tidd e Bessant, 2015).



4.4 DISCUSSÃO E SÍNTESE

Os indicadores apresentados, incluindo GII_SCORE, GII_RATIO, INN_IN, INN_OUT e os sub-pilares de esforço e resultado da inovação, demonstram que Chile e Brasil não conseguiram elevar consistentemente seus ecossistemas de inovação no período analisado. Embora existam diferenças específicas, como a estabilidade institucional do Chile e a base econômica mais forte do Brasil, ambos os países sofrem com baixa eficiência na transformação de esforços em resultados e dificuldade em fortalecer a cooperação entre os atores, como universidades, governo, empresas e sociedade civil. Essa constatação converge com as reflexões teóricas de Magaldi e Neto (2018), que mostram como a ausência de redes colaborativas robustas limita o potencial de cocriação e disseminação de conhecimento, impactando diretamente as fases de Busca e Implementação da inovação (Tidd e Bessant, 2015). Os resultados também se alinham a Thomas e Autio (2019), que argumentam que a evolução dos ecossistemas de inovação demanda governança eficaz, compartilhamento de recursos e orquestração de competências para otimizar a Seleção e a Captura de Valor das inovações.

A análise revela que as estruturas institucionais e as políticas públicas do Chile e do Brasil influenciam a conversão de esforços em resultados de inovação de maneira heterogênea. No Chile, a solidez institucional favorece a fase de Seleção, mas a baixa sofisticação produtiva e a limitada geração de conhecimento dificultam a Captura de Valor. No Brasil, a capacidade de P&D e a diversificação econômica impulsionam a fase de Busca, porém a burocracia e a instabilidade institucional comprometem a Implementação e a eficiência geral do ecossistema. Os principais desafios concentram-se na transição entre as fases de Busca e Implementação, na qual a falta de colaboração entre os atores e a ineficácia na transferência de tecnologia impedem que os insumos se traduzam em resultados concretos (Garcia *et al.*, 2022; Jacobides, Cennamo e Gawer, 2018).



A questão de pesquisa, “Como as estruturas institucionais e as políticas públicas do Chile e do Brasil influenciam a conversão de esforços em resultados de inovação, e em quais fases do ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015) se concentram os principais desafios e oportunidades?”, é respondida ao evidenciar que, apesar dos esforços, ambos os países enfrentam gargalos na articulação e na governança que impedem uma progressão mais eficaz em todas as fases do ciclo de inovação. O capítulo cumpre o objetivo de analisar as trajetórias da inovação no Chile e no Brasil, fornecendo suporte empírico e teórico para compreender os gargalos existentes e orientar políticas públicas e iniciativas privadas que possam fortalecer esses ecossistemas de forma mais sustentável e inclusiva.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar como o Chile e Brasil enfrentam o desafio de converter esforços de inovação em resultados efetivos, considerando suas estruturas institucionais e políticas públicas. Os dados e análises realizadas permitiram identificar os principais pontos fortes e fracos de ambos os países em seu desempenho inovador, confirmando o alcance do objetivo proposto. Evidencia-se que, embora as iniciativas de ambos os países sejam relevantes, elas esbarram em um caráter estrutural que dificulta a obtenção de resultados mais consistentes. O GII revela que o Chile, apesar de um ambiente institucional sólido e programas como FONDECYT e Becas Chile para formação de capital humano, apresenta deficiências no investimento em P&D e na absorção de conhecimento. Isso limita a conversão do progresso científico em inovações práticas e reforça as desigualdades regionais devido à concentração territorial das atividades inovadoras. No Brasil, apesar de um arcabouço legal mais robusto, como o Marco Legal de CTel, o país sofre com a deterioração do ambiente de negócios e questões



regulatórias que prejudicam a participação de PMEs e comprometem a confiança dos investidores. A insuficiência de investimentos em ensino superior e infraestrutura afeta diretamente a criação e disseminação do conhecimento, prejudicando o potencial competitivo de um mercado amplo e diversificado.

Em ambos os contextos, o maior desafio reside em garantir que os esforços de inovação se traduzam em resultados concretos. Barreiras regulatórias, a qualidade insuficiente do ensino superior e a cooperação limitada entre os diversos atores do ecossistema (governo, empresas, universidades e sociedade) impedem uma melhor tradução desses esforços em produtos ou serviços de alto valor agregado. Embora as políticas públicas de cada país tenham buscado melhorias imediatas, seja pela consolidação de instituições no Chile ou pela formulação de instrumentos legais no Brasil, elas ainda não garantem um aumento substancial nos indicadores de produção (INN_OUT). A análise também aponta um distanciamento entre a teoria, que valoriza condições institucionais sólidas, maior integração entre agentes inovadores e investimentos consistentes em pesquisa, e a prática, de modo que as medidas implementadas não conseguem aumentar significativamente a competitividade.

As contribuições deste estudo são multifacetadas. Teoricamente, ele preenche uma lacuna na literatura ao oferecer uma análise comparativa aprofundada das trajetórias de inovação do Chile e do Brasil no GII, relacionando seus resultados a políticas públicas e contextos específicos. Praticamente, fornece evidências empíricas e teóricas para formuladores de políticas públicas e tomadores de decisão, auxiliando na identificação de gargalos e na orientação de estratégias para fortalecer os ecossistemas de inovação. Socialmente, os achados podem subsidiar o desenho de políticas que promovam um desenvolvimento mais inclusivo e sustentável, ao destacar a necessidade de envolver a sociedade civil e o meio ambiente nos processos inovadores.



A principal limitação da pesquisa reside na dependência de indicadores globais e na análise comparativa restrita ao GII, o que pode não capturar todas as nuances dos ecossistemas locais. Como agenda futura, sugere-se investigar políticas de incentivo que integrem mais estreitamente empresas, PMEs e universidades, como a adoção efetiva do bônus tecnológico no Brasil e o fortalecimento das OTLs no Chile. Recomenda-se também analisar a inclusão da sociedade civil e do meio ambiente, conforme o modelo da Hélice Quíntupla, no campo das políticas de inovação, com foco no desenvolvimento sustentável e na redução das desigualdades. Por fim, comparar experiências de governança e resultados regionais dentro de cada país pode revelar como esforços locais superam barreiras estruturais, reforçando o papel de fundações de pesquisa e agências como CORFO e ANID na promoção da competitividade regional.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, A. V.; GHESTI, G. F. Bônus tecnológico: estímulo à inovação na hélice quíntupla. **Revista Indicação Geográfica e Inovação**, v. 7, n. 3, p. 2123-2143, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.51722/Ingi.v7i3.254>.
- AUTIO, E. Innovation ecosystems: implications for innovation management. *In*: DODGSON, M.; GANN, D. M.; PHILLIPS, N. (Eds.). **The Oxford handbook of innovation management**. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil03/Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm>. Acesso em: 22 jan. 2025.
- CARAYANNIS, E.; CAMPBELL, D. F. J. Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other?: a proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. *In*: **Sustainable policy applications for social ecology and development**. IGI Global Scientific Publishing, 2012. p. 29-59. Disponível em: <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-1586-1.ch004>



CARSTENS, D. D. S.; FONSECA, E. **Gestão da tecnologia e inovação**. Curitiba: InterSaber, 2019.

COASE, R. H. The nature of the firm. In: **The roots of logistics**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 317-333. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5_22

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN (CTCI). **Home page CTCI**. CTCI, 2022. Disponível em: www.consejoctci.cl. Acesso em: 17 jan. 2024.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN (CTCI). **Orientaciones estratégicas para la transición económica-productiva hacia un futuro sostenible**. CTCI, 2024.

CORFO. **Relatório Anual de Gestão**. CORFO, 2022.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 5. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.

EMBRAPII. **Resultados Anuais**. EMBRAPII, 2022.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. 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. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)

FNDCT - FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Anuário estatístico de 2023**. Brasília, DF: FNDCT, 2023. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>. Acesso em: 9 jan. 2025.

FORBES. **The World's Most Powerful Brands**. Forbes, [20--]. Disponível em: <https://www.forbes.com/powerful-brands/list/>. Acesso em: 14 nov. 2024.

GARCIA, J. C. *et al.* O modelo de inovação da hélice quintupla: o aquecimento global como desafio e motor da inovação. **Revista Direito, Inovação e Regulações**, v. 1, n. 2, p. 123-145, 2022.

GUZMAN, J. *et al.* Accelerating innovation ecosystems: The promise and challenges of regional innovation engines. **Entrepreneurship and innovation policy and the economy**, v. 3, n. 1, p. 9-75, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/727744>

HOFFMANN, M. G. *et al.* Characteristics of innovation ecosystems governance: an integrative literature review. **International Journal of Innovation Management**, v. 26, n. 8, 2250062, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S1363919622500621>.



JACOBIDES, M. G.; CENNAMO, C.; GAWER, A. Towards a theory of ecosystems. **Strategic Management Journal**, v. 39, n. 8, p. 2255-2276, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.2904>

MAGALDI, S.; SALIBI NETO, J. **Gestão do amanhã**: tudo o que você precisa saber sobre gestão, inovação e liderança para vencer na 4ª revolução industrial. São Paulo: Editora Gente, 2018.

MASSARO, M.; KIM, S. Why is South Korea at the forefront of 5G? Insights from technology systems theory. **Telecommunications Policy**, v. 46, n. 5, p. 102290, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102290>

MENÉNDEZ, M. C.; VILLARROEL, K. **Análisis del ecosistema CTCI en Chile en un contexto de grandes transformaciones**. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2024. Disponível em: <https://docs.consejoctci.cl/assets/documentos/analisis-panorama-ecosistema-ctci-vf.pdf> Acesso em: 26 fev. 2025

MOORE, J. F. Predators and prey: a new ecology of competition. **Harvard Business Review**, v. 71, n. 3, p. 75-86, 1993.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (OMPI). **Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship**. Genebra: OMPI, 2024. Disponível em: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2024. Acesso em: 26 fev. 2025

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (OMPI). **Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis**. Genebra: OMPI, 2021. Disponível em: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2021/. Acesso em: 26 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (OMPI). **Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth?**. Genebra: OMPI, 2022. Disponível em: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2022/. Acesso em: 26 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (OMPI). **Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty**. Genebra: OMPI, 2023. Disponível em: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2023/. Acesso em: 26 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (OMPI); INSEAD. **The Global Innovation Index 2007**. Genebra: OMPI, 2007. Disponível em: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/past_reports.html. Acesso em: 26 fev. 2025.

POWELL, W. W. Neither market nor hierarchy: network forms of organization. **Research in Organizational Behavior**, v. 12, p. 295-336, 1990.



PUSHPANANTHAN, Gouthanan; ELMQUIST, Maria. Joining forces to create value: The emergence of an innovation ecosystem. **Technovation**, v. 115, p. 102453, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102453>

SANTOS, I. B. *et al.* **Políticas públicas de inovação de Singapura**: uma visão dos últimos 50 anos. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2021.

SAXENIAN, A. **Regional advantage**: culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Ecossistemas de empreendedorismo inovadores e inspiradores**. Brasília, DF: Sebrae, 2020.

SENROR, D.; SINGER, S. **Start-up nation**: the story of Israel's economic miracle. New York: Twelve, 2009.

SISTEMA CNT. **Missão Internacional do Transporte - Israel 2022**: lições da Nação Startup. CNT, 2022. Disponível em: <https://publicador.sestsenat.org.br/arquivos/b8e6bcf0-4426-40ed-8ad4-933ef4a5c1d8.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024.

TAJRA, S.; RIBEIRO, J. **Inovação na prática**: design thinking e ferramentas aplicadas a startups. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

THOMAS, L. D. W.; AUTIO, E. **Innovation ecosystems**. La Salle: Universitat Ramon Llull; London: Imperial College Business School, 2019.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

UNESCO. Instituto de Estatística da UNESCO. **Dados para o Chile**. UNESCO, 2021.

YIN, Robert K. **Case study research and applications: design and methods**. 6. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.



8

*Danielle Lima Arantes
Pedro Noronha Fagundes
Beatriz Dantas Marques
Victor Crescibene Pezzutto
Alcides Barrichello
Rogerio Scabim Morano
Renato Cesar Sato
Matheus Cardoso Moraes
Emerson Gomes dos Santos*

O PARADOXO DA EFICIÊNCIA:

**ANÁLISE LONGITUDINAL DO ECOSISTEMA
DE INOVAÇÃO BRASILEIRO (2015-2024)**

RESUMO:

A evolução do ecossistema de inovação brasileiro enfrenta desafios estruturais complexos que impactam diretamente a competitividade nacional e o desenvolvimento socioeconômico. O objetivo central desta pesquisa é diagnosticar quantitativamente essa evolução entre 2015 e 2024, por meio da análise integrada dos indicadores macroeconômicos do Índice Global de Inovação e do Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento. Essa investigação alinha-se de maneira explícita às fases de Busca e Captura de Valor do ciclo de inovação, fundamentais para a prospecção e apropriação tecnológica. A pesquisa adota uma abordagem quantitativa, descritiva e documental, baseada na extração rigorosa e na análise longitudinal de dados secundários provenientes dos relatórios anuais oficiais de ambos os índices. Os resultados revelam o paradoxo da eficiência, cenário no qual a aparente ascensão do Brasil no ranking global decorre da queda de desempenho de outras nações, fato que mascara a redução contínua do escore absoluto nacional de 34,9 para 32,7. Constatou-se uma deterioração severa no pilar de instituições e a persistência de desigualdades regionais históricas. O eixo Sul-Sudeste concentra a eficiência na conversão de insumos em resultados tecnológicos, enquanto as regiões Norte e Nordeste permanecem à margem do desenvolvimento. Conclui-se que os ganhos relativos de competitividade são insustentáveis sem a mitigação de gargalos internos, cenário que evidencia uma evolução assimétrica do país. O estudo contribui teoricamente ao consolidar uma avaliação longitudinal inédita de múltiplas bases de dados e fornece subsídios práticos para a formulação de políticas públicas focadas na segurança regulatória.

Palavras-chave: Ecossistema de Inovação. Índice Global de Inovação. Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento. Eficiência da Inovação. Competitividade Nacional. Desigualdades Regionais.



ABSTRACT:

The evolution of the Brazilian innovation ecosystem faces complex structural challenges that directly impact national competitiveness and socioeconomic development. The central objective of this research is to quantitatively diagnose this evolution between 2015 and 2024 through an integrated analysis of macroeconomic indicators from the Global Innovation Index and the Brazil Innovation and Development Index. This investigation explicitly aligns with the Search and Value Capture phases of Tidd and Bessant's innovation cycle, which are fundamental for technological prospection and appropriation. The research adopts a quantitative, descriptive, and documentary approach based on the rigorous extraction and longitudinal analysis of secondary data from the official annual reports of both indices. The results reveal the efficiency paradox, a scenario where Brazil's apparent rise in the global ranking stems from the decline of other nations, a fact that masks the continuous reduction of the national absolute score from 34.9 to 32.7. The data show a severe deterioration in the institutions pillar and the persistence of historical regional inequalities. The South-Southeast axis concentrates the efficiency in the conversion of inputs into technological outputs, while the North and Northeast regions remain on the margins of development. We conclude that relative competitiveness gains are unsustainable without the mitigation of internal bottlenecks, a scenario that highlights an asymmetrical evolution of the country. The study contributes theoretically through the consolidation of an unprecedented longitudinal evaluation of multiple databases and provides practical insights for the formulation of public policies focused on regulatory security.

Keywords: Innovation Ecosystem. Global Innovation Index. Brazil Innovation and Development Index. Innovation Efficiency. National Competitiveness. Regional Inequalities.



1. INTRODUÇÃO

Pensar em novas soluções para desafios existentes, otimizar métodos de produção e criar novas tecnologias são processos inovadores que desempenham um papel central no desenvolvimento econômico e social. Tais práticas influenciam diretamente na competitividade entre as nações, na geração de empregos e na captação de investimentos. As inovações, desenvolvidas pelos países, evoluem com o tempo, condicionadas por fatores como a infraestrutura científica, o capital humano, o ambiente regulatório e a interação entre o governo, o setor privado e a academia (Medeiros, 2024; Negri e Kubota, 2008; Porter, 1990).

Esse desempenho inovador pode ser medido e comparado por meio de indicadores que refletem o seu progresso e impacto. Para essa mensuração, diversos índices foram criados, sendo o Índice Global de Inovação (GII) um dos mais amplamente utilizados na atualidade (WIPO, 2023). Publicado anualmente desde 2007, em parceria entre a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), a Universidade Cornell e o Institut Européen d'Administration des Affaires (INSEAD), o GIi avalia cerca de 133 países com base em 80 indicadores organizados em sete pilares, sendo cinco de entrada e dois de saída (Lucio e Bronnemann, 2021; Nasir e Zhang, 2024; WIPO, 2024). A partir dessa estrutura, o índice permite identificar fatores que impulsionam ou limitam a inovação, fornecendo subsídios para estratégias de aprimoramento (Barrichello, Santos e Morano, 2020).

Diversos estudos já analisaram a evolução da inovação no Brasil a partir do GIi. Galdino (2019) examinou os pilares de insumo entre 2013 e 2017, destacando gargalos no ambiente institucional. Frade (2024) ressaltou a necessidade de maior coordenação entre o governo, o setor privado e a academia. Justifica-se o presente artigo devido à necessidade de um olhar mais abrangente sobre os relatórios anuais do GIi, o que auxilia na compreensão do contexto da



inovação no Brasil, permitindo mapear tendências e desafios estruturais (Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024; Frade, 2024; Galdino, 2019).

Além disso, de forma a interpretar com mais profundidade a conjuntura brasileira, o estudo integra os dados do Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (IBID), lançado pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), em 2024. A decisão pela inclusão do IBID baseia-se na necessidade de avaliar também a inovação no contexto interno do Brasil. Essa abordagem alinha-se à fase de Busca do ciclo de inovação, focada no monitoramento do ambiente e na identificação de tendências (Tidd e Bessant, 2015). Em sua primeira edição, o IBID comparou os anos de 2014 e 2024, permitindo uma análise aprofundada das disparidades regionais e das mudanças estruturais na inovação em diferentes estados brasileiros (IBID, 2024; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020).

Para compreender a dinâmica desse ecossistema ao longo da última década, faz-se necessário observar o comportamento dos indicadores de insumo (*inputs*) e de resultado (*outputs*). A relação entre os recursos investidos e as inovações efetivamente geradas revela a eficiência do sistema nacional (Davenport e Harris, 2007; Provost e Fawcett, 2013). Acompanhar essas métricas em um horizonte longitudinal permite identificar não apenas os gargalos estruturais, mas também as oportunidades de aprimoramento na conversão de conhecimento em desenvolvimento tecnológico (Gil, 2008; WIPO, 2022).

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é diagnosticar quantitativamente a evolução do ecossistema de inovação brasileiro entre 2015 e 2024, por meio da análise integrada dos indicadores do GII e do IBID, identificando os gargalos estruturais e as disparidades regionais na conversão de insumos em resultados tecnológicos. Esse enfoque direciona-se a avaliar a evolução do ecossistema de inovação nacional ao longo do tempo, transcendendo a mera observação da posição do Brasil em relação a outros países. Diante desse contexto,



a investigação é orientada pela seguinte questão de pesquisa: como a evolução dos indicadores de insumo e resultado, mensurados pelo GII e pelo IBID na última década, explica os gargalos estruturais e as desigualdades regionais do ecossistema de inovação no Brasil?

2. REVISÃO DE LITERATURA

O *Global Innovation Index* (GII), desenvolvido pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual em parceria com a Universidade Cornell e o *Institut Européen d'Administration des Affaires*, atua como um referencial internacional para avaliar a capacidade de inovação dos países. Esse índice mensura os recursos que fomentam a inovação, denominados insumos, e os resultados gerados, conhecidos como produtos tecnológicos e criativos. A segmentação das análises de acordo com o nível de renda e o contexto regional permite comparações ajustadas entre nações em diferentes estágios de desenvolvimento. Essa abordagem é fundamental, visto que os fatores impulsionadores da inovação variam substancialmente entre economias avançadas e emergentes. Países desenvolvidos possuem mecanismos consolidados de colaboração entre universidades e indústrias, enquanto nações em desenvolvimento enfrentam barreiras estruturais relacionadas à distribuição de recursos, regulação e governança institucional (Barrichello, Santos e Morano, 2020; Medeiros, 2024; WIPO, 2024).

No contexto nacional, o IBID avalia o desempenho das unidades federativas em ciência, tecnologia e inovação. Desenvolvido pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial e lançado em 2024, o indicador oferece uma análise estruturada do cenário interno. Inspirado na metodologia do GII, o IBID apresenta adaptações específicas para a realidade brasileira, sendo composto por setenta e quatro indicadores distribuídos em sete pilares centrais. Essa estrutura



de avaliação viabiliza uma comparação abrangente entre os estados, considerando particularidades regionais e setoriais. O mapeamento dessas informações fornece dados estratégicos para a formulação de políticas públicas, destacando a distribuição de investimentos, o impacto das políticas de incentivo à pesquisa e as disparidades na adoção de novas tecnologias (Lucio e Bronnemann, 2021; IBDI, 2024; Negri e Kubota, 2008).

A estruturação desses índices dialoga diretamente com a fase de Busca do ciclo de inovação, focada no monitoramento do ambiente e na identificação de tendências tecnológicas e estruturais (Tidd e Bessant, 2015). O GII e o IBID classificam os fatores de inovação em dois grandes grupos de insumos e resultados, permitindo diagnosticar a eficiência do ecossistema. Os insumos englobam instituições, capital humano, infraestrutura, economia e negócios. As instituições referem-se ao ambiente político e à eficácia governamental, enquanto o capital humano inclui educação e investimentos em pesquisa. A infraestrutura abrange o acesso a tecnologias de informação e sustentabilidade. A economia e os negócios consideram o acesso ao crédito, a dinâmica competitiva e a qualificação dos trabalhadores. Por sua vez, os resultados dividem-se em conhecimento e tecnologia, que incluem patentes e publicações científicas, e economia criativa, focada em ativos intangíveis e exportações de bens criativos (Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024; Nasir e Zhang, 2024; WIPO, 2024).

O aprimoramento contínuo dos insumos de inovação é um requisito para garantir a competitividade de uma nação a longo prazo. No contexto brasileiro, a infraestrutura científica encontra-se concentrada predominantemente em universidades, com escassez de institutos dedicados exclusivamente à pesquisa aplicada. Essa configuração dificulta a integração do conhecimento gerado e sua respectiva conversão em inovação tecnológica comercializável. Os investimentos em infraestrutura de pesquisa apresentam-se pulverizados, limitando o impacto e a eficiência do sistema nacional



de inovação, o qual depende da interação entre agentes públicos e privados. A consolidação de vínculos sólidos entre empresas e universidades atua como um catalisador para promover a absorção do conhecimento e sua transformação em soluções efetivas para o mercado (Bate, Wachira e Danka, 2023; Galdino, 2019; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020).

A qualidade das instituições científicas, os gastos empresariais em pesquisa e desenvolvimento e as políticas governamentais para aquisição de tecnologias avançadas configuram elementos fundamentais para elevar a posição dos países nos rankings de competitividade. Esses fatores apresentam compatibilidade direta com os pilares de capital humano, sofisticação de negócios e sofisticação de mercado, reforçando a interdependência entre as diretrizes de inovação e o ambiente institucional. A vantagem competitiva das nações não se materializa de forma isolada, mas emerge de um sistema interligado que engloba infraestrutura tecnológica e dinamismo mercadológico. A formação de aglomerações industriais inovadoras fortalece a inserção global dos países, evidenciando a necessidade de ações coordenadas. Nações com aportes expressivos em educação superior e pesquisa científica registram desempenhos superiores, visto que a presença de ecossistemas colaborativos permite a conversão de investimentos em resultados industriais tangíveis (Barrichello, Santos e Morano, 2020; Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024; Porter, 1990).

As políticas de fomento à inovação demandam adaptação contínua à realidade econômica e social de cada país, garantindo um equilíbrio sustentável entre os recursos investidos e os resultados alcançados. A inovação converte-se em desenvolvimento econômico apenas quando existem incentivos para a transformação do conhecimento científico em produtos comercializáveis e processos produtivos otimizados. Apesar de avanços pontuais nas políticas públicas brasileiras, constata-se a ausência de uma estratégia abrangente e coordenada para integrar os múltiplos atores do sistema de inovação. A descontinuidade de programas de fomento



e a burocracia excessiva configuram barreiras estruturais severas. A superação desses obstáculos, alinhada à fase de Implementação do ciclo de inovação, exige a mitigação de resistências e a articulação eficiente entre governo, universidades e setor privado para consolidar um ecossistema tecnológico resiliente (Frade, 2024; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020; Nasir e Zhang, 2024; Tidd e Bessant, 2015).

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem quantitativa e descritiva de cunho documental, estruturada para mapear a evolução do ecossistema tecnológico brasileiro. Essa classificação justifica-se pela necessidade de mensurar fenômenos macroeconômicos por meio de técnicas padronizadas, permitindo a caracterização detalhada do cenário nacional ao longo do tempo (Gil, 2008). A utilização de dados secundários quantitativos viabiliza a identificação de padrões longitudinais, essenciais para compreender as flutuações de desempenho em rankings globais (Barrichello, Santos e Morano, 2020; Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024). A pesquisa documental caracteriza-se pela exploração de materiais institucionais que demandam tratamento analítico aprofundado sob a ótica do problema formulado, fornecendo um panorama fidedigno das capacidades instaladas sem a intenção de testar hipóteses causais estritas (Gil, 2008; Medeiros, 2024).

O desenho metodológico encontra-se intrinsecamente alinhado à fase de Busca do ciclo de inovação, a qual exige um mapeamento sistemático de sinais no ambiente macroeconômico para a identificação de tendências e gargalos estruturais (Tidd e Bessant, 2015). Adicionalmente, a definição dos indicadores a serem analisados remete à fase de Seleção, na qual critérios rigorosos são



estabelecidos para avaliar o potencial de conversão de recursos em resultados práticos (Tidd e Bessant, 2015). A integração dessas perspectivas teóricas orienta a coleta de dados, assegurando que a avaliação dos índices globais e nacionais reflita as reais dinâmicas de absorção e geração de tecnologia no país (Galdino, 2019; WIPO, 2024).

Os instrumentos de coleta basearam-se na extração de dados secundários provenientes de duas fontes oficiais e de acesso público. A primeira fonte compreende os relatórios anuais do *Global Innovation Index*, abrangendo o recorte temporal de 2015 a 2024, período selecionado para garantir uma análise longitudinal robusta de uma década completa (WIPO, 2015; WIPO, 2024). A segunda fonte consiste na edição inaugural do IBDI, publicada em 2024, cuja inclusão atua como um instrumento de aprofundamento para decompor as observações macroeconômicas em realidades estaduais específicas (IBDI, 2024). A escolha dessas bases justifica-se pela sua ampla aceitação acadêmica, fornecendo métricas padronizadas que viabilizam a comparabilidade internacional e regional (Lucio e Bronnemann, 2021; Nasir e Zhang, 2024).

A análise estruturou-se a partir da separação metodológica entre os indicadores de insumo e os indicadores de resultado. Desde 2019, o *Global Innovation Index* descontinuou o uso do *Innovation Efficiency Ratio* (IER) devido à alta incerteza estatística e aos amplos intervalos de confiança que prejudicavam comparações confiáveis entre os países (WIPO, 2022). Em substituição, a presente investigação adotou a análise direta e independente dos subíndices de entrada e saída, garantindo maior clareza na interpretação da eficiência do sistema (WIPO, 2022). Essa abordagem permite isolar as deficiências estruturais, como gargalos institucionais, das falhas na geração de produtos tecnológicos, visto que os insumos representam os esforços governamentais e os resultados materializam a eficácia dessas políticas (Bate, Wachira e Danko, 2023; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020).



O fluxo de trabalho metodológico foi executado em etapas sequenciais. Inicialmente, procedeu-se à revisão da literatura para fundamentar as categorias de análise. Em seguida, ocorreu a extração manual dos escores absolutos e das posições nos rankings diretamente dos relatórios originais, seguida pela tabulação padronizada em planilhas eletrônicas. Os princípios da tomada de decisão baseada em dados orientaram essa organização, priorizando a integridade e a rastreabilidade das informações coletadas (Davenport e Harris, 2007). Posteriormente, a base consolidada foi integrada à plataforma *Looker Studio*, com apoio do *Google Sheets*, viabilizando a construção de painéis analíticos dinâmicos com a precisão metodológica exigida pela inteligência de dados (Provost e Fawcett, 2013).

A técnica de análise de dados fundamentou-se na estatística descritiva e na avaliação comparativa longitudinal. Os escores absolutos foram examinados para identificar tendências de crescimento ou declínio ao longo dos dez anos, enquanto as posições nos rankings serviram para mensurar a competitividade relativa do país (Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024; Gil, 2008). No âmbito interno, os dados estaduais foram cruzados para mapear a concentração de recursos e a disparidade na geração de inovações entre as diferentes regiões geográficas (Porter, 1990). A avaliação dessas disparidades exigiu a padronização das escalas de medida, evidenciando como a infraestrutura tecnológica se distribui de forma assimétrica no território nacional (Frade, 2024; Gil, 2008).

Para assegurar o rigor científico e a confiabilidade dos achados, a pesquisa adotou mecanismos estritos de validação. A utilização exclusiva de relatórios auditados por organizações internacionais e autarquias federais mitiga os riscos de viés na origem das informações (IBDI, 2024; WIPO, 2024). Ademais, a triangulação dos dados globais com as métricas regionais atua como um protocolo de consistência, permitindo que as quedas de desempenho observadas no cenário internacional sejam validadas pelas deficiências estruturais mapeadas internamente (Gil, 2008; Negri e Kubota, 2008). A documentação



detalhada de todas as etapas de extração e os filtros aplicados nas bases de dados constituem um protocolo transparente, garantindo a replicabilidade integral do estudo (Davenport e Harris, 2007; Gil, 2008).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo analisa os resultados da pesquisa sob a ótica da eficiência na conversão de recursos em resultados tangíveis. A discussão está estruturada em cinco eixos analíticos sequenciais. Inicialmente, apresenta-se o panorama macroeconômico do Brasil no *Global Innovation Index* (GII). Na sequência, os pilares de insumo e de resultado são dissecados para avaliar as fases de Busca e Captura de Valor. Por fim, o desempenho regional é examinado à luz do IBID, evidenciando a capacidade de Implementação tecnológica dos entes federativos.

4.1. PANORAMA DA INOVAÇÃO NO BRASIL EM RELAÇÃO AO GII

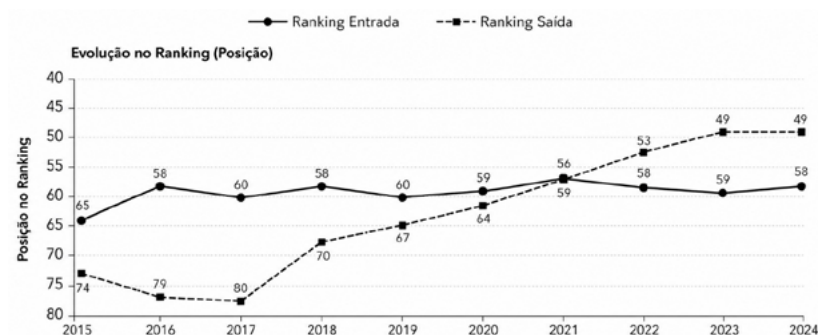
A trajetória do Brasil no *Global Innovation Index* (GII) na última década revela oscilações que resultaram em ganhos no ranking global, mas em queda no desempenho absoluto. Essa dinâmica insere-se diretamente nas fases de Busca e Captura de Valor do modelo de inovação. O cenário evidencia o descompasso entre a captação de insumos e a geração de impacto econômico (Cornell University, Insead e Wipo, 2024; Tidd e Bessant, 2015). Em 2015, o país ocupava a 70ª posição. A partir de 2019, quando alcançou a 66ª colocação, o desempenho absoluto sofreu uma queda acentuada e constante, mesmo com o país passando a figurar no 50º lugar em 2024. Entretanto, embora essa evolução possa demonstrar um avanço relativo, o score absoluto de 34,9 em 2015 diminuiu para 32,7 em 2024. Esse declínio quantitativo comprova a perda real de capacidade inovadora, refletindo



a deterioração contínua dos investimentos e da eficiência institucional interna. A ascensão no ranking global ocorreu em virtude da queda de desempenho de outras nações. Esse fenômeno acaba mascarando um enfraquecimento estrutural da base de inovação nacional (Barrichello, Santos e Morano, 2020; Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024).

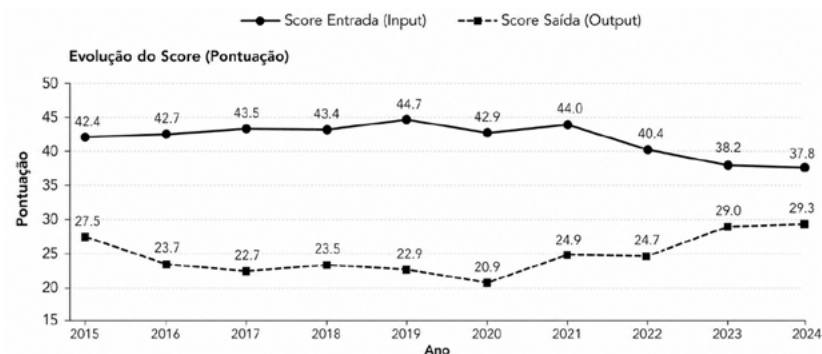
Para elucidar a divergência entre o posicionamento relativo e a capacidade real de inovação, os dados longitudinais de insumos e resultados foram consolidados. As Figuras 1 e 2 apresentam a evolução do Brasil no GII ao longo da última década.

Figura 1 - Evolução Consolidada do Brasil no GII (Ranking e Score Geral) entre 2015 e 2024



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Wipo (2015-2024).

Figura 2 - Evolução Consolidada do Brasil no GII (Input e Output) entre 2015 e 2024



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Wipo (2015-2024).



A análise das Figuras 1 e 2 demonstra trajetórias assimétricas entre os recursos investidos e os resultados gerados nos últimos dez anos. A consolidação desses dados permite uma visualização direta da correlação entre o esforço governamental e corporativo e a efetiva materialização de produtos e serviços tecnológicos. Essa estruturação analítica é fundamental para diagnosticar gargalos operacionais e direcionar políticas públicas focadas na otimização do Sistema Nacional de Inovação (Nasir e Zhang, 2024; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020; Wipo, 2024).

Os dados revelam que os insumos para a inovação apresentaram uma deterioração contínua no score absoluto. O indicador atingiu um pico de 44,7 em 2019, declinando para 37,8 em 2024. Esse cenário sugere desafios severos na manutenção de um ecossistema favorável à fase de Busca por inovações. Por outro lado, o score de output, que mensura a Captura de Valor, caiu de 27,5 em 2015 para 20,9 em 2020, apresentando recuperação constante até atingir 29,3 em 2024.

As métricas indicam um aumento na eficiência da conversão de insumos em inovação, embora o patamar permaneça baixo em termos globais (Galdino, 2019; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020). Mesmo com a queda no score absoluto, o Brasil manteve uma posição estável no ranking de *input*, oscilando entre a 58ª e a 65ª colocação. Esse dado corrobora a dificuldade generalizada de outras economias emergentes na criação de ambientes favoráveis (Bate, 2023; Frade, 2024).

A melhora mais expressiva do país ocorreu no ranking de output, subindo da 74ª posição em 2015 para a 49ª em 2024. Esse avanço destaca uma melhoria na posição relativa na geração de inovação. Todavia, a queda simultânea nos scores absolutos de *input* compromete a sustentabilidade desse progresso a longo prazo. Caso a tendência de retração nos investimentos e recursos estruturais continue, há um risco iminente de estagnação nos ganhos recentes de

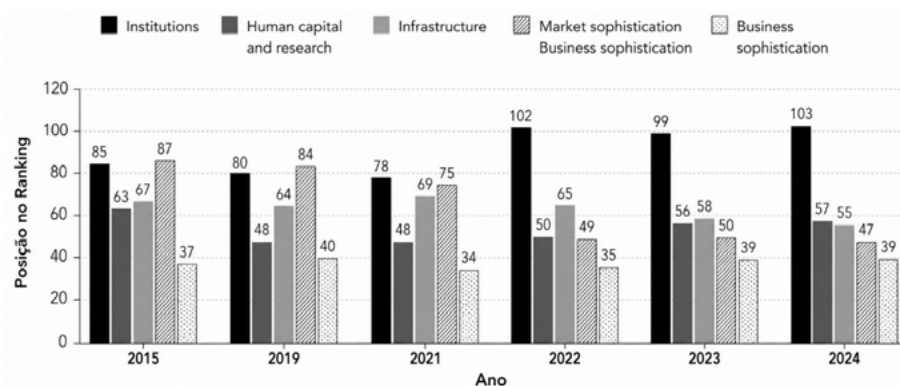


eficiência. Para consolidar sua competitividade global, o país precisa aumentar significativamente seus indicadores absolutos. É imperativo garantir que a fase de Implementação seja suportada por bases sólidas, evitando a dependência exclusiva da ineficiência de nações concorrentes (Cornell University, Insead e Wipo, 2024; Porter, 1990).

4.2. ANÁLISE DOS PILARES DE *INPUT* DE INOVAÇÃO NO BRASIL

A avaliação dos pilares de *input* de inovação no Brasil reflete diretamente a capacidade nacional na fase de Busca do modelo de inovação. Nos últimos dez anos, o país apresentou variações nos indicadores de insumo, evidenciando desafios estruturais e oportunidades de otimização. A trajetória revela avanços em setores específicos, acompanhados de retrações em áreas essenciais para a manutenção de um ambiente favorável à geração de ideias. Para compreender a dinâmica desses recursos, os dados de posicionamento e pontuação foram unificados. Conforme observado nas Figuras 3 e 4, a evolução dos pilares demonstra assimetrias no desenvolvimento da infraestrutura de suporte à inovação (Cornell University, Insead e Wipo, 2024; Tidd e Bessant, 2015).

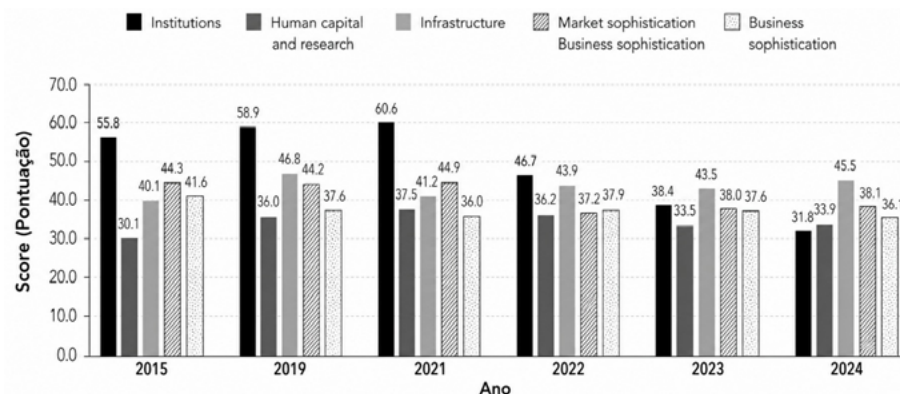
Figura 3 - Evolução do Ranking dos Pilares de Input de Inovação no Brasil (2015-2024)



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Wipo (2015-2024).



Figura 4 - Evolução do Score dos Pilares de Input de Inovação no Brasil (2015-2024)



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Wipo (2015-2024).

A análise das Figuras 3 e 4 indica que o pilar Institutions apresentou a maior retração da década. Até 2021, o score manteve-se acima de 50, atingindo um pico de 60,6. Contudo, entre 2022 e 2024, houve uma redução para 31,7. O Brasil caiu no ranking da 78ª para a 103ª posição, indicando um desempenho inferior comparado a outras economias. Esse cenário reflete alterações no ambiente regulatório e na governança, impactando a captação de recursos. Por outro lado, o indicador Infrastructure apresentou um crescimento constante ao longo do período observado. O score oscilou entre 40 e 48, resultando em uma melhora no ranking da 67ª para a 55ª posição. Esses dados sugerem a efetivação de investimentos em conectividade digital e logística, fatores essenciais para suportar a prospecção tecnológica (Barrichello, Santos e Morano, 2020; Galdino, 2019).

O pilar *Business Sophistication* demonstrou baixa variação nos últimos dez anos. Os scores permaneceram entre 35 e 41, com o ranking estabilizado entre a 37ª e a 39ª posição. Essa estagnação indica uma evolução limitada na capacidade das empresas de absorver novas tecnologias. O cenário reflete desafios estruturais na qualificação da mão de obra e na interação entre o setor privado e as instituições de pesquisa. Dentre os indicadores analisados,



o Human Capital and Research destacou-se como o aspecto mais crítico para a base de inovação nacional. O score variou entre 30 e 37,5. O ranking registrou uma melhora temporária para a 48ª posição em 2019, recuando para a 57ª posição em 2024. O desempenho desse pilar evidencia limitações nos investimentos em educação e pesquisa. Essa deficiência compromete a formação de redes de conhecimento (Bate, 2023; Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020).

A consolidação dos dados de *input* revela um ecossistema com gargalos operacionais na fase de Busca. O pilar *Market Sophistication*, apesar de um crescimento discreto no score, conseguiu melhorar no ranking, indicando um ganho de competitividade relativa. Verifica-se que, para avançar na consolidação de um sistema nacional robusto, o país precisa reverter a queda no indicador de instituições. É necessário ampliar os investimentos em educação e pesquisa, além de fortalecer a absorção tecnológica no setor empresarial. Os dados apontam que, sem a mitigação dessas vulnerabilidades estruturais, o país continuará enfrentando dificuldades para sustentar a geração de inovações. A superação dessas barreiras é um requisito fundamental para garantir a transição eficiente dos insumos. Somente assim será possível avançar para as etapas subsequentes de Seleção e Implementação de projetos tecnológicos (Frade, 2024; Nasir e Zhang, 2024; Porter, 1990).

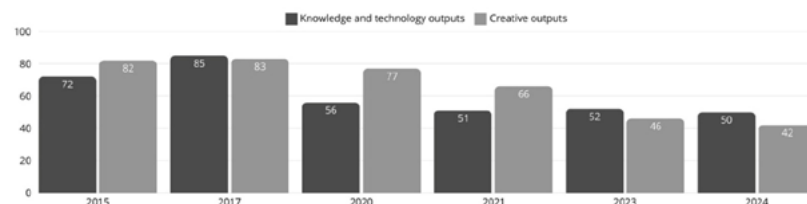
4.3. ANÁLISE DOS PILARES DE OUTPUT DE INOVAÇÃO NO BRASIL

A avaliação dos pilares de output reflete a eficiência do país na fase de Captura de Valor do ciclo de inovação. Nos últimos dez anos, o Brasil apresentou uma evolução nos resultados gerados, caracterizada por uma melhora no ranking global, mas sem um crescimento proporcional nos scores. Essa trajetória indica que o país ganhou competitividade relativa em relação a outras nações. Contudo, constata-se a ausência de um avanço estrutural significativo em sua capacidade inovadora. Para elucidar o comportamento



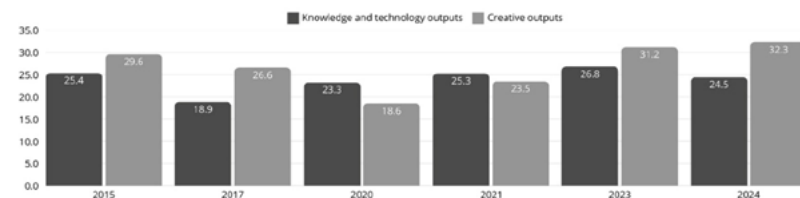
desses indicadores de resultado, as métricas de posicionamento e pontuação foram consolidadas. Conforme observado nas Figuras 5 e 6, a evolução dos pilares demonstra a variação na capacidade de comercialização e difusão tecnológica (Cornell University, Insead e Wipo, 2024; Tidd e Bessant, 2015).

Figura 5 - Evolução do Ranking dos Pilares de Output de Inovação no Brasil (2015-2024)



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Wipo (2015-2024).

Figura 6 - Evolução do Score dos Pilares de Output de Inovação no Brasil (2015-2024)



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Wipo (2015-2024).

A análise das Figuras 5 e 6 evidencia que o pilar *Creative Outputs* subiu 40 posições no ranking, da 82ª posição em 2015 para a 42ª em 2024. Nesse mesmo período, o seu score variou de 29,6 para 32,3. Entre 2015 e 2017, o indicador apresentou uma piora no ranking, chegando à 90ª posição, acompanhada por uma queda no score para 26,6. Esse período sugere uma redução na produção de ativos criativos e uma perda de competitividade em relação a outros países. Entre 2018 e 2020, a situação registrou retração adicional, com o score atingindo seu menor valor de 18,6. Esse declínio coincidiu com as restrições impostas pela pandemia de COVID-19. A partir

de 2021, ocorreu uma recuperação contínua, com o ranking subindo até a 42ª posição em 2024. O score alcançou 32,3, evidenciando uma retomada na produção e na exportação de bens e serviços criativos (Barrichello, Santos e Morano, 2020; Wipo, 2021).

O indicador *Knowledge & Technology Outputs* teve um avanço de 22 posições no ranking, passando da 72ª para a 50ª posição. Todavia, o seu score permaneceu praticamente inalterado, oscilando entre 18,9 em 2017 e 26,8 em 2023, encerrando o período em 24,4. O momento de maior retração ocorreu em 2017, quando o ranking caiu para a 85ª posição. Nos anos seguintes, houve uma melhora gradual, impulsionada por uma recuperação no ranking, que chegou à 56ª posição em 2020. Entre 2021 e 2023, o ranking oscilou, mas terminou com uma posição mais favorável. Essa trajetória sugere que, embora o Brasil tenha melhorado sua posição relativa no cenário global, os avanços internos ainda são limitados. Esses resultados mostram-se insuficientes para impulsionar uma transformação estrutural na inovação tecnológica e na geração de patentes (Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024; Nasir e Zhang, 2024).

A diferença no comportamento entre os pilares *Creative Outputs* e *Knowledge & Technology Outputs* pode estar associada ao impacto diferenciado dos pilares de *input*. A recuperação dos *outputs* criativos pode estar relacionada a melhorias na infraestrutura digital e na logística. Esses fatores favoreceram a disseminação de produtos e serviços criativos. Em contraste, a estagnação do score de *Knowledge & Technology Outputs* reflete as dificuldades persistentes na conversão de pesquisa em inovação aplicada. Esse gargalo é impactado pela deterioração do ambiente institucional e pela falta de uma maior integração entre o setor produtivo e o acadêmico. Dessa forma, os avanços observados no ranking precisam ser acompanhados por investimentos estruturais. Apenas com essa base será possível garantir que o crescimento competitivo do Brasil se traduza em uma efetiva Captura de Valor no mercado global (Frade, 2024; Galdino, 2019; Porter, 1990).



4.4. PANORAMA DA INOVAÇÃO NO BRASIL EM RELAÇÃO AO IBID

A análise regional da inovação no Brasil, fundamentada no IBID, evidencia a capacidade dos estados nas fases de Implementação e Captura de Valor. Nos últimos dez anos, o cenário nacional passou por transformações que refletem a eficiência na conversão de recursos em resultados tangíveis. Alguns estados registraram retrações em seus indicadores, demonstrando dificuldades na gestão de projetos tecnológicos e na superação de gargalos estruturais. Para elucidar essas disparidades regionais e a evolução comparativa entre 2014 e 2024, os dados de posicionamento e pontuação dos entes federativos mais relevantes foram consolidados. Conforme observado na Tabela 1, a variação dos indicadores demonstra a heterogeneidade regional. Os dados evidenciam a capacidade de absorção e aplicação de tecnologias (IBDI, 2024; Tidd e Bessant, 2015).

Tabela 1 - Evolução Consolidada do IBID (Ranking, Score Geral, Inputs e Outputs) de Estados Seleccionados entre 2014 e 2024

Estado	Região	IBID 2024	IBID 2014	Score IBID 2024	Score IBID 2014
SP	Sudeste	1	1	0,891	0,877
SC	Sul	2	3	0,415	0,390
PR	Sul	3	6	0,406	0,358
RJ	Sudeste	4	2	0,402	0,435
RS	Sul	5	4	0,401	0,389
MG	Sudeste	6	5	0,378	0,360
DF	Centro-Oeste	7	7	0,304	0,317
ES	Sudeste	8	9	0,268	0,240
GO	Centro-Oeste	9	8	0,252	0,241
MS	Centro-Oeste	10	10	0,228	0,230
RN	Nordeste	11	13	0,216	0,197
MT	Centro-Oeste	12	11	0,205	0,204
PE	Nordeste	13	12	0,195	0,199



CE	Nordeste	14	15	0,188	0,189
BA	Nordeste	15	16	0,179	0,177
SE	Nordeste	16	14	0,178	0,195
PB	Nordeste	17	18	0,167	0,164
PI	Nordeste	18	21	0,160	0,151
TO	Norte	19	19	0,154	0,153
AM	Norte	20	17	0,153	0,166
AL	Nordeste	21	27	0,143	0,121
RO	Norte	22	20	0,143	0,152
RR	Norte	23	22	0,135	0,146
PA	Norte	24	24	0,133	0,124
AP	Norte	25	26	0,132	0,122
MA	Nordeste	26	25	0,125	0,123
AC	Norte	27	23	0,111	0,136

Fonte: Elaborada pelos autores com base em IBDI (2024).

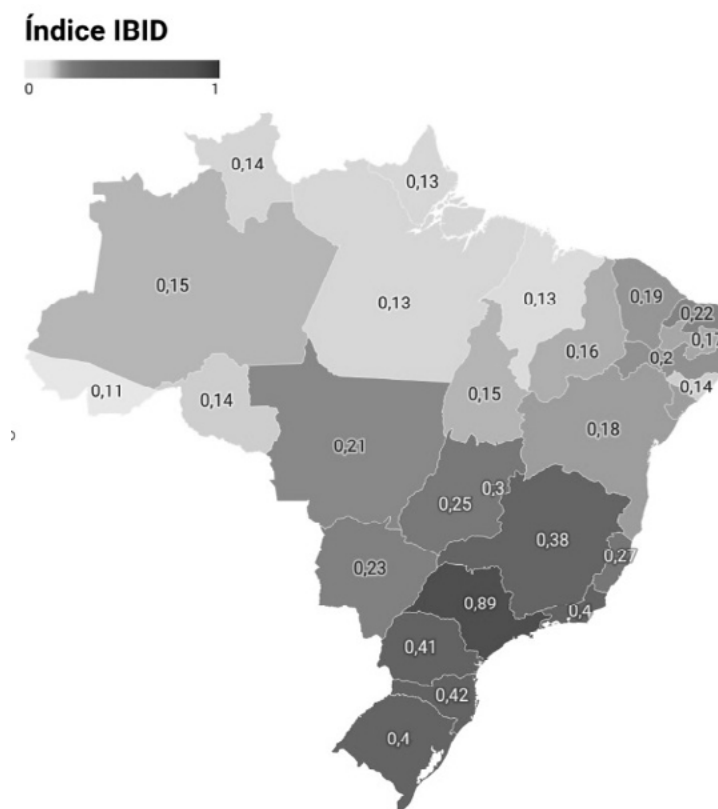
A análise da Tabela 1 revela que estados como São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul mantiveram a liderança nacional. São Paulo consolidou sua posição com um aumento no score geral, passando de 0,877 para 0,891. Em contrapartida, o Rio de Janeiro e o Espírito Santo apresentaram redução em seus indicadores, evidenciando perda de dinamismo na fase de Implementação. A relação entre investimentos e resultados inovadores demonstrou assimetrias significativas. Estados como Amazonas, Amapá e Ceará ampliaram seus aportes, mas não conseguiram converter esses recursos em impacto inovador. Paralelamente, Mato Grosso e Tocantins reduziram seus insumos, mas ampliaram seus resultados. Esse cenário demonstra alta eficiência na Captura de Valor (Barrichello, Santos e Morano, 2020; IBDI, 2024).

A concentração de capacidade inovadora reflete um padrão histórico de desigualdade no território nacional. O eixo Sul-Sudeste concentra a infraestrutura tecnológica e o capital humano qualificado,



garantindo a manutenção de vantagens competitivas. Em contrapartida, as regiões Norte e Nordeste enfrentam limitações severas para sustentar ecossistemas robustos. A ausência de políticas de fomento direcionadas agrava esse distanciamento tecnológico entre os entes federativos. A visualização espacial dessas disparidades permite identificar os polos de excelência e as zonas de vulnerabilidade estrutural. Conforme observado na Figura 7, a distribuição geográfica dos resultados reforça a polarização da inovação no país (Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024; Porter, 1990).

Figura 7 - Mapa de Calor da Inovação nos Estados Brasileiros Segundo o Índice IBID



Fonte: Elaborada pelos autores com base em IBDI (2024).



Conforme a Figura 7, a representação térmica comprova a polarização tecnológica nacional, destacando a liderança consolidada do eixo Sul-Sudeste frente às vulnerabilidades persistentes das regiões Norte e Nordeste. A análise dos pilares específicos revela que a maioria dos estados apresentou avanços em capital humano e infraestrutura. Contudo, os indicadores de negócios e economia permaneceram estagnados, evidenciando baixa diversificação produtiva e dificuldades no acesso a crédito. No âmbito dos resultados, a economia criativa e a produção de conhecimento apresentaram crescimentos pontuais, mas insuficientes para alterar a matriz econômica das regiões menos desenvolvidas. Para que o país avance de forma sustentável, será essencial fortalecer a governança institucional e melhorar a articulação entre a academia e o setor produtivo. A superação dessas barreiras regionais é fundamental para garantir a eficácia das fases de Implementação e Captura de Valor. Essa integração deve ocorrer em todo o território nacional (Frade, 2024; Galdino, 2019; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020).

4.5. DISCUSSÃO E SÍNTESE

A análise longitudinal dos indicadores revela um paradoxo no ecossistema brasileiro: o ganho de competitividade relativa no cenário global mascara uma deterioração estrutural interna. O declínio contínuo nos pilares de insumo, especialmente em instituições e capital humano, evidencia gargalos severos na fase de Busca do ciclo de inovação (Tidd e Bessant, 2015). Ao contrário do previsto por Porter (1990) sobre a necessidade de um ambiente regulatório estável para a formação de vantagens competitivas, a retração institucional brasileira compromete a atração de investimentos e a formação de redes de conhecimento complexas.

No âmbito dos resultados, a dificuldade na conversão de pesquisa acadêmica em produtos comercializáveis afeta diretamente



as fases de Implementação e Captura de Valor. A literatura corrobora que o avanço isolado em infraestrutura mostra-se insuficiente para sustentar um ecossistema robusto sem a qualificação da mão de obra e a sofisticação empresarial (Barrichello, Santos e Morano, 2020; Coutinho e Au-Yong-Oliveira, 2024). A concentração da infraestrutura científica nas universidades, aliada à baixa integração com o setor produtivo, atua como uma barreira à difusão tecnológica, limitando a viabilidade de projetos de alto impacto.

A análise regional confirma a fragmentação do Sistema Nacional de Inovação (SNI). A capacidade de implementação e a formação de *clusters* industriais eficientes estão restritas aos polos do Sul e Sudeste, que conseguem manter resiliência na conversão de insumos. Em contrapartida, as regiões Norte e Nordeste permanecem à margem do desenvolvimento tecnológico devido à ausência de políticas coordenadas e à baixa capacidade de absorção local (Bate, 2023; Schons, Prado Filho e Galdino, 2020). Essa assimetria comprova que a evolução do ecossistema na última década ocorreu de forma excludente, exigindo estratégias que mitiguem a burocracia e fomentem a colaboração inter-regional para garantir a apropriação econômica das inovações em todo o território.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa cumpriu o objetivo de diagnosticar quantitativamente a evolução do ecossistema de inovação brasileiro ao longo de uma década, respondendo à questão sobre como os indicadores explicam os gargalos estruturais e as desigualdades regionais. A trajetória do Brasil revela um avanço na competitividade relativa, mas sem um crescimento estrutural uniforme. Embora o país tenha melhorado no ranking global de inovação, seu escore



absoluto caiu, indicando que esse progresso decorre mais da queda de desempenho de outras nações do que de melhorias internas.

A avaliação dos insumos e resultados evidencia um comportamento assimétrico que define o atual paradoxo de eficiência nacional. O escore de insumos apresentou redução na década, enquanto o ranking de resultados melhorou, sugerindo um aumento na eficiência da conversão tecnológica. Contudo, a equivalência entre os pilares dos índices destaca a deterioração drástica das instituições, o que impactou severamente a confiança dos investidores e a segurança regulatória nos estados.

O índice nacional confirma essa tendência e reforça que a inovação continua concentrada em poucas regiões, sem uma disseminação equilibrada. Enquanto a infraestrutura apresentou crescimento em dezoito estados, trazendo benefícios tangíveis em logística e conectividade digital, regiões como o Norte e o Nordeste mantêm dificuldades persistentes para transformar insumos em inovação aplicada. Essa disparidade comprova que o desenvolvimento inovador não ocorre de maneira homogênea no território nacional.

Nesse contexto, o estudo apresenta contribuições teóricas relevantes ao consolidar uma análise longitudinal integrada de duas bases de dados distintas, preenchendo lacunas sobre a eficiência e a dinâmica do ecossistema nacional. Do ponto de vista prático, a pesquisa fornece um mapeamento estruturado que auxilia gestores públicos e privados na identificação de gargalos operacionais. Esse diagnóstico orienta a alocação de recursos para áreas com maior defasagem, especialmente diante da dificuldade do setor privado em adotar novas tecnologias e inovar em larga escala.

As contribuições sociais manifestam-se na evidência clara das disparidades regionais, alertando para a necessidade urgente de democratização do acesso à infraestrutura tecnológica. Os impactos econômicos e sociais mapeados indicam que a concentração de



recursos em polos específicos perpetua a desigualdade e limita o desenvolvimento de capacidades locais. A superação desse cenário exige a formulação de políticas públicas inclusivas, capazes de fomentar a geração de empregos qualificados e promover a sustentabilidade econômica em regiões historicamente marginalizadas.

Para consolidar um ecossistema inovador mais sólido e mitigar a deterioração institucional, recomendam-se diretrizes práticas de políticas públicas. É essencial estabilizar os marcos regulatórios para garantir segurança jurídica, ampliar os investimentos estratégicos em educação e pesquisa, e fortalecer a integração direta entre a academia e o setor produtivo. Além disso, a criação de incentivos específicos para a inovação nas regiões menos desenvolvidas mostra-se imperativa para reverter o quadro de desigualdade e impulsionar o setor de financiamento, que continua restrito.

Apesar da robustez dos achados, algumas limitações devem ser consideradas. A dependência exclusiva de dados secundários macroeconômicos restringe a análise a variáveis que nem sempre capturam a complexidade e a resiliência do ecossistema inovador no nível setorial. Além disso, a pesquisa não explora em profundidade os fatores internos e microeconômicos de cada estado que impactam a inovação, como a eficácia de políticas locais de fomento e o impacto direto de legislações recentes.

Como agenda futura, recomenda-se a realização de estudos comparativos entre estados brasileiros e regiões de países emergentes com características semelhantes. Sugere-se também a investigação dos efeitos diretos dos investimentos públicos e privados na inovação regional, utilizando abordagens qualitativas para compreender os mecanismos locais. Por fim, o avanço no ranking global não pode mascarar a necessidade de mudanças estruturais. Caso a trajetória de queda nos insumos continue, os recentes ganhos nos resultados se tornarão insustentáveis, comprometendo a competitividade do Brasil a longo prazo.



REFERÊNCIAS

BARRICHELLO, A.; SANTOS, E. G.; MORANO, R. S. Determinant and priority factors of innovation for the development of nations. **Innovation & Management Review**, v. 17, n. 3, p. 307-320, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/INMR-04-2019-0040>

BATE, A. F.; WACHIRA, E. W.; DANKA, S. The determinants of innovation performance: an income-based cross-country comparative analysis using the Global Innovation Index (GII). **Journal of innovation and entrepreneurship**, v. 12, n. 1, p. 20, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00283-2>

COUTINHO, E. M. O.; AU-YONG-OLIVEIRA, M. Innovation's performance: a transnational analysis based on the Global Innovation Index. **Administrative Sciences**, Basel, v. 14, n. 2, art. 32, 2024. DOI: 10.3390/admsci14020032.

DAVENPORT, T. H.; HARRIS, J. G. **Competing on analytics**: Updated, with a new introduction: The new science of winning. Harvard Business Press, 2017.

FRADE, L. C. S. (org.). **A história da inovação no Brasil**: desafios e oportunidades. Niterói: CTSMArt, 2024. ISBN 978-65-01-03839-1.

GALDINO, J. F. Análise de desempenho dos insumos de inovação do sistema nacional de inovação do Brasil. **Exacta**, v. 17, n. 2, p. 75-93, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v17n2.8125>.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ÍNDICE BRASIL DE INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO (IBID). **Relatório IBID 2024**. Brasília, DF: IBID, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/inpi-data/indice-brasil-de-inovacao-e-desenvolvimento-ibid/IBID_2024_PT.BRfinal.pdf. Acesso em: 5 jan. 2025.

LUCIO, M. A.; BRONNEMANN, M. Influência da internacionalização na inovação das nações com base no Global Innovation Index. **Revista Fatec Zona Sul (REFAS)**, v. 7, n. 4, p. 138-154, 2021.

MEDEIROS, A. B. C. D. O desenvolvimento tecnológico no Brasil: desafios e oportunidades que a Lei do Bem gera para as empresas. **Caderno Virtual**, v. 1, n. 58, p. 1-18, 2024.

NASIR, M. H.; ZHANG, S. Evaluating innovative factors of the global innovation index: a panel data approach. **Innovation and Green Development**, v. 3, n. 1, art. 100096, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100096>.



NEGRI, J. A. D.; KUBOTA, L. C. (org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3237/1/Políticas%20de%20incentivo%20à%20inovação%20tecnológica%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2025.

PORTER, M. E. The competitive advantage of nations. **Harvard Business Review**, Boston, v. 68, n. 2, p. 73-93, mar./abr. 1990. Disponível em: <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>. Acesso em: 10 dez. 2024.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. **Data science for business**: what you need to know about data mining and data-analytic thinking. Sebastopol: O'Reilly Media, 2013.

SCHONS, D. L.; PRADO FILHO, H. V.; GALDINO, J. F. Política Nacional de Inovação: uma questão de crescimento econômico, desenvolvimento e soberania nacional. **Coleção Meira Mattos**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 49, p. 51-76, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22491/cmm.a021>

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Global Innovation Index 2022**: what is the future of innovation-driven growth? Geneva: WIPO, 2022. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4622>. Acesso em: 15 dez. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Global Innovation Index 2023**: innovation in the face of uncertainty. Geneva: WIPO, 2023. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4679>. Acesso em: 15 dez. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Global Innovation Index 2024**: unlocking the promise of social entrepreneurship. Geneva: WIPO, 2024. Disponível em: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2024/. Acesso em: 15 dez. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **World intellectual property indicators - 2015**. Geneva: WIPO, 2015. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4003>. Acesso em: 15 dez. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **World intellectual property indicators 2016**. Geneva: WIPO, 2016. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4138>. Acesso em: 15 dez. 2024.



WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **World intellectual property indicators 2017**. Geneva: WIPO, 2017. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4234>. Acesso em: 15 dez. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **World intellectual property indicators 2018**. Geneva: WIPO, 2018. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4369>. Acesso em: 15 dez. 2024.



Bloco

IV

CAPITAL HUMANO, COMPETITIVIDADE E MÉTRICAS DE IMPACTO

Figura 1 - Bloco IV e seus respectivos capítulos

Cap. 9: Capital Humano e Pesquisa no BRICS

Destaca a liderança da China em investimentos de P&D e os desafios do Brasil na retenção de talentos científicos.

Cap. 10: Internacionalização de Startups

Investiga barreiras culturais e a necessidade de maturidade organizacional para startups brasileiras capturarem valor em mercados externos.

Cap. 11: Avaliação da Inovação Universitária

Compara os rankings RUF e RUE para mostrar que a excelência em pesquisa acadêmica nem sempre se traduz em desempenho empreendedor.



Fonte: Os autores (2026).

9

Geisse Rosane de Faria Dias Costa

Alan Romão Silva

Gustavo Adolpho Bonesso

Paulo Cezar Araujo

Vanessa Andrade Pereira

Carlos Marcelo Gurjão de Godoy

Eduardo Quinteiro

Regina Célia Coelho

CAPITAL HUMANO E PESQUISA NO BRICS:

UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO
NO ÍNDICE GLOBAL DE INOVAÇÃO

RESUMO:

No presente estudo analisaram-se os indicadores de inovação nos países que originalmente compunham o BRICS, com base no Índice Global de Inovação, para identificar fatores de destaque. A pesquisa justifica-se pela necessidade de compreender as dinâmicas de inovação nesses países e seu impacto na competitividade global e no desenvolvimento sustentável. Sob a ótica do ciclo de inovação, a investigação concentra-se nas fases de Busca, ao mapear tendências e oportunidades tecnológicas, e de Captura de Valor, ao avaliar como os insumos se convertem em vantagens competitivas. Foram utilizados dados secundários referentes ao período de 2021 a 2023, analisados por meio de uma abordagem comparativa quantitativa, com ênfase no pilar de Capital Humano e Pesquisa. Os resultados revelaram que a China lidera consistentemente nos indicadores de inovação devido a investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento, enquanto o Brasil enfrenta desafios estruturais relacionados à infraestrutura, educação e políticas públicas. Concluiu-se que o aporte financeiro contínuo em pesquisa e a estabilidade política são determinantes para a inovação e o progresso econômico nas nações analisadas. O estudo contribui de forma prática e teórica ao identificar estratégias para aprimorar os indicadores, propor medidas de fortalecimento das políticas públicas integradas e destacar a relevância da colaboração internacional. As limitações incluem a dependência exclusiva de dados secundários globais e a exclusão de variáveis contextuais regionais mais amplas. Sugere-se, para trabalhos futuros, ampliar o escopo da pesquisa para outros blocos econômicos e explorar metodologias complementares em setores estratégicos.

Palavras-chave: Índice Global de Inovação. BRICS. Capital Humano. Pesquisa e Desenvolvimento. Economias Emergentes. Competitividade Global.



ABSTRACT:

This study analyzed innovation indicators in the original BRICS countries based on the Global Innovation Index to identify key performance factors. The research is justified by the need to understand innovation dynamics in these nations and their impact on global competitiveness and sustainable development. From the perspective of the innovation cycle, the investigation focuses on the Search phase, by mapping technological trends and opportunities, and the Value Capture phase, by evaluating how inputs are converted into competitive advantages. Secondary data from 2021 to 2023 were analyzed using a quantitative comparative approach, emphasizing the Human Capital and Research pillar. Results revealed that China consistently leads in innovation indicators due to substantial investments in research and development, whereas Brazil faces structural challenges related to infrastructure, education, and public policies. It was concluded that continuous financial investment in research and political stability are determinants for innovation and economic progress in the analyzed nations. The study offers practical and theoretical contributions by identifying strategies to improve indicators, proposing measures to strengthen integrated public policies, and highlighting the relevance of international collaboration. Limitations include the exclusive reliance on global secondary data and the exclusion of broader regional contextual variables. For future work, it is suggested to expand the research scope to other economic blocs and explore complementary methodologies in strategic sectors.

Keywords: Global Innovation Index. BRICS. Human Capital. Research and Development. Emerging Economies. Global Competitiveness.



1. INTRODUÇÃO

Os indicadores de inovação são métricas essenciais que permitem a avaliação e a comparação do desempenho inovativo entre diferentes economias, refletindo a capacidade de um país em gerar e implementar novas ideias, produtos e processos (Lucio e Bronnemann, 2021). O Índice Global de Inovação (GII) emerge como uma ferramenta abrangente e sistemática, compilada anualmente por instituições como a Universidade de Cornell, o INSEAD e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), que classifica as nações com base em um conjunto diversificado de indicadores agrupados em pilares de insumos e resultados (Dutta *et al.*, 2023; Lucio e Bronnemann, 2021). A análise dessas métricas possibilita compreender as estratégias típicas de diferentes mercados e os fatores que impulsionam ou restringem o avanço tecnológico (Stettiner *et al.*, 2021).

Constituído como uma referência consolidada na avaliação de ecossistemas em mais de 130 economias, o GII utiliza uma base de 80 indicadores coletados de fontes públicas e privadas (WIPO, 2023). O índice é estruturado em pilares de entradas, que englobam elementos facilitadores como Instituições, Capital Humano e Pesquisa, e pilares de saídas, que capturam os resultados tangíveis das atividades inovadoras (Huang e Yu, 2022; WIPO, 2023). Nesse cenário, o grupo BRICS, formado originalmente por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, representa economias emergentes com grande potencial de crescimento e impacto na economia global (Franco e Oliveira, 2017). Desde sua formação, o bloco tem promovido a cooperação econômica, científica e tecnológica, buscando fortalecer o papel dessas nações no cenário internacional (Franco e Oliveira, 2017; Kahn, 2015).

Estudos recentes exploram a complexidade dos pilares que compõem o GII, demonstrando a importância do Capital Humano



e Pesquisa na composição das pontuações do índice (Huarng e Yu, 2022; Oturakci, 2023). A investigação da relação entre os subíndices de entrada e saída destaca que o pilar de Capital Humano e Pesquisa é um dos principais contribuintes para a capacidade inovativa (Oturakci, 2023). Apesar do progresso geral dos membros do BRICS nessa dimensão, existem variações significativas no desenvolvimento educacional e na infraestrutura de pesquisa entre essas nações. O desenvolvimento de um capital humano qualificado é indispensável para a criação de tecnologias e processos, exigindo políticas eficazes para alavancar os resultados (Cavichioli, Conceição e Costa, 2024).

Justifica-se o presente estudo pela necessidade de compreender as dinâmicas específicas dos países emergentes, que enfrentam barreiras estruturais, institucionais e culturais para avançar na inovação tecnológica (Andrade, Rocha e Nascimento, 2022; Cavichioli, Conceição e Costa, 2024). A ausência de uma base tecnológica consolidada e as limitações no financiamento acentuam a desvantagem em relação a economias desenvolvidas, tornando imperativa a análise de métricas globais para orientar decisões estratégicas (Bogers, Burcharth e Chesbrough, 2019; World Bank, 2020). A identificação de fatores de destaque relacionados ao pilar de Capital Humano e Pesquisa fornece subsídios para o desenvolvimento de estratégias que possam aprimorar a capacidade inovativa e a posição desses países no cenário internacional (Cavichioli, Conceição e Costa, 2024; Gyedu *et al.*, 2021).

O alinhamento conceitual desta pesquisa ocorre na fase de Busca do modelo de gestão da inovação, focando na identificação de tendências e no mapeamento de dados essenciais para a geração de ideias e formulação de estratégias (Tidd e Bessant, 2015). Nesse sentido, o artigo tem por objetivo comparar a evolução dos índices de inovação nos países membros originais do BRICS, utilizando dados do GII de 2021 a 2023, e identificar os fatores de destaque com ênfase no pilar de Capital Humano e Pesquisa. A abordagem quantitativa



visa diagnosticar as deficiências estruturais e as lideranças consolidadas por meio de investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

A exploração desses dados permite o entendimento das dinâmicas que impulsionam ou limitam a inovação em economias emergentes, oferecendo percepções para a formulação de políticas públicas (Figueiredo, Sandri e Guerra, 2024; Leal e Figueiredo, 2021). Diante das disparidades observadas nos aportes financeiros e nas métricas educacionais, emerge o seguinte questionamento central que norteia esta investigação: quais são os fatores críticos do pilar de Capital Humano e Pesquisa que determinam as variações no desempenho de inovação entre os países originais do BRICS no período de 2021 a 2023?

2. REVISÃO DE LITERATURA

O termo BRICS foi cunhado em 2001 para designar o bloco formado originalmente por Brasil, Rússia, Índia e China, com a posterior adesão da África do Sul, representando economias emergentes com expressivo potencial de impacto global. Historicamente, essas nações saltaram de uma representatividade de 8% do Produto Interno Bruto mundial no ano 2000 para 23,3% em paridade do poder de compra, impulsionando a busca por maior protagonismo em fóruns internacionais e culminando na criação de iniciativas estratégicas como o Novo Banco de Desenvolvimento (Franco e Oliveira, 2017). Sob a ótica da gestão da inovação, a articulação desse bloco reflete um esforço macroeconômico alinhado à fase de Busca, na qual essas economias monitoram o ambiente global para identificar oportunidades de cooperação científica e tecnológica, visando superar a dependência de nações desenvolvidas e fortalecer seus próprios ecossistemas inovativos (Franco e Oliveira, 2017; Tidd e Bessant, 2015).



Para mensurar a eficácia dessas estratégias de busca e desenvolvimento, a literatura recente tem explorado a complexidade estrutural do Índice Global de Inovação por meio de modelagens estatísticas avançadas. Estudos baseados em análises qualitativas comparativas e correlações canônicas demonstram que nem todos os indicadores possuem o mesmo peso na determinação da capacidade inovativa de um país (Huarng e Yu, 2022; Oturakci, 2023). Especificamente na avaliação dos subíndices de entrada de inovação, evidenciou-se que o pilar de Capital Humano e Pesquisa atua como o principal vetor de alavancagem, contribuindo com 68,7% do peso estatístico na formação das pontuações globais (Oturakci, 2023). Essa constatação quantitativa justifica a centralidade deste pilar como objeto de estudo, uma vez que a qualificação da força de trabalho e a infraestrutura de pesquisa são pré-requisitos absolutos para que as economias emergentes consigam avançar para as etapas subsequentes de implementação tecnológica.

A inovação tecnológica é crucial para o crescimento e o desenvolvimento econômico global (Gyedu *et al.*, 2021). Sob a ótica do modelo de gestão da inovação, a fase de Busca representa o momento em que as nações identificam oportunidades e tendências (Tidd e Bessant, 2015). Nos países do BRICS, um aumento nos valores iniciais de pesquisa e desenvolvimento, patentes e produto interno bruto per capita eleva o nível atual de investimentos, resultando em um impacto significativo e rápido no crescimento econômico (Gyedu *et al.*, 2021; WIPO, 2023). Além disso, a inovação tecnológica afeta tanto o crescimento econômico quanto a mitigação da degradação ambiental (Anser *et al.*, 2024). Compreender sua interação com o consumo de energia e o uso de recursos é fundamental, especialmente à medida que avançam as tecnologias energéticas e cresce o foco global em energia renovável (Anser *et al.*, 2024; Souza, 2024).

Na transição para a fase de Seleção, as economias precisam definir quais iniciativas receberão aportes estratégicos (Tidd e Bessant, 2015). O compartilhamento de conhecimento e o fomento à criatividade



são vitais para economias sustentáveis, particularmente nos países do BRICS, onde aprimoram o desempenho organizacional e exigem uma cultura de transferência de conhecimento (Mahlaba, Matebesi e Mlambo, 2023; Rani e Kumar, 2022). O capital de risco também desempenha um papel significativo na competitividade global e digital, pois financia o empreendedorismo e impulsiona o desenvolvimento sustentável, sendo sensível a fatores específicos como a economia digital (Popkova, Inshakova e Sergi, 2021; Srivastava, 2020). O empreendedorismo, analisado por índices globais, ajuda a entender as implicações na redução da pobreza e da desigualdade social (Rani e Kumar, 2022; Srivastava, 2020). Por fim, embora ricos em recursos naturais, os países do BRICS enfrentam desafios em equilibrar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental e na gestão eficiente desses recursos (Anser *et al.*, 2024; Hallack *et al.*, 2023).

A execução das estratégias selecionadas ocorre na fase de Implementação, etapa em que os países emergentes enfrentam desafios significativos para avançar na inovação tecnológica devido a barreiras estruturais, institucionais e culturais (Andrade, Rocha e Nascimento, 2022; Tidd e Bessant, 2015). A ausência de uma base tecnológica consolidada, combinada com limitações no financiamento e na integração entre os setores público e privado, acentua a desvantagem em relação a economias desenvolvidas (Andrade, Rocha e Nascimento, 2022; Bogers, Burcharth e Chesbrough, 2019). No Brasil, apesar do aumento nos investimentos em pesquisa desde 1999, a eficácia ainda é limitada por fatores como a desconexão entre universidades e empresas, a burocracia e a resistência cultural (Andrade, Rocha e Nascimento, 2022; Cavichioli, Conceição e Costa, 2024). Essa lacuna restringe o aproveitamento do potencial inovador das universidades, responsáveis por grande parte das pesquisas e patentes nacionais (Andrade, Rocha e Nascimento, 2022; Leal e Figueiredo, 2021).

A insuficiência de investimentos privados é uma questão central na superação dos obstáculos de implementação (Bogers, Burcharth e Chesbrough, 2019; Tidd e Bessant, 2015). Diferentemente



de economias como a China, onde o setor empresarial lidera o desenvolvimento tecnológico, no Brasil o financiamento depende majoritariamente do setor público (Bogers, Burcharth e Chesbrough, 2019; OECD, 2022). Além disso, a colaboração em inovação aberta é limitada, restringindo a adaptação de tecnologias existentes e a criação de soluções locais (Bogers, Burcharth e Chesbrough, 2019; Franco e Oliveira, 2017). A transição energética é outro desafio crítico, pois, embora o Brasil possua uma matriz renovável, a adoção de tecnologias limpas é dificultada por barreiras institucionais e regulatórias (Hallack *et al.*, 2023; Souza, 2024). Para aproveitar o potencial de liderar a descarbonização, é necessário fortalecer a cooperação regional e adotar estratégias colaborativas que impulsionem soluções sustentáveis (Hallack *et al.*, 2023; Souza, 2024).

A consolidação dos resultados e a geração de valor econômico configuram a fase de Captura de Valor (Tidd e Bessant, 2015). Além de questões financeiras, a formação de capital humano é um aspecto central para o avanço tecnológico e a retenção de competitividade nos países emergentes (Cavichioli, Conceição e Costa, 2024; World Bank, 2020). A China e a Índia têm demonstrado que investir na capacitação de profissionais nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática é uma estratégia eficaz para aumentar a presença global (World Bank, 2020). O Brasil, apesar de ter expandido o acesso à educação, ainda enfrenta desafios relacionados à qualidade do ensino e à conexão entre a formação acadêmica e as demandas do mercado (Cavichioli, Conceição e Costa, 2024; World Bank, 2020). O Índice Global de Inovação destaca que o país enfrenta dificuldades na transferência de tecnologia, exigindo a redução da burocracia e a promoção de parcerias internacionais para fortalecer sua posição (Dutta *et al.*, 2023; WIPO, 2023).

A inovação nos países do BRICS é influenciada por fatores críticos que demandam políticas eficazes para alavancar os resultados (Cavichioli, Conceição e Costa, 2024; Figueiredo, Sandri e Guerra, 2024). O desenvolvimento de um capital humano de qualidade é



essencial para criar um ambiente favorável, pois habilidades avançadas são indispensáveis para o desenvolvimento de processos inovadores (Cavichioli, Conceição e Costa, 2024; Oturakci, 2023). A colaboração internacional em pesquisa exerce um papel estratégico, exemplificada por iniciativas como a Declaração da Cidade do Cabo, que intensificou a cooperação em mudanças climáticas e energias renováveis (Kahn, 2015; WIPO, 2023). Essas parcerias não apenas ampliam a capacidade tecnológica dos países envolvidos, mas também auxiliam na solução de desafios globais comuns, fortalecendo o impacto coletivo dessas nações (Franco e Oliveira, 2017; Kahn, 2015).

Políticas públicas direcionadas ao incentivo à pesquisa são cruciais para garantir a sustentabilidade da inovação (Figueiredo, Sandri e Guerra, 2024; Leal e Figueiredo, 2021). Iniciativas focadas em projetos de capital humano promovem a educação e a aprendizagem contínua, melhorando a qualificação da força de trabalho e criando condições favoráveis para o progresso econômico (Figueiredo, Sandri e Guerra, 2024; World Bank, 2020). O investimento contínuo surge como um elemento essencial, demonstrando uma correlação significativa com o desempenho inovador (Huarng e Yu, 2022; WIPO, 2023). A China destaca-se ao dedicar uma parte expressiva de seu produto interno bruto para atividades científicas, consolidando avanços que a posicionam como uma das líderes globais (OECD, 2022; WIPO, 2023). Esse esforço reflete o impacto de estratégias de longo prazo que aprimoram a competitividade internacional e criam soluções para desafios sociais (OECD, 2022; Tidd e Bessant, 2015).

A estabilidade e a coerência das políticas de inovação desempenham um papel estratégico na promoção de um progresso sustentável (WORLD ECONOMIC FORUM, 2023; WIPO, 2023). Apesar de a Rússia alcançar resultados estáveis na formação de pesquisadores, seu desempenho geral evidencia a importância de políticas públicas integradas e alinhadas entre os diversos pilares da economia (WORLD ECONOMIC FORUM, 2023; WIPO, 2023). A falta de coordenação pode limitar o potencial de transformação



dos investimentos em avanços concretos (Andrade, Rocha e Nascimento, 2022; WORLD ECONOMIC FORUM, 2023). A literatura consolida que o fortalecimento dos ecossistemas de inovação no bloco depende da articulação de cinco fatores críticos: a qualificação do capital humano, a expansão da colaboração internacional, a formulação de políticas públicas, o financiamento em pesquisa e a estabilidade política (Cavichioli, Conceição e Costa, 2024; Figueiredo, Sandri e Guerra, 2024).

3. METODOLOGIA

A abordagem desta pesquisa classifica-se como quantitativa, orientada para a mensuração de dados previamente definidos, buscando avaliar e explicar sua influência sobre outras variáveis (Pitanga, 2020). A escolha por esse delineamento justifica-se pela necessidade de analisar métricas objetivas e padronizadas, permitindo a identificação de padrões estatísticos em larga escala (Pitanga, 2020; WIPO, 2023). O objetivo principal é comparar a evolução dos índices de inovação nos países do BRICS, limitado ao Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, e identificar fatores de destaque. Além disso, busca-se avaliar os fatores críticos que influenciam a pontuação e a classificação dos países, estabelecendo relações entre os resultados observados e os contextos econômicos e sociais (Franco e Oliveira, 2017; Pitanga, 2020).

Sob a perspectiva da gestão estratégica, o delineamento metodológico adotado suporta diretamente a fase de Busca do ciclo de inovação, etapa em que as organizações e nações monitoram o ambiente externo para capturar sinais de mudança e oportunidades tecnológicas (Tidd e Bessant, 2015). Para operacionalizar essa varredura ambiental, a pesquisa caracteriza-se como descritiva e documental, utilizando fontes secundárias de alta confiabilidade



para mapear o cenário global (Pitanga, 2020; Tidd e Bessant, 2015). A análise sistemática de indicadores internacionais fornece a base empírica necessária para que os formuladores de políticas públicas compreendam as dinâmicas de competitividade e estruturam ações direcionadas ao fortalecimento de seus ecossistemas (Dutta *et al.*, 2023; Lucio e Bronnemann, 2021).

A fim de atingir o objetivo da pesquisa, foram utilizados como instrumentos a análise documental, com a revisão de relatórios técnicos e da base de dados do GII no período de 2021 a 2023 (WIPO, 2023). Os dados e as informações obtidas foram utilizados para uma análise comparativa entre os países do BRICS, em relação ao pilar Capital Humano e Pesquisa, que busca avaliar o nível e a qualidade da educação e da atividade de pesquisa de uma nação, que possui os subpilares de Educação, Ensino Superior e P&D (Dutta, Lanvin e Wunsch-Vincent, 2020; WIPO, 2023). A Educação combina indicadores voltados para capturar conquistas nos níveis de educação primária e secundária (Dutta, Lanvin e Wunsch-Vincent, 2020). Já o Ensino Superior é crucial para que a nação avance na cadeia de valor, indo além de processos e produtos de produção simples, enquanto o P&D mede o nível e a qualidade das atividades de pesquisa e desenvolvimento (Dutta, Lanvin e Wunsch-Vincent, 2020; Huarng e Yu, 2022).

Os dados coletados dos cinco países do bloco foram organizados por país e ano, e com os dados dos relatórios dos anos mencionados anteriormente, foram separadas a pontuação e a classificação do pilar e dos subpilares (WIPO, 2023). Foram analisados os contextos econômicos e sociais dos países, com o objetivo de identificar percepções práticas que possam contribuir para a melhoria dos indicadores (Franco e Oliveira, 2017; WIPO, 2023). Para isso, foram utilizadas ferramentas como o *software* Excel para a estruturação inicial das planilhas e bibliotecas da linguagem *Python*, como *Matplotlib* e *Pandas*, para a visualização e a análise de dados (Huarng e Yu, 2022; Oturakci, 2023). A automação da extração e do



tratamento dos dados por meio de rotinas de programação garantiu a precisão na manipulação do grande volume de informações extraídas dos relatórios anuais (Oturakci, 2023; Pitanga, 2020).

Esse estudo realizou uma análise de correlação entre o índice global e o pilar de Capital Humano e Pesquisa e seus respectivos subpilares, do período e países mencionados, com o objetivo de interpretar os resultados e discutir suas implicações (Oturakci, 2023; WIPO, 2023). A literatura metodológica aponta que a correlação de Pearson é adequada para evidenciar uma relação linear positiva ou negativa entre variáveis contínuas, permitindo mensurar a força da associação entre os insumos de pesquisa e os resultados de inovação (Oturakci, 2023; Pitanga, 2020). A correlação é calculada por meio da equação que divide a covariância de duas variáveis pelo produto de seus desvios padrão, resultando em um coeficiente que varia de valores negativos a positivos extremos (Gisa, 2017; Pitanga, 2020). A aplicação desse modelo estatístico viabiliza a identificação de quais subpilares exercem maior influência matemática sobre o desempenho geral do país no ranking (Huarng e Yu, 2022; Oturakci, 2023).

Para a análise comparativa, foram adotados quatro passos metodológicos sequenciais (Pitanga, 2020). Primeiramente, realizou-se o levantamento dos dados referentes ao GII, abrangendo o Índice Global de Inovação, a pontuação do pilar Capital Humano e Pesquisa, bem como a pontuação dos subpilares desse mesmo pilar, considerando os países iniciais do bloco no período de 2021 a 2023 (WIPO, 2023). Em seguida, procedeu-se à apresentação gráfica dos dados de pontuação do pilar dos países (Oturakci, 2023). O terceiro passo consistiu na apresentação gráfica dos dados do Índice Global de Inovação (WIPO, 2023). Por fim, ocorreu a utilização do modelo estatístico de estimação do coeficiente de correlação de Pearson, disponível na biblioteca pandas, para descrever o Índice Global de Inovação e as pontuações do pilar de Capital Humano e Pesquisa e seus respectivos subpilares (Huarng e Yu, 2022; Oturakci, 2023).



Por fim, foram avaliados os resultados obtidos com o objetivo de identificar percepções sobre o desempenho dos países do bloco, destacando tendências emergentes (Franco e Oliveira, 2017; WIPO, 2023). Além disso, foram apresentados indicadores dos subpilares mencionados, utilizando dados secundários essenciais para compreender a pontuação de cada subpilar (Dutta, Lanvin e Wunsch-Vincent, 2020). O rigor e a confiabilidade da pesquisa foram assegurados pela triangulação dos dados extraídos do GII com as bases de dados do Instituto de Estatística da UNESCO, garantindo a validade das métricas educacionais e de pesquisa analisadas (Pitanga, 2020; UNESCO, 2025). A adoção de um protocolo padronizado de coleta e a delimitação temporal estrita asseguram a replicabilidade do estudo e a consistência das inferências estatísticas geradas (Pitanga, 2020; Tidd e Bessant, 2015).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

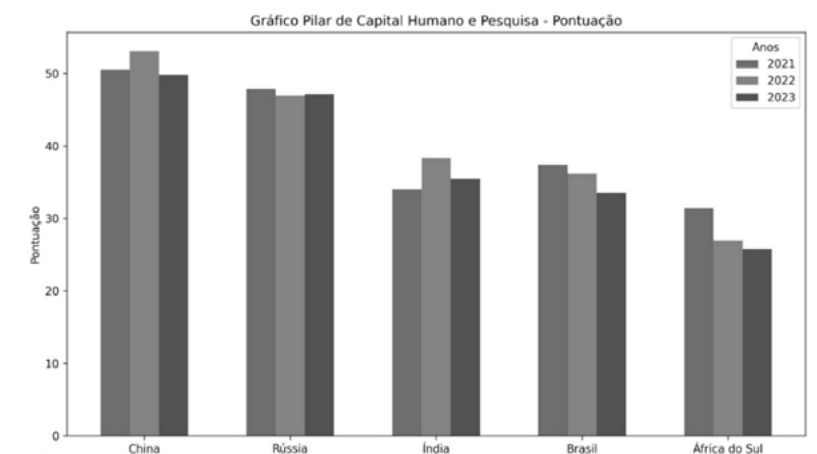
Este capítulo apresenta a avaliação quantitativa dos indicadores de inovação dos países do BRICS, estruturada em dois eixos analíticos. Sob a ótica da gestão estratégica da inovação (Tidd e Bessant, 2015), a primeira seção, denominada 4.1 Desempenho Geral e Correlação Estatística, concentra-se na fase de Captura de Valor, examinando o posicionamento global das nações no Índice Global de Inovação e a influência matemática do pilar de Capital Humano e Pesquisa. Na sequência, a seção 4.2 Análise dos Subpilares e Indicadores Estruturais aprofunda-se na fase de Implementação, detalhando os insumos financeiros e educacionais que atuam como barreiras ou facilitadores para o desenvolvimento tecnológico. Essa divisão metodológica permite uma compreensão direta entre os recursos investidos e os resultados alcançados.



4.1 DESEMPENHO GERAL E CORRELAÇÃO ESTATÍSTICA

O pilar de Capital Humano e Pesquisa, um dos sete pilares que compõem o Índice Global de Inovação (GII), é dividido em três subpilares: educação, ensino superior e pesquisa e desenvolvimento (P&D). Sob a ótica da gestão da inovação, a mensuração desses insumos é fundamental para compreender a capacidade de uma nação em sustentar a fase de Captura de Valor, transformando conhecimento em vantagens competitivas (Tidd e Bessant, 2015). Para visualizar essa dinâmica, a Figura 1 apresenta a pontuação desse pilar para os países iniciais do bloco BRICS.

Figura 1 - Gráfico de pontuação do pilar de Capital Humano e Pesquisa



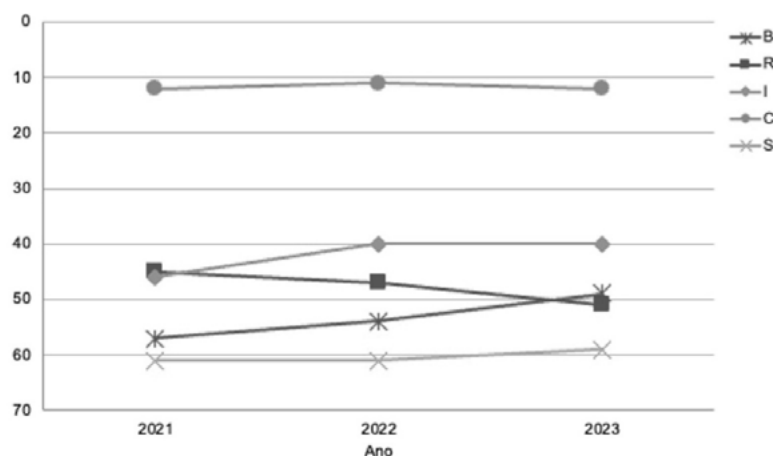
Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO, 2023).

Ao analisar a Figura 1, constata-se que a menor pontuação foi registrada pela África do Sul em 2023, com aproximadamente 25,797, enquanto a maior foi atribuída à China em 2022, com cerca de 53,059. Destaca-se que a China e a Rússia se consolidaram como as líderes nesse pilar ao longo do período analisado. O Brasil e a África do Sul apresentaram uma tendência de queda ao longo do período analisado, enquanto os demais países mantiveram uma média estável ou

oscilações discretas. Com base na análise da amplitude dos valores ao longo do período, observou-se que a Rússia apresentou a menor oscilação (amplitude de 0,8698), evidenciando uma maior estabilidade. Em contrapartida, a África do Sul registrou a maior oscilação (amplitude de 5,6022), indicando uma maior variabilidade em seus resultados.

Nos últimos três anos, o GII avaliou 132 países, fornecendo um panorama amplo sobre a eficiência dos ecossistemas nacionais. A Figura 2 ilustra as posições dos membros do BRICS no ranking geral do índice, permitindo o contraste entre os insumos de pesquisa e os resultados efetivos de inovação.

Figura 2 - Gráfico do Índice Global de Inovação



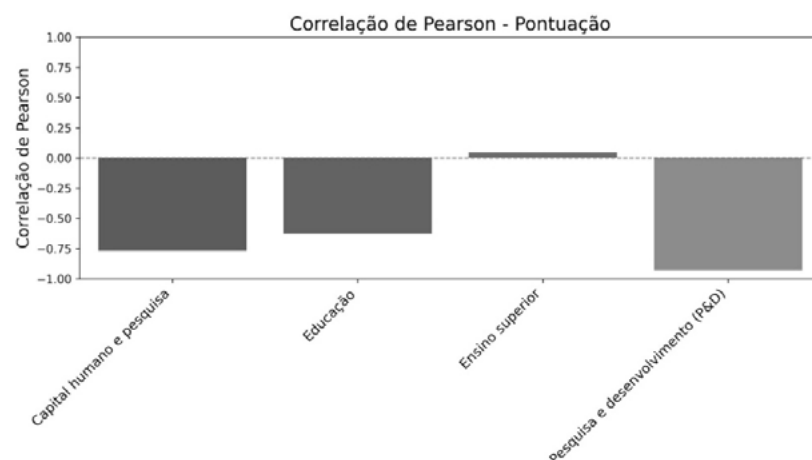
Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO, 2023).

Conforme observado na Figura 2, a China se destacou como líder, oscilando entre as 11ª e 12ª posições, tanto no pilar de Capital Humano e Pesquisa quanto no desempenho geral em relação aos demais integrantes. Em contrapartida, a África do Sul manteve-se na última posição do bloco, com variação entre as 59ª e 61ª posições, consolidando-se como o destaque negativo do grupo. Entre os demais países, o Brasil alcançou sua melhor posição em 2023, com a 49ª colocação no índice; a Rússia em 2021, com a 45ª; e a Índia

obteve a 40ª posição em 2022 e 2023. Uma análise comparativa entre a pontuação no pilar de Capital Humano e Pesquisa e o GII para os países do BRICS revela diferentes relações. O Brasil, apesar de apresentar uma tendência de queda no pilar específico, tem conseguido melhorar sua posição no índice geral do GII. Por outro lado, a Rússia, que possui a segunda melhor pontuação no pilar de Capital Humano e Pesquisa dentro do bloco, apresenta uma tendência de declínio no índice geral e ocupa a penúltima posição entre os países.

Dada a fraca correlação observada entre o pilar de Capital Humano e Pesquisa e o índice geral do GII, as pontuações do pilar e seus respectivos subpilares, referentes aos três anos dos países, serão analisadas por um modelo estatístico de estimação do coeficiente de Pearson. Para garantir uma análise robusta, é ideal trabalhar com o maior número possível de dados. Contudo, neste caso, os dados disponíveis dos países iniciais do BRICS foram compilados em conjunto. O objetivo é identificar o fator com a maior correlação com o GII, em que valores próximos a -1 e 1 indicam forte correlação, enquanto valores próximos de 0 sugerem correlação fraca. A Figura 3 detalha os resultados dessa modelagem estatística.

Figura 3 - Gráfico de correlação de Pearson



Fonte: Os autores (2025).

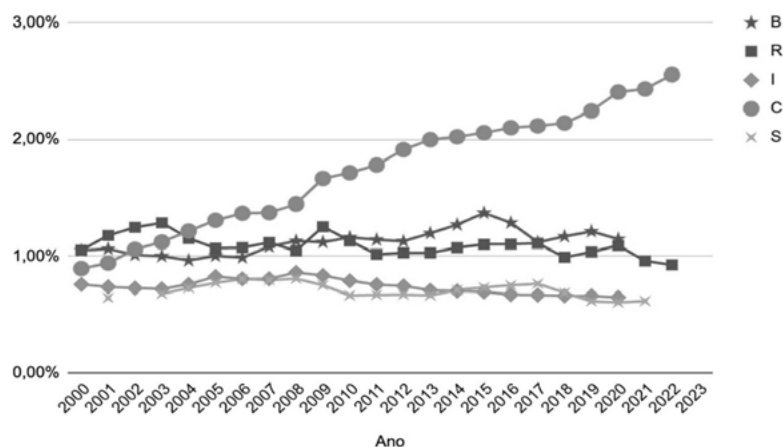


A partir da interpretação da Figura 3, constata-se que, embora o fator Capital Humano e Pesquisa seja um pilar fundamental, o subpilar de P&D apresentou uma correlação mais forte com o GII. Esse fator estatístico explica a relação fraca entre as tendências observadas nas pontuações do pilar agregado e no índice geral do GII dos países do bloco, evidenciando que os aportes diretos em pesquisa e desenvolvimento são os verdadeiros catalisadores da Captura de Valor tecnológico (Tidd e Bessant, 2015).

4.2 ANÁLISE DOS SUBPILARES E INDICADORES ESTRUTURAIS

Considerando a relevância do subpilar de P&D, um componente fundamental para a fase de Implementação do ciclo de inovação é a relação entre o investimento em P&D e o PIB (Tidd e Bessant, 2015). A alocação de recursos financeiros determina a capacidade de um país em superar barreiras estruturais e desenvolver novas tecnologias. Para evidenciar essa métrica, a Figura 4 apresenta o investimento em P&D como percentual do PIB nos países analisados.

Figura 4 - Gasto em Pesquisa e Desenvolvimento como percentual do Produto Interno Bruto



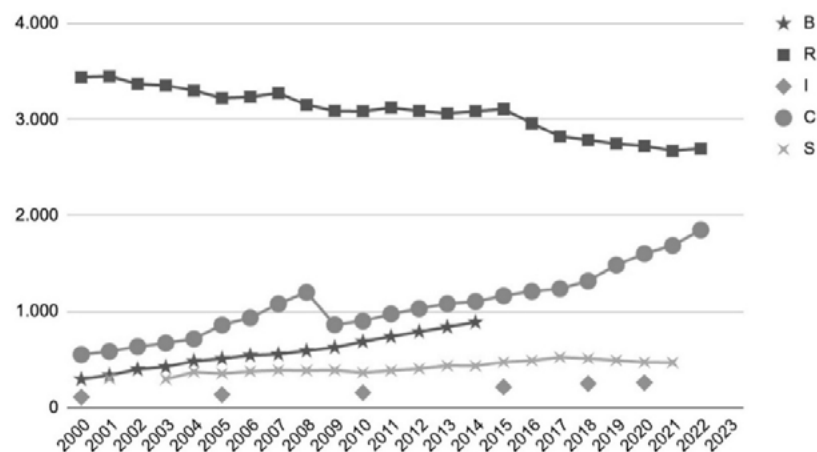
Fonte: UNESCO Institute for Statistics (2025).



Ao analisar a Figura 4, observa-se que a China se destaca ao aumentar de forma consistente o montante alocado para P&D, refletindo um incremento contínuo nesse tipo de investimento. Pode-se inferir que a alocação significativa de investimentos financeiros está refletida diretamente no desempenho da China no GII. Em comparação aos demais países iniciais do bloco BRICS, a China destina uma maior porcentagem de seu PIB para P&D, o que contribui para seu desempenho superior em relação aos outros integrantes do grupo, consolidando sua infraestrutura tecnológica.

No subpilar de P&D, outro indicador relevante para a execução de projetos complexos é o número de pesquisadores por milhão de habitantes. A densidade de capital humano especializado é um requisito crítico para a absorção e a adaptação de tecnologias globais. A Figura 5 detalha a evolução dessa força de trabalho científica.

Figura 5 - Número de pesquisadores por milhão de habitantes



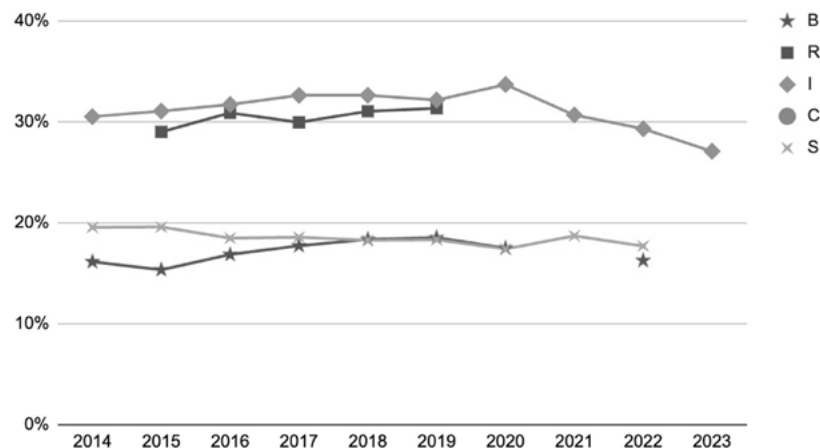
Fonte: UNESCO Institute for Statistics (2025).

Conforme observado na Figura 5, a Rússia está na liderança desse indicador, embora com uma tendência de queda clara ao

longo da série histórica. Brasil e China têm aumentado o número de pesquisadores por milhão de habitantes, embora os dados do Brasil só estejam disponíveis até 2014 na base de dados utilizada. Índia e África do Sul ocupam as últimas posições nesse indicador, o que evidencia gargalos estruturais na formação de quadros técnicos dedicados à pesquisa.

Aumentar o percentual de formados em ciências e engenharia é crucial para a inovação de um país, pois esses profissionais são essenciais para o desenvolvimento de novas tecnologias, a solução de problemas complexos e a sustentação do crescimento econômico sustentável. A disponibilidade desses talentos atua como um facilitador direto na fase de Implementação (Tidd e Bessant, 2015). A Figura 6 ilustra a proporção de graduados nessas áreas estratégicas.

Figura 6 - Percentual de alunos formados em ciências e engenharia



Fonte: UNESCO Institute for Statistics (2025).

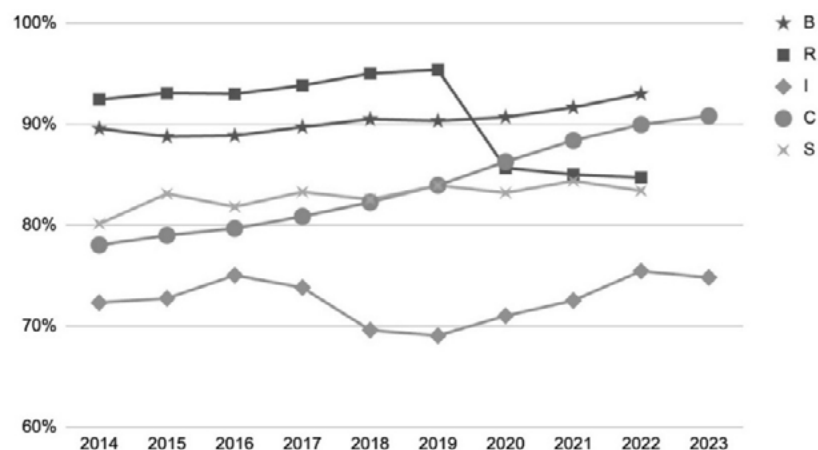
Ao analisar a Figura 6, nota-se que o Brasil e a África do Sul estão atrás de Rússia e Índia nesse indicador do subpilar de Ensino Superior. Os dados da China não estão disponíveis na base



consultada, limitando a comparação integral do bloco. Contudo, a defasagem brasileira e sul-africana aponta para a necessidade de políticas educacionais mais alinhadas às demandas tecnológicas da indústria.

Um outro indicador relevante dentro do subpilar Ensino Superior é o percentual de matrículas no ensino superior. A expansão do acesso acadêmico reflete o esforço nacional em elevar a qualificação geral da população, criando uma base propícia para a disseminação do conhecimento. A Figura 7 apresenta a evolução dessa taxa de matrícula bruta entre os países do bloco.

Figura 7 - Percentual de matrículas no ensino superior



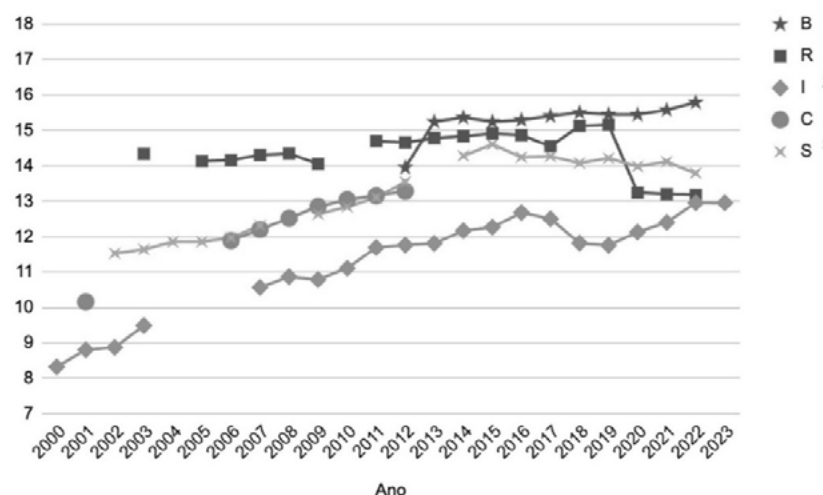
Fonte: UNESCO Institute for Statistics (2025).

Conforme observado na Figura 7, o Brasil e a China apresentam os percentuais mais elevados, enquanto a Rússia tem mostrado uma tendência de queda nesse indicador nos últimos anos. A Índia, por sua vez, tem ficado para trás nesse aspecto. Apesar do alto volume de matrículas no Brasil, a conversão desse contingente em profissionais de ciências e engenharia permanece baixa, evidenciando um descompasso qualitativo na formação superior.



No subpilar da Educação, um indicador estrutural de longo prazo é a expectativa de vida escolar, que representa o número total de anos de escolaridade que uma pessoa pode esperar receber no futuro. Uma alta expectativa de vida escolar sugere maior probabilidade de anos adicionais de educação e maior retenção no sistema, fatores que fortalecem a base cognitiva da sociedade para futuras inovações. A Figura 8 demonstra o comportamento dessa métrica educacional.

Figura 8 - Expectativa de vida escolar, do ensino primário ao superior



Fonte: UNESCO Institute for Statistics (2025).

Ao analisar a Figura 8, constata-se que, mesmo com a falta de dados recentes da China, o Brasil desponta com índices acima dos demais países, enquanto a Rússia e a África do Sul mostram uma tendência de queda nos últimos anos. A Índia apresenta uma tendência de alta, embora ainda seja o país com o pior desempenho. A ausência de dados atualizados da China restringe a análise comparativa completa, mas os resultados indicam que a retenção escolar no Brasil não se traduz automaticamente em liderança tecnológica, reforçando

a necessidade de otimizar a fase de Implementação para converter tempo de estudo em capacidade inovativa real (Tidd e Bessant, 2015).

4.3 DISCUSSÃO E SÍNTESE

Os resultados quantitativos confirmam a premissa teórica de que o aporte financeiro contínuo atua como o principal motor do desenvolvimento tecnológico em economias emergentes. A liderança da China, impulsionada pela alocação expressiva do Produto Interno Bruto em pesquisa e desenvolvimento, corrobora os achados de Gyedu *et al.* (2021) e os relatórios da WIPO (2023), que estabelecem uma correlação direta entre esses investimentos e o crescimento econômico. Sob a ótica do ciclo de inovação, esse cenário ilustra a dinâmica da fase de Captura de Valor, na qual os recursos financeiros e estruturais são convertidos em vantagens competitivas globais (Tidd e Bessant, 2015). A análise de correlação de Pearson validou que o subpilar de P&D é o determinante estatístico mais forte para a ascensão no Índice Global de Inovação.

Em contrapartida, as variações negativas observadas no Brasil, na Rússia e na África do Sul evidenciam barreiras na fase de Implementação do modelo de Tidd e Bessant (2015). O caso brasileiro demonstra que altos índices de escolaridade e matrículas universitárias não garantem a formação de profissionais em ciências e engenharia, confirmando as limitações estruturais e a desconexão entre a academia e as demandas de mercado apontadas por Andrade, Rocha e Nascimento (2022) e Cavichioli, Conceição e Costa (2024). Paralelamente, a queda da Rússia no ranking geral, a despeito de sua liderança no número de pesquisadores, ratifica a tese de WORLD ECONOMIC FORUM (2023) de que a ausência de estabilidade política e de coerência regulatória restringe a transformação do capital humano em resultados tangíveis de inovação.



Conclui-se que os fatores críticos do pilar de Capital Humano e Pesquisa que determinam as variações de desempenho no BRICS são o volume de investimento contínuo em P&D, a taxa de conversão de estudantes universitários em graduados nas áreas de ciências e engenharia, e a capacidade institucional de reter pesquisadores ativos. Para a estruturação de um panorama visual futuro, os dados consolidados indicam três perfis distintos no bloco entre 2021 e 2023: a China como modelo de eficiência na conversão de aportes financeiros em liderança tecnológica; a Rússia como exemplo de densidade científica neutralizada por instabilidades sistêmicas; e o Brasil e a África do Sul como ecossistemas limitados por deficiências na formação técnica especializada e na integração público-privada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou realizar uma análise comparativa da evolução dos indicadores de inovação nos países originais do BRICS com base no Índice Global de Inovação, e identificar fatores de destaque no pilar de Capital Humano e Pesquisa. A investigação respondeu quais fatores críticos desse pilar determinam as variações no desempenho de inovação entre essas nações. A análise dos dados permitiu compreender as dinâmicas que impulsionam ou restringem a inovação nessas economias, alinhando os resultados às demandas específicas de cada país e mapeando o cenário tecnológico do bloco.

Os resultados demonstraram a liderança da China no pilar de Capital Humano e Pesquisa, impulsionada por investimentos crescentes em pesquisa e desenvolvimento, refletindo diretamente em sua posição de destaque no índice global. Em contrapartida, o Brasil e a África do Sul enfrentam desafios significativos, com queda nesse pilar ao longo do período analisado. A modelagem estatística evidenciou forte correlação entre esses aportes e o índice geral de



inovação, enquanto lacunas em infraestrutura, educação e políticas públicas comprometem o avanço de alguns países do bloco. Fica evidente que a conversão de insumos educacionais em resultados tecnológicos exige estabilidade institucional.

Sob a ótica da gestão estratégica, as conclusões reforçam que o avanço na fase de captura de valor da inovação depende intrinsecamente da eficiência na alocação de recursos durante a fase de implementação. Países que retêm pesquisadores e direcionam capital de forma contínua para o desenvolvimento tecnológico traduzem o conhecimento acadêmico em vantagens competitivas globais. A ausência dessa integração resulta em um ecossistema fragmentado, incapaz de sustentar o crescimento a longo prazo.

No que tange às contribuições teóricas, o estudo preenche lacunas na literatura ao quantificar a relação de dependência entre subpilares específicos de capital humano e o desempenho macroeconômico em economias emergentes. Como contribuições práticas da pesquisa, destacam-se a identificação de estratégias para aprimorar os indicadores, a análise aprofundada das relações entre investimento em pesquisa e desempenho no índice global, e a proposição de medidas que visem aumentar a competitividade dos países do bloco. Esses achados fornecem subsídios baseados em evidências para que gestores e formuladores de políticas públicas otimizem a alocação de recursos financeiros.

A inovação desempenha papel central no desenvolvimento econômico e na competitividade global, sendo influenciada por fatores como capital humano, estabilidade política e colaboração internacional. Como contribuição social, a pesquisa evidencia que a qualificação da força de trabalho e a expansão do acesso ao ensino superior de qualidade são mecanismos fundamentais para a redução de desigualdades. Além disso, os impactos econômicos e ambientais da inovação são inegáveis, visto que o fortalecimento



da base tecnológica nacional é um pré-requisito para que os países emergentes liderem transições energéticas e desenvolvam soluções sustentáveis para a exploração de seus recursos naturais.

Entretanto, o estudo enfrentou limitações metodológicas, como a dependência exclusiva de dados do Índice Global de Inovação e a exclusão de variáveis contextuais mais amplas, como as diferenças regionais dentro dos países analisados. Estas restrições podem influenciar os resultados ao restringir uma visão abrangente das dinâmicas internas, que frequentemente apresentam disparidades acentuadas em economias de dimensões continentais.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar o escopo da pesquisa para incluir outros blocos econômicos e explorar metodologias complementares para a avaliação de políticas públicas específicas. Além disso, uma agenda de pesquisa concreta deve englobar estudos focados em setores estratégicos, como tecnologia da informação e energias renováveis, que podem trazer novas perspectivas sobre o impacto da inovação no crescimento sustentável e na descarbonização das matrizes industriais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. P.; ROCHA, A. M.; NASCIMENTO, M. L. F. Hélice tríplice no contexto brasileiro: a contribuição das universidades na inovação tecnológica. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 19, n. 55, p. 232-263, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rts.v19n55>
- ANSER, M. K. *et al.* Energy consumption, technological innovation, and economic growth in BRICS: a GMM panel VAR framework analysis. **Energy Strategy Reviews**, v. 56, p. 101587, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101587>
- BOGERS, M.; BURCHARTH, A. L. A.; CHESBROUGH, H. Open innovation in Brazil: exploring opportunities and challenges. **International Journal of Innovation**, v. 7, n. 2, p. 178-191, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5585/ij.v7i2.4172318-9975>



CAVICHIOLO, P. L.; CONCEIÇÃO, M. H.; COSTA, A. A. Desenvolvimento de competências para inovação: um estudo comparativo entre Brasil e Alemanha. **ARACÊ**, v. 6, n. 2, p. 2870-2890, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/arev6n2-145>

DUTTA, S.; LANVIN, B.; LEON, L. R.; WUNSCH-VINCENT, S. (ed.). **Global Innovation Index 2023: innovation in the face of uncertainty**. 16th ed. Geneva: WIPO, 2023. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

DUTTA, S.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. (ed.). **Global Innovation Index 2020: who will finance innovation?** 13th ed. Ithaca; Fontainebleau; Geneva: Cornell University; INSEAD; WIPO, 2020. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf. Acesso em: 27 jan. 2025.

FIGUEIREDO, I. M. Z.; SANDRI, S.; GUERRA, D. O projeto de capital humano do Banco Mundial para a América Latina e o Caribe: aprendizagem e avaliação educacional. **Educar em Revista**, v. 40, e93777, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1984-0411.93777>

FRANCO, C.; OLIVEIRA, R. H. Inputs and outputs of innovation: analysis of the BRICS: Theme 6–innovation technology and competitiveness. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 14, n. 1, p. 79-89, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.10.001>

GYEDU, S. *et al.* The impact of innovation on economic growth among G7 and BRICS countries: a GMM style panel vector autoregressive approach. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 173, p. 121169, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121169>

HALLACK, M. *et al.* O tempo do mundo da segurança, integração e transição energética justa. **Revista Tempo do Mundo**, n. 32, p. 5-17, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.38116>

HUANG, K.H.; YU, T. H. K. Analysis of Global Innovation Index by structural qualitative association. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 182, p. 121850, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121850>

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Relatório sobre investimentos em CTI nos países do BRICS**. Brasília, DF: IPEA, 2020.

KAHN, M. A cooperação dos BRICS na ciência, tecnologia e inovação: retórica e realidades. **Contexto Internacional**, v. 37, n. 1, p. 185-213, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-85292015000100006>



LEAL, C. I.; FIGUEIREDO, P. N. Inovação tecnológica no Brasil: desafios e insumos para políticas públicas. **Revista de Administração Pública**, v. 55, n. 3, p. 512-537, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-761220200583>

LUCIO, M. A.; BRONNEMANN, M. A influência da internacionalização na inovação das nações com base no Global Innovation Index. **REFAS: Revista FATEC Zona Sul**, v. 7, n. 4, p. 138-154, 2021.

MAHLABA, S. N.; MATEBESI, S. Z.; MLAMBO, V. H. The importance of innovation and knowledge sharing in building sustainable economies: a case of BRICS countries. **IAHRW International Journal of Social Sciences Review**, v. 11, n. 3, p. 165-173, 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Brasília, DF: MCTI, 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Gross domestic spending on R&D**. OECD, 2022. Disponível em: <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>. Acesso em: 22 jan. 2025.

OTURAKCI, M. Comprehensive analysis of the global innovation index: statistical and strategic approach. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 35, n. 6, p. 676-688, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1980209>

PITANGA, A. F. Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 8, n. 17, p. 184-201, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33361/RPQ.2020v.8.n.17299>

POPKOVA, E. G.; INSHAKOVA, A. O.; SERGI, B. S. Venture capital and Industry 4.0: the G7's versus BRICS' experience. **Thunderbird International Business Review**, v. 63, n. 6, p. 765-777, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tie.22235>

RANI, R.; KUMAR, N. The dynamics of link between entrepreneurship, government support and economic growth: evidence from BRICS countries. **Journal of Public Affairs**, v. 22, n. S1, e2741, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/pa.2741>

SOUZA, E. M. M. **Desafios e perspectivas da inovação e liderança no Brasil: Indústria 4.0 e o SEBRATEC como programa de consultoria para o desenvolvimento tecnológico**. 2024. 136 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024.



SRIVASTAVA, S. **A comparative study of entrepreneurial environment of BRICS nations**. SSRN, 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3734416>. Acesso em: 16 out. 2024.

STETTINER, C. F. *et al.* Mercados emergentes e as estratégias de inovação no Brasil. **Revista Eniac Pesquisa**, v. 10, n. 2, p. 255-281, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22567/rep.v10i2.814>

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS. **Data for the Sustainable Development Goals**. UIS, [20--]. Disponível em: <http://data.uis.unesco.org>. Acesso em: 28 jan. 2025.

WORLD BANK. **World Development Report 2020**: trading for development in the age of global value chains. Washington, DC: World Bank, 2020. 272 p. DOI: <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1457-0>

WORLD ECONOMIC FORUM. Annual Report 2022-2023. Geneva: World Economic Forum, 2023. 67 p. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/annual-report-2022-2023/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **GII 2023 indicator level data** WIPO, 2023. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-tech1.xlsx>. Acesso em: 28 jan. 2025.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. (WIPO). **Índice Global de Inovação 2023**: Suíça, Suécia e Estados Unidos lideram a classificação mundial de inovação; inovação mantém-se robusta, mas financiamento para startups é cada vez mais incerto. Genebra: WIPO, 27 set. 2023. Disponível em: https://www.wipo.int/pressroom/pt/articles/2023/article_0011.html. Acesso em: 17 dez. 2024.



10

Hiure Anderson Alves da Silva Queiroz

André Luiz Borges de Oliveira

João Renato Carvalho

Wagner Yohan Scaramuzza Silva

Wesley Novaes Fioreze Costa

Lauro Paulo da Silva Neto

Tiago de Oliveira

Arlindo Flavio da Conceição

INTERNACIONALIZAÇÃO DE *STARTUPS* BRASILEIRAS:

**O IMPACTO DAS BARREIRAS CULTURAIS
E DA MATURIDADE NO CICLO DE INOVAÇÃO**

RESUMO:

A internacionalização da inovação tecnológica brasileira enfrenta desafios significativos, pois barreiras culturais restringem fortemente a competitividade global das *startups*. Apesar do crescimento do ecossistema empreendedor e do aumento da participação em eventos internacionais, essas organizações ainda encontram dificuldades estruturais e culturais para expandir suas operações no exterior. Este estudo tem como objetivo identificar os principais desafios culturais enfrentados por *startups* brasileiras no processo de internacionalização, além de analisar as estratégias adotadas e propor abordagens para mitigar essas barreiras, com foco especial nas fases de Implementação e Captura de valor do ciclo de inovação. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa baseada na análise documental de relatórios estratégicos institucionais e índices globais de competitividade. Os resultados indicam que *startups* em estágios iniciais encontram maiores dificuldades para a internacionalização, especialmente devido à falta de redes de contato e à complexidade da adaptação cultural. Empresas mais maduras, com modelos de negócios validados, demonstram maior capacidade de superar barreiras e estabelecer operações internacionais sustentáveis. A pesquisa contribui para o debate acadêmico ao evidenciar a necessidade de políticas públicas e redes empresariais que auxiliem *startups* brasileiras na expansão internacional. O impacto do estudo reforça a importância da mentalidade global e da adaptação cultural para a competitividade no mercado externo. Como limitação, destaca-se a baixa disponibilidade de bases consolidadas e acessíveis, o que evidencia a necessidade de estudos futuros sobre o tema para fortalecer a inserção global e o desenvolvimento econômico do país.

Palavras-chave: Internacionalização. *Startups*. Barreiras culturais. Competitividade global. Ecossistema empreendedor. Mentalidade global.



ABSTRACT:

The internationalization of Brazilian technological innovation faces significant challenges, as cultural barriers severely restrict the global competitiveness of startups. Despite the growth of the entrepreneurial ecosystem and increased participation in international events, these organizations still encounter structural and cultural difficulties when expanding their operations abroad. This study aims to identify the primary cultural challenges faced by Brazilian startups during the internationalization process, analyze the strategies adopted, and propose approaches to mitigate these barriers, with a specific focus on the Implementation and Value Capture phases of the innovation cycle. The research employed a qualitative approach based on a documentary analysis of institutional strategic reports and global competitiveness indices. The findings indicate that early-stage startups encounter greater difficulties in internationalizing, primarily due to a lack of business networks and the complexities of cultural adaptation. Conversely, more mature companies with validated business models demonstrate a higher capacity to overcome these barriers and establish sustainable international operations. This research contributes to the academic debate by highlighting the critical need for public policies and business networks to support Brazilian startups in their international expansion. Furthermore, the study's impact reinforces the importance of cultivating a global mindset and ensuring cultural adaptation to achieve competitiveness in foreign markets. A notable limitation is the scarcity of consolidated and accessible databases, underscoring the need for future studies on this topic to bolster the country's global integration and economic development.

Keywords: *Internationalization. Startups. Cultural barriers. Global competitiveness. Entrepreneurial ecosystem. Global mindset.*



1. INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica é um dos principais motores do crescimento econômico e do desenvolvimento sustentável no ambiente corporativo contemporâneo (Tidd, Bessant e Pavitt, 2005). No Brasil, apesar do investimento crescente em pesquisa, a internacionalização da inovação enfrenta desafios significativos para a sua consolidação. Barreiras, como diferenças de idioma, normas de negócios e resistências organizacionais, impactam a expansão das empresas brasileiras para o exterior (Johanson e Vahlne, 1977). Nesse sentido, o processo de expansão global exige competências específicas que perpassam o ciclo completo da inovação. A superação desses obstáculos está diretamente atrelada à fase de Implementação, na qual as organizações precisam gerenciar projetos complexos e transpor barreiras estruturais para estabelecer novos processos em mercados estrangeiros.

A relação entre essas barreiras e a inovação tecnológica representa um desafio estratégico para empresas que buscam expandir suas operações globalmente (Cassol *et al.*, 2017). A inovação não depende apenas de avanços técnicos, mas da capacidade de interagir em ambientes multiculturais complexos (Samiee e Chirapanda, 2019). *Startups* brasileiras frequentemente encontram dificuldades para inserir seus produtos em mercados estrangeiros devido a fatores regulatórios, culturais e estruturais que afetam parcerias e aceitação tecnológica (Daraojimba *et al.*, 2023). Portanto, a adaptação às dinâmicas locais torna-se um requisito fundamental para a sobrevivência e o crescimento dessas organizações fora de seu país de origem.

As dimensões culturais exercem influência direta nas estratégias organizacionais, moldando aspectos críticos como a comunicação, a negociação e a formação de redes de contato (Casagrande e Machado, 2016; Lonner, Berry e Hofstede, 1980). A construção e



a manutenção de redes de negócios locais e internacionais desempenham um papel essencial na integração de *startups* a mercados estrangeiros, reduzindo incertezas operacionais (James *et al.*, 2024). Ademais, a ausência de políticas públicas de suporte agrava a situação de empresas em fase inicial, limitando o potencial de crescimento em economias com alta complexidade institucional (Ayakwah, Osabutey e Damoah, 2019).

Justifica-se o presente artigo devido à necessidade de compreender como a mentalidade global e a adaptação de modelos de negócios impactam a competitividade externa das *startups* de economias emergentes (Barnard, 2021; Chen *et al.*, 2021; Reis e Borini, 2014; Scalamonti, 2020). A fragilidade inicial na interpretação das condições dos mercados internacionais dificulta a capacidade de competir globalmente. Consequentemente, a transformação da distância cultural em uma oportunidade estratégica exige a adoção de abordagens adaptativas que considerem as especificidades institucionais dos países anfitriões.

Diante desse cenário, diversos estudos e relatórios são fundamentais para compreender as dificuldades e oportunidades da internacionalização das *startups* brasileiras. O Relatório do SEBRAE, por exemplo, analisa a participação de *startups* no evento Web Summit Lisboa, destacando desafios e estratégias de inserção em mercados internacionais (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2024). Já a Fundação Dom Cabral (FDC) avalia o grau de internacionalização das empresas brasileiras, fornecendo dados estruturais sobre investimentos, estrutura organizacional e adaptação de produtos para mercados externos (Fundação Dom Cabral, 2021). Por fim, o Índice Global de Inovação (GII) permite contextualizar a posição do Brasil no cenário global, apontando os avanços e limitações do ecossistema de inovação nacional (Organização Mundial da Propriedade Intelectual, 2022). Esses documentos são essenciais para compreender as barreiras enfrentadas e formular estratégias eficazes de internacionalização.



Assim, este estudo busca investigar as barreiras à internacionalização enfrentadas por *startups* brasileiras, com foco naquelas que buscam expandir suas operações para mercados internacionais. O objetivo é analisar os desafios culturais e estruturais mapeados em relatórios estratégicos, identificando como o nível de maturidade das *startups* influencia a eficácia na superação dessas barreiras durante a fase de Implementação do ciclo de inovação. Dessa forma, busca-se responder à seguinte questão de pesquisa: Quais são os principais desafios culturais enfrentados por *startups* brasileiras no processo de internacionalização e como a maturidade do negócio afeta a superação dessas barreiras?

2. REVISÃO DE LITERATURA

A relação entre barreiras culturais e internacionalização no contexto de inovação tem sido explorada sob diversas perspectivas teóricas, oferecendo subsídios sobre os desafios enfrentados por *startups* na expansão internacional (Tidd, Bessant e Pavitt, 2005). O modelo de Uppsala, desenvolvido por Johanson e Vahlne (1977), é amplamente reconhecido como um dos pilares dessa discussão. Esse modelo propõe que o processo de internacionalização acontece de forma incremental, à medida que as empresas adquirem conhecimento sobre mercados estrangeiros e reduzem incertezas durante as fases iniciais do ciclo de inovação. Estudos mais recentes reafirmam sua relevância, especialmente em mercados emergentes, onde a complexidade institucional e a distância cultural representam desafios significativos para a consolidação de novos negócios (Cassol *et al.*, 2017).

Paralelamente, as dimensões culturais de Lonner, Berry e Hofstede (1980) complementam a base teórica ao esclarecerem como diferenças culturais, como hierarquia, individualismo e aversão



à incerteza, moldam as estratégias organizacionais desde a fase de Busca por novas oportunidades. Casagrande e Machado (2016) destacam que essas dimensões influenciam diretamente aspectos como comunicação, negociação e formação de redes, além de impactar a eficácia das operações em ambientes multiculturais. Isso reforça a importância de considerar fatores culturais internos e externos no desenvolvimento de estratégias de internacionalização (Samiee e Chirapanda, 2019). A identificação precisa dessas variáveis culturais é determinante para o sucesso das etapas subsequentes do processo inovador.

A literatura também incorpora o papel das redes de negócios como mediadoras nesse processo de transição para novos mercados. Estudos como os de Johanson e Mattsson (1987) enfatizam que redes empresariais facilitam o acesso a recursos críticos, reduzem barreiras culturais e operacionais e promovem a formação de parcerias estratégicas durante a fase de Seleção. Ayakwah, Osabutey e Damoah (2019) ampliam essa visão ao explorar como *clusters* empresariais, formados pela proximidade geográfica de empresas, promovem o compartilhamento de conhecimentos e o aprendizado interorganizacional, especialmente em economias emergentes. A escolha criteriosa de parceiros locais torna-se, portanto, um mecanismo vital para mitigar riscos inerentes à expansão global.

Avançando para abordagens mais contemporâneas, Samiee e Chirapanda (2019) ressaltam que empresas de mercados emergentes conseguem superar limitações relacionadas à experiência e aos recursos limitados por meio da adaptação de estratégias de marketing ao contexto local. Essa flexibilidade permite que essas empresas melhorem seu desempenho em mercados competitivos durante a fase de Implementação. Em uma perspectiva semelhante, Barnard (2021) desenvolve uma tipologia estratégica baseada nos níveis de desenvolvimento dos países anfitriões, sugerindo que a otimização local, a consolidação global e o preenchimento de nichos são abordagens eficazes para empresas de mercados emergentes.



A execução dessas estratégias exige uma gestão rigorosa para transpor as barreiras estruturais encontradas.

A relevância da adaptação cultural é ainda destacada por Scalamonti (2020), que propôs um quadro conceitual para interpretar a distância cultural e seu impacto no processo de internacionalização. Esse trabalho reflete a necessidade de estratégias adaptativas que incorporem tanto as dinâmicas culturais quanto as condições institucionais dos mercados-alvo (Daraojimba *et al.*, 2023). Nesse contexto, Chen *et al.* (2021) exploram a influência da concorrência estrangeira na velocidade de expansão das empresas, evidenciando a importância de instituições subnacionais para apoiar a internacionalização. A integração desses elementos é fundamental para garantir a sustentabilidade das operações internacionais a longo prazo.

Os avanços nos estudos sobre internacionalização refletem mudanças significativas impulsionadas por tecnologias emergentes e novas metodologias (Tidd, Bessant e Pavitt, 2005). A digitalização, por exemplo, tem sido identificada como uma ferramenta essencial para *startups* enfrentarem barreiras culturais e operacionais. Estudos como os de Daraojimba *et al.* (2023) destacam que tecnologias digitais, como plataformas de *e-commerce* e *fintechs*, permitem que *startups* acessem mercados internacionais com maior eficiência e personalizem suas ofertas de acordo com as preferências culturais locais. Essa capacidade de personalização tecnológica atua como um facilitador crítico na superação de obstáculos regulatórios.

Além disso, estratégias como a personalização de marketing internacional (Samiee e Chirapanda, 2019) e a formação de redes locais (James *et al.*, 2024) são apontadas como práticas eficazes para superar barreiras culturais e aumentar a competitividade em mercados globais. A literatura recente também enfatiza o papel de parcerias locais, especialmente em mercados emergentes, onde a infraestrutura institucional é muitas vezes limitada (Johanson e Vahlne, 1977). No entanto, embora o avanço da digitalização e das



redes tenha facilitado a internacionalização, *startups* de economias emergentes como o Brasil ainda enfrentam desafios estruturais, como a burocracia e a falta de suporte governamental (Cassol *et al.*, 2017). A ausência de políticas públicas robustas para apoiar empresas em fase inicial de internacionalização é uma barreira persistente.

O fenômeno da internacionalização de *startups* brasileiras é caracterizado por uma interação complexa de fatores culturais, institucionais e organizacionais (Lonner, Berry e Hofstede, 1980). A mentalidade global emerge como um dos aspectos centrais, refletindo a capacidade das *startups* de interpretar e responder às condições dos mercados internacionais visando a fase de Captura de valor. Reis e Borini (2014) apontam que *startups* brasileiras enfrentam fragilidade inicial nesse aspecto, dificultando sua capacidade de competir globalmente e superar barreiras culturais. O desenvolvimento dessa mentalidade é um pré-requisito para a formulação de modelos de negócios escaláveis e rentáveis no exterior.

Estudos indicam que as diferenças culturais são especialmente críticas para *startups* de países emergentes (Barnard, 2021). A adaptação de modelos de negócios às realidades culturais locais é um dos desafios mais significativos para a efetivação da inovação. Por exemplo, a literatura mostra que *startups* brasileiras frequentemente enfrentam dificuldades em ajustar suas estratégias ao contexto cultural de países como México e Colômbia, onde as normas culturais e as expectativas dos consumidores diferem significativamente (Chen *et al.*, 2021). A superação dessas divergências exige um alinhamento estratégico profundo entre a proposta de valor da empresa e as demandas específicas de cada mercado.

No contexto da internacionalização de *startups* brasileiras, os desafios associados à inovação são exacerbados por um ambiente de investimentos decrescentes na área (Confederação Nacional da Indústria, 2022). Segundo o Índice Global de Inovação, o Brasil ocupava a 54ª posição em 2022 entre 132 países avaliados, subindo



três posições em relação ao ano anterior (Organização Mundial da Propriedade Intelectual, 2022). Contudo, essa melhora não reflete um avanço estrutural, uma vez que os investimentos em inovação continuam a cair, limitando o desenvolvimento sustentável de práticas inovadoras (Confederação Nacional da Indústria, 2022). Apesar disso, as empresas brasileiras têm demonstrado resiliência, obtendo resultados significativos mesmo diante de recursos escassos.

Essa disparidade entre a capacidade empresarial e o apoio institucional evidencia a necessidade de políticas públicas mais robustas para fortalecer o ecossistema de inovação e facilitar a internacionalização das *startups*, reduzindo barreiras culturais e competitivas (Ayakwah, Osabutey e Damoah, 2019). Comparando diferentes abordagens, percebe-se que *startups* que combinam inovação tecnológica com adaptação cultural têm maior probabilidade de sucesso (Daraojimba *et al.*, 2023). Scalamonti (2020) argumenta que a distância cultural pode ser transformada em uma oportunidade para empresas que adotam estratégias adaptativas, enquanto Barnard (2021) propõe uma tipologia que integra condições institucionais e culturais para orientar as estratégias de internacionalização. A articulação eficiente desses fatores é o que garante a sustentabilidade competitiva no cenário global.

3. METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, baseada na análise documental de três relatórios estratégicos sobre a internacionalização e inovação no Brasil (Tidd, Bessant e Pavitt, 2005). O estudo caracteriza-se como qualitativo e exploratório, pois busca compreender fenômenos complexos sem a intenção de quantificação, permitindo uma análise aprofundada dos desafios da internacionalização das *startups* brasileiras. A abordagem qualitativa foi escolhida



devido à natureza do problema investigado, que envolve aspectos culturais, estratégicos e mercadológicos, os quais não poderiam ser plenamente compreendidos por meio de métodos puramente quantitativos (Cassol *et al.*, 2017). O caráter exploratório justifica-se pela necessidade de mapear padrões e relações nos dados existentes, sem hipóteses predefinidas, alinhando-se à perspectiva de que o conhecimento sobre mercados estrangeiros é construído de forma incremental (Johanson e Vahlne, 1977).

Inicialmente, o delineamento da pesquisa contemplou a execução de um script automatizado de extração de dados na web, visando coletar informações primárias sobre o tema durante a fase de Busca do ciclo de inovação. No entanto, essa estratégia não resultou em informações substanciais para subsidiar a pesquisa, devido à escassez de bases de dados estruturadas e acessíveis sobre a atuação global de empresas emergentes (Daraojimba *et al.*, 2023). Diante dessa limitação operacional, optou-se pela transição para a análise documental rigorosa, utilizando relatórios amplamente reconhecidos sobre inovação e internacionalização de empresas no Brasil. Essa adaptação metodológica garantiu a viabilidade do estudo e a obtenção de dados consistentes para a análise do fenômeno.

Os instrumentos de coleta de dados concentraram-se na extração sistemática de informações de três documentos centrais: o relatório do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas sobre *startups*, o relatório de internacionalização da Fundação Dom Cabral e o Índice Global de Inovação (Organização Mundial da Propriedade Intelectual, 2022). O objetivo primário foi compreender como os dados operacionais sobre *startups* brasileiras se relacionam com as tendências macroeconômicas e os desafios estruturais apontados nos estudos institucionais. A coleta de dados foi realizada a partir desses três documentos, que oferecem um panorama abrangente sobre a inovação e a inserção de empresas no mercado global (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2024). A seleção dessas fontes específicas assegurou a



representatividade das informações coletadas frente ao ecossistema empreendedor nacional.

A análise foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa exploratória, onde os dados extraídos foram interpretados à luz das informações complementares apresentadas pelas diferentes instituições (Fundação Dom Cabral, 2021). A análise de conteúdo foi utilizada como técnica principal para categorizar e interpretar os dados extraídos dos relatórios e dos artigos científicos de suporte durante a fase de Seleção. Para garantir a consistência dos achados, os dados foram organizados em categorias temáticas que permitiram a comparação direta entre as diferentes fontes documentais. Esse procedimento analítico facilitou a identificação de convergências e divergências nas estratégias adotadas pelas organizações.

Para a condução operacional da pesquisa, diversas ferramentas tecnológicas foram empregadas para a coleta, organização e análise preliminar dos dados, substituindo a necessidade de representações gráficas meramente ilustrativas. O processamento de textos e a colaboração entre os pesquisadores foram realizados em plataformas de edição em nuvem, enquanto ferramentas baseadas em inteligência artificial foram utilizadas para o suporte na organização de ideias, revisão estrutural e busca por artigos científicos validados (James *et al.*, 2024). Adicionalmente, *softwares* de organização de notas auxiliaram na estruturação dos dados qualitativos extraídos dos relatórios. A integração dessas tecnologias otimizou o fluxo de trabalho e garantiu a rastreabilidade das informações analisadas.

O rigor metodológico e a confiabilidade dos resultados foram assegurados por meio da triangulação de dados, um mecanismo de validade que cruza informações de múltiplas fontes para mitigar vieses individuais (Casagrande e Machado, 2016). Essa triangulação permitiu identificar padrões, desafios e oportunidades no processo de internacionalização das *startups* brasileiras, bem como verificar como os achados empíricos se relacionam com teorias clássicas,



como a teoria das distâncias culturais (Lonner, Berry e Hofstede, 1980). Além disso, os artigos científicos revisados forneceram o embasamento teórico necessário para a análise crítica e a comparação sistemática com os dados secundários obtidos. A adoção desse protocolo rigoroso fortaleceu a validade interna do estudo e a consistência das conclusões.

Apesar da robustez da análise documental, a pesquisa apresenta limitações inerentes ao método escolhido que devem ser consideradas durante a fase de Implementação dos resultados. A principal restrição refere-se à ausência de dados primários, uma vez que o estudo não realizou coletas diretas com gestores de *startups* ou especialistas do setor, baseando-se exclusivamente em fontes secundárias (Chen *et al.*, 2021). Consequentemente, os relatórios institucionais utilizados podem refletir interesses específicos de suas organizações de origem e não capturar integralmente a complexidade da realidade do mercado. O reconhecimento dessas restrições é fundamental para a correta interpretação do escopo da pesquisa.

Outra limitação metodológica diz respeito à dificuldade de generalização ampla dos resultados obtidos (Barnard, 2021). Os achados refletem a realidade específica das *startups* brasileiras no contexto temporal analisado e podem não ser diretamente aplicáveis a outros mercados emergentes ou a setores industriais com dinâmicas distintas. Ademais, a restrição inicial da coleta automatizada de dados limitou as possibilidades de análise de tendências emergentes em tempo real (Ayakwah, Osabutey e Damoah, 2019). Dessa forma, a pesquisa buscou não apenas descrever os dados disponíveis, mas explicá-los a partir das referências teóricas consolidadas e compará-los com as tendências globais de inovação. Esse método permitiu construir uma análise crítica e fundamentada sobre os desafios estruturais enfrentados pelas empresas ao buscarem a inserção internacional.



4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

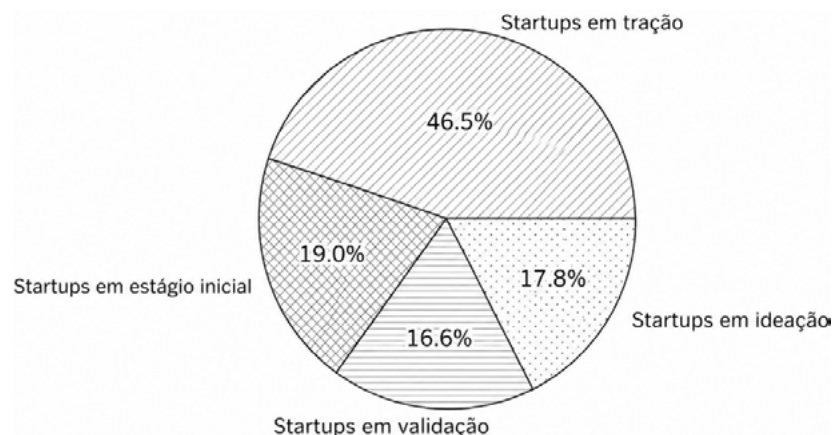
Esta seção apresenta a análise crítica dos resultados obtidos, organizada conforme a metodologia adotada para investigar as barreiras à internacionalização. Os dados serão discutidos em quatro partes analíticas: primeiro, serão apresentados os resultados do relatório do SEBRAE, que analisou a participação de *startups* brasileiras no Web Summit Lisboa como estratégia de inserção global; em seguida, os achados da Fundação Dom Cabral sobre o grau de internacionalização e maturidade estrutural das empresas brasileiras; depois, os indicadores do Índice Global de Inovação (GII), que contextualizam a posição do Brasil no cenário macroeconômico internacional; e, por fim, uma análise integrada que compara e sintetiza as descobertas dos três blocos anteriores à luz das fases de Implementação e Captura de valor do ciclo de inovação.

4.1. DADOS DO RELATÓRIO DO SEBRAE E O WEB SUMMIT LISBOA

Os dados coletados pelo SEBRAE sobre a participação de *startups* brasileiras no Web Summit Lisboa fornecem uma visão detalhada sobre as tendências de internacionalização dessas empresas durante as fases iniciais do ciclo de inovação. O evento é reconhecido como um dos principais encontros globais de inovação e empreendedorismo, reunindo *startups*, investidores e grandes empresas para promover conexões estratégicas. Além da análise da distribuição nos mercados internacionais, o relatório traz informações sobre o grau de maturidade, um fator determinante para a capacidade de internacionalização que influencia o acesso a redes de contato e a captação de investimentos. Conforme observado na Figura 1, a classificação das empresas participantes varia de acordo com seu estágio de desenvolvimento.



Figura 1 - Grau de maturidade das startups presentes no relatório do Sebrae

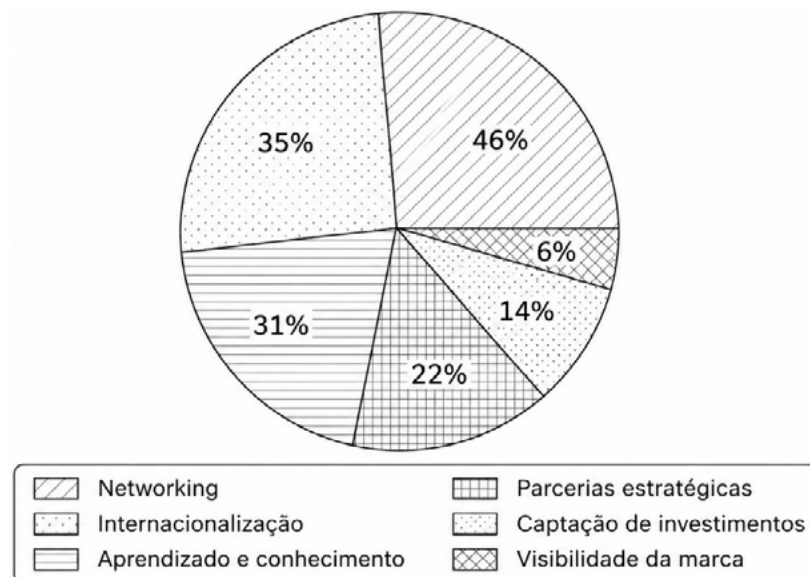


Fonte: Adaptado de Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2024).

Ao analisar a Figura 1, nota-se que a maioria das *startups* participantes se encontra em fase de tração (46,4%), indicando que essas empresas já possuem um modelo de negócio validado e capacidade para escalar suas operações rumo à fase de Implementação. No entanto, um número significativo ainda está em estágios iniciais, como ideação (17,8%), validação (16,6%) e estágio inicial (19%). Isso evidencia que muitas empresas precisam superar desafios estruturais e financeiros para consolidar sua presença em mercados estrangeiros. Os dados indicam que *startups* em tração possuem maior facilidade para transpor barreiras, pois estabeleceram uma base sólida no mercado nacional. Em contrapartida, negócios em estágio inicial enfrentam dificuldades na validação de modelos e na criação de conexões estratégicas, reforçando a necessidade de apoio institucional para diferentes níveis de maturidade.

A participação no evento foi motivada por diversos objetivos estratégicos, refletindo as prioridades das organizações na fase de Busca por novas oportunidades. Conforme observado na Figura 2, as *startups* enxergam o evento como uma ferramenta essencial para impulsionar sua presença global.

Figura 2 - Dados sobre os objetivos de participação das startups presentes no evento do Sebrae



Fonte: Adaptado de Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2024).

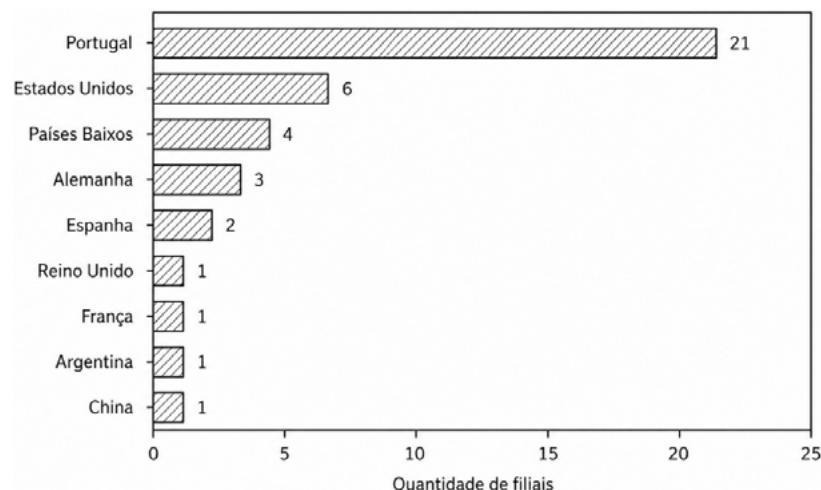
Ao analisar a Figura 2, nota-se que a busca por *networking* internacional (46%) e parcerias estratégicas (22%) reflete a dificuldade de entrada em mercados externos sem um suporte consolidado. A captação de investimentos (14%) aparece como um desafio central na obtenção de recursos financeiros para expansão. O interesse por oportunidades de internacionalização (35%), aprendizado e conhecimento (31%) e aumento da visibilidade da marca (6%) sugere que as empresas necessitam de preparo para lidar com as exigências internacionais. Aproximadamente 72% das *startups* relataram que seus objetivos foram atingidos de maneira decisiva, evidenciando que treinamentos específicos e conexões estratégicas otimizam os resultados e facilitam a transição para a fase de Captura de valor.

O levantamento destacou os destinos prioritários das *startups* brasileiras, evidenciando os critérios adotados durante a



fase de Seleção de mercados. Conforme observado na Figura 3, há uma clara preferência por ecossistemas específicos.

Figura 3 - Destino da internacionalização das startups brasileiras presentes no evento do Sebrae



Fonte: Adaptado de Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2024).

Ao analisar a Figura 3, nota-se que Portugal foi o destino predominante, com 21 empresas estabelecendo operações no país, seguido pelos Estados Unidos (5), Países Baixos (4) e Alemanha (3). Esses dados sugerem que as *startups* priorizam mercados com menor complexidade regulatória e maior proximidade institucional para reduzir riscos e facilitar a inserção no ambiente econômico internacional. Essa escolha estratégica visa mitigar as incertezas inerentes ao processo de expansão.

Os dados do Índice Médio de Lonner, Berry e Hofstede fornecem um panorama sobre as diferenças culturais enfrentadas pelas *startups* ao ingressarem nesses mercados estrangeiros (Lonner, Berry e Hofstede, 1980). Conforme observado na Tabela 1, as dimensões culturais variam significativamente entre o país de origem e os destinos escolhidos.

Tabela 1 - Valores médios do índice de Lonner, Berry e Hofstede para os países em que as startups brasileiras se internacionalizaram

Dimensão Cultural	Brasil	Portugal	Estados Unidos	Países Baixos	Alemanha
Distância do Poder	69	63	40	38	35
Individualismo	38	27	91	80	67
Masculinidade	49	31	62	14	66
Aversão à Incerteza	76	99	46	53	65
Orientação Longo Prazo	44	28	26	67	83
Indulgência	59	33	68	50	40

Fonte: Adaptado de International Business Center (2025).

Ao analisar a Tabela 1, constata-se que as divergências culturais influenciam diretamente a aceitação de produtos e a competitividade global das *startups*. O desenvolvimento de uma mentalidade global (*global mindset*) torna-se imperativo para identificar oportunidades e mitigar atritos operacionais, alinhando-se ao modelo de Johanson e Vahlne (1977), que postula o aprendizado gradual como requisito para a efetivação da inovação tecnológica no exterior. Nesse contexto, o perfil brasileiro revela nuances críticas que exigem adaptações estratégicas profundas.

No que tange à Aversão à Incerteza, o Brasil apresenta um índice elevado (76), sugerindo que os próprios empreendedores nacionais podem resistir a riscos não calculados. Essa característica colide com mercados que exigem negócios altamente estruturados, como a Alemanha (65), e encontra um ambiente regulatório ainda mais rígido em Portugal (99). Para superar essa barreira na fase de Implementação, as *startups* precisam apresentar modelos de negócios previamente validados e com mitigação clara de riscos.

Em relação à Distância do Poder (69) e ao Individualismo (38), as empresas brasileiras tendem a reproduzir estruturas hierárquicas e culturas corporativas voltadas ao coletivismo e à construção de



relacionamentos (*networking*). Esse perfil contrasta fortemente com o pragmatismo transacional exigido nos Estados Unidos (91) e pode gerar conflitos de gestão ao negociar em ecossistemas mais igualitários e descentralizados, como os Países Baixos (38) e a Alemanha (35).

Por fim, as dimensões de Masculinidade (49), Orientação de Longo Prazo (44) e Indulgência (59) exigem flexibilidade tática. O perfil intermediário de masculinidade demanda que os gestores adaptem o discurso de vendas conforme a agressividade comercial do mercado-alvo. Simultaneamente, a visão normativa de curto prazo e a indulgência relativamente alta do Brasil exigem que as empresas calibrem suas expectativas de retorno financeiro e o tom de sua comunicação, especialmente ao ingressar em ecossistemas europeus caracterizados por maior restrição social e planejamento estratégico prolongado.

4.2. ESTUDOS DA FUNDAÇÃO DOM CABRAL

A pesquisa da Fundação Dom Cabral (2021) destacou a importância da estrutura organizacional no sucesso da internacionalização, especialmente durante a fase de Implementação do ciclo de inovação. Um ponto relevante é o percentual de investimentos anuais em internacionalização, que atinge 35,7% das empresas. No que tange à arquitetura corporativa, o fato de que 59,0% das empresas possuem estrutura exclusiva para internacionalização demonstra maior eficiência na adaptação a mercados externos, enquanto aquelas sem essa estrutura enfrentam desafios adicionais para sustentar suas operações.

No entanto, a alocação de recursos humanos é um fator determinante que revela gargalos críticos: apenas 17,5% dos funcionários das empresas analisadas estão dedicados à internacionalização. Essa assimetria pode indicar limitações operacionais para uma expansão mais eficiente e comprometer a execução das estratégias globais.



Além disso, a falta de integração de *stakeholders* externos nas decisões estratégicas, apontada em 46% das empresas, é um fator que pode impactar negativamente a adaptação e competitividade em mercados globais, limitando a capacidade de resposta às exigências locais na fase de Captura de valor.

Por fim, o impacto do contexto da pandemia foi significativo, com 79,0% das empresas reportando mudanças em suas estratégias de internacionalização, exigindo rápida reconfiguração de seus modelos de negócio. Esses achados reforçam a necessidade de suporte personalizado para empresas em diferentes níveis de maturidade e uma maior articulação entre setores público e privado para fortalecer a internacionalização das empresas brasileiras e garantir a sustentabilidade da inovação tecnológica no exterior.

4.3. ÍNDICE GLOBAL DE INOVAÇÃO

A edição de 2022 do Índice Global de Inovação (IGI) classificou o Brasil na 54ª posição, destacando-o como a segunda economia mais inovadora da América Latina, imediatamente após o Chile. Apesar da melhora no ranking, o país ainda enfrenta desafios estruturais, como a baixa capacidade de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e uma infraestrutura tecnológica que se apresenta limitada (OMPI, 2022). Esses fatores impactam negativamente as *startups* brasileiras, restringindo sua competitividade no mercado global durante as fases de Busca e Seleção de oportunidades no exterior. Em contrapartida, os dados do IGI revelam um potencial de crescimento em tecnologias emergentes e a necessidade de políticas públicas que estimulem a inovação. O posicionamento do Brasil no IGI explicita a dualidade entre o seu potencial de inovação e as barreiras estruturais que limitam seu avanço no cenário global. Os dados demonstram a importância de um planejamento estratégico de longo prazo, alinhado às melhores práticas internacionais, para que o Brasil possa consolidar seu papel como referência em



inovação e expandir sua presença em mercados globais, garantindo a efetivação do ciclo inovador.

4.4. DISCUSSÃO E SÍNTESE

A triangulação dos achados evidencia que a ausência de uma mentalidade global (*global mindset*) atua como a barreira primária para a internacionalização, corroborando as visões de Reis e Borini (2014) e Casagrande e Machado (2016). Essa limitação afeta diretamente a fase de Implementação do ciclo de inovação de Tidd, Bessant e Pavitt (2005), fazendo com que a transição da fase de Seleção falhe quando as *startups* tentam replicar práticas domésticas no exterior. Conforme postulado por Lonner, Berry e Hofstede (1980), as divergências de distância do poder e a alta aversão à incerteza dos mercados-alvo exigem adaptações profundas nos modelos de gestão para estabelecer relações de confiança. Diferentemente de abordagens focadas apenas em aspectos institucionais (Barnard, 2021), os dados reforçam que a dimensão cultural é o elemento crítico para sustentar a vantagem competitiva.

No que tange ao impacto da maturidade do negócio, a comparação entre os dados do SEBRAE, da Fundação Dom Cabral e do GII confirma que o estágio de desenvolvimento da *startup* é determinante para a superação dessas barreiras durante a fase de Captura de valor. *Startups* em estágio inicial sofrem com a escassez de redes de contato e recursos, validando a premissa de Johanson e Vahlne (1977) sobre a necessidade de aprendizado gradual. Em contrapartida, empresas em fase de tração ou mais maduras demonstram maior resiliência para absorver os rigores do mercado externo e formar parcerias estratégicas locais (James *et al.*, 2024). Essas organizações conseguem otimizar a adaptação de seus produtos (Samiee e Chirapanda, 2019) e, como sugere Scalamonti (2020), converter a distância cultural em uma oportunidade de mercado.



Para além das capacidades internas, a estruturação do ecossistema empreendedor atua como um fator catalisador. A experiência internacional demonstra que a aproximação entre os setores público e privado, aliada a políticas de incentivo e investimentos em digitalização, acelera a competitividade global. Eventos como o Web Summit Lisboa provaram ser relevantes para a captação de investimentos, mas sua efetividade depende intrinsecamente da existência prévia de redes de apoio que facilitem a inserção em mercados com características culturais distintas.

Em resposta direta à questão de pesquisa, conclui-se que os desafios culturais centrais são a adaptação a normas de negócios rígidas, a superação da aversão ao risco por parte de parceiros estrangeiros e a necessidade de descentralização do poder. A maturidade afeta esse processo de forma linear: negócios nascentes esbarram na falta de legitimidade e conexões, enquanto negócios maduros utilizam estruturas dedicadas para absorver o choque cultural. Para fins de consolidação visual e estratégica, um modelo de inserção global deve contemplar três pilares essenciais: (1) Diagnóstico de Maturidade, focado na capacidade de investimento e estrutura dedicada; (2) Adaptação Cultural, exigindo o alinhamento do produto aos índices do país de destino; e (3) Integração de Redes, por meio da participação em eventos catalisadores e parcerias locais. A articulação contínua desses elementos garante a fluidez de todo o ciclo de inovação tecnológica no mercado internacional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo compreender e analisar os processos de internacionalização de *startups* brasileiras, respondendo à questão central sobre os principais desafios culturais enfrentados e como a maturidade afeta a superação dessas barreiras. Este objetivo



foi plenamente alcançado pela análise de relatórios entre 2012 e 2024, por meio de uma análise diagnóstica e categorização temática.

Os resultados obtidos permitiram identificar em profundidade as principais barreiras, como a falta de mentalidade global, dificuldades na adaptação de modelos de gestão, desafios na construção de redes de contato e aversão à incerteza. Conclui-se, de forma direta, que o nível de desenvolvimento do negócio atua como mitigador essencial frente a essas divergências, separando empresas que falham na inserção daquelas que prosperam globalmente.

Do ponto de vista teórico, o estudo oferece uma contribuição relevante ao conectar as dimensões culturais de mercados estrangeiros diretamente às fases operacionais do ciclo de inovação tecnológica. Na esfera prática, a pesquisa fornece subsídios estratégicos valiosos para que gestores possam adaptar seus produtos, estruturar redes de apoio e mitigar riscos antes da expansão.

Em relação aos impactos socioeconômicos, os achados evidenciam que o fortalecimento da competitividade global dessas empresas gera um efeito multiplicador positivo. A superação das barreiras culturais atrai investimentos estrangeiros diretos, promove a geração de empregos qualificados e insere o ecossistema nacional em cadeias globais de alto valor agregado, impulsionando o desenvolvimento econômico.

Entretanto, um dos desafios mais significativos enfrentados na condução desta pesquisa foi a dificuldade de acesso a dados estruturados sobre a internacionalização de *startups* brasileiras. A ausência de bases de dados consolidadas evidencia uma fragilidade no ecossistema de inovação do país, dificultando a análise aprofundada sobre como essas empresas enfrentam desafios culturais e estruturais.

A falta de pesquisas detalhadas sobre a atuação internacional demonstra que ainda há uma lacuna informacional relevante, que impede a formulação de políticas públicas e estratégias empresariais



mais eficazes. A carência de dados específicos também dificulta a comparação com outros mercados emergentes, reduzindo a possibilidade de aprendizado com experiências bem-sucedidas.

Diante dessa limitação, a agenda de trabalhos futuros deve se concentrar em investigar individualmente *startups* que já possuem trajetória internacional consolidada. Estudos de caso poderiam oferecer ideias mais qualificadas sobre os fatores que influenciam o sucesso ou o fracasso dessas iniciativas, permitindo uma compreensão detalhada do papel da adaptação cultural e das redes de contato.

Além disso, a criação de um banco de dados estruturado sobre a internacionalização de *startups* brasileiras contribuiria significativamente para o avanço do conhecimento na área, viabilizando análises comparativas e ajudando formuladores de políticas a desenvolverem ações mais assertivas.

Em síntese, o estudo alcançou seu objetivo principal ao proporcionar uma compreensão aprofundada das barreiras culturais enfrentadas por *startups* brasileiras. No entanto, a escassez de dados sistematizados representa uma barreira adicional, evidenciando a necessidade de mais pesquisas empíricas.

Assim, esta pesquisa não apenas contribui para o campo teórico e prático, mas também destaca a urgência de maior investimento em coleta e análise de dados, essencial para fortalecer a competitividade das *startups* brasileiras no cenário global.

REFERÊNCIAS

AYAKWAH, A.; OSABUTEY, E. L. C.; DAMOAH, I. S. **Driving business exports in emerging markets: business clusters as a policy option for internationalisation.** In: EDVARDSSON, I. R.; MÜLLER, S. (ed.). **Entrepreneurship and structural change in dynamic territories.** Bingley: Emerald Group Publishing, 2019. p. 81-97. (Contemporary Issues in Entrepreneurship Research, v. 10). Disponível em: <https://doi.org/10.1108/S2040-724620190000010008>.



BARNARD, H. Host countries' level of development and internationalization from emerging markets: a typology of firm strategies. **Journal of International Management**, v. 27, n. 3, p. 100828, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.intman.2021.100828>

CASAGRANDE, R. M.; MACHADO, D. D. P. N. Cultura organizacional como fator complementar às dimensões culturais de Lonner, Berry e Hofstede. **Revista Pretexto**, v. 17, n. 4, p. 81-94, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21714/pretexto.v17i4.3126>

CASSOL, A. *et al.* Estratégias de internacionalização de pequenas e médias empresas: estudo multicasos. **Revista Gestão Organizacional**, v. 10, n. 3, p. 436-456, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22277/rgov.10i3.3889>

CHEN, H. *et al.* The dual effect of foreign competition on emerging market firms' internationalization. **Management Decision**, v. 59, n. 9, p. 2264-2285, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MD-11-2019-1525>

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Brasil avança três posições e chega ao 54º lugar no Índice Global de Inovação**. Brasília, DF: Portal da Indústria, 29 set. 2022. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/brasil-avanca-tres-posicoes-e-chega-ao-54o-lugar-no-indice-global-de-inovacao/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

DARAOJIMBA, C. *et al.* A review of business development strategies in emerging markets: economic impacts and growth evaluation. **International Journal of Research and Scientific Innovation**, v. 10, n. 9, p. 195-206, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2023.10919>

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Trajetórias FDC de internacionalização das empresas brasileiras 2021**. Belo Horizonte: FDC, 2021. Disponível em: <https://trajetoriasinternacionais.fdc.org.br/wp-content/uploads/2022/10/Trajatorias-FDC-de-Internacionalizacao-das-Empresas-Brasileiras-Edicao-2020-2021-Final.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2025.

INTERNATIONAL BUSINESS CENTER. **Brazil**: Brazilian Geert Lonner, Berry e Hofstede cultural dimensions explained. IBC, [2007]. Disponível em: https://www.internationalbusinesscenter.org/geert-Lonner, Berry e Hofstede/Lonner, Berry e Hofstede_brazil.shtml. Acesso em: 1 fev. 2025.

JAMES, E. E. *et al.* Foreign market network and internationalization of domestic firms: a systematic literature review. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 22, n. 2, p. 1213-1239, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.2.1459>



JOHANSON, J.; MATTSSON, L.-G. Interorganizational relations in industrial systems: a network approach compared with the transaction-cost approach. **International Studies of Management & Organization**, v. 17, n. 1, p. 34-48, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00208825.1987.11656444>

JOHANSON, J.; VAHLNE, J.-E. The internationalization process of the firm: a model of knowledge development and increasing foreign market commitments. **Journal of International Business Studies**, v. 8, n. 1, p. 23-32, 1977. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490676>

LONNER, W. J.; BERRY, J. W.; HOFSTEDE, G. H. **Culture's consequences**: International differences in work-related values. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship, 1980.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL. **Global Innovation Index 2022**: what is the future of innovation-driven growth? 15th ed. Genebra: OMPI, 2022. Disponível em: <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index/2022/index>. Acesso em: 1 fev. 2025.

SAMIEE, S.; CHIRAPANDA, S. International marketing strategy in emerging-market exporting firms. **Journal of International Marketing**, v. 27, n. 1, p. 20-37, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1069031X18812731>.

SCALAMONTI, Francesco. Mercati emergenti e distanza culturale: una rivisitazione dei driver del processo d'internazionalizzazione delle. **Piccola Impresa / Small Business**, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14596/pisb.361>

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Impacto da internacionalização em startups**: Web Summit Lisboa. Sebrae, 2024. Disponível em: <https://digital.sebraestartups.com.br/report-internacionalizacao-2024>. Acesso em: 1 fev. 2025.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. 3. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.



11

Amanda Marta Jardim Souza

Samuel de Souza Farias

João Antônio Nunes

Herlandí de Souza Andrade

Paulo César Ribeiro Quinteiros

Fábio Luís Falchi de Magalhães

AVALIAÇÃO DA INOVAÇÃO UNIVERSITÁRIA NO BRASIL:

DIVERGÊNCIAS METODOLÓGICAS ENTRE O RUF E O RUE

RESUMO:

Os rankings universitários consolidaram um fenômeno global de avaliação institucional, cujas metodologias mensuram a qualidade do ensino, a performance da pesquisa e o potencial de inovação. No cenário do Brasil, destacam-se o Ranking Universitário Folha (RUF) e o Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE), instrumentos que incorporam especificidades locais essenciais. Sob a ótica da gestão estratégica, esses sistemas avaliam como as instituições operam nas fases de Busca e Captura de Valor do ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015). O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa estruturada entre os rankings RUF e RUE no quesito inovação, para avaliar o posicionamento das dez principais universidades brasileiras em cada classificação. Conduziu-se uma pesquisa exploratória, com abordagem qualitativa e procedimento documental, baseada nas informações metodológicas e nos resultados disponibilizados nas publicações oficiais de cada ranking. Os resultados revelam discrepâncias significativas entre as colocações das instituições. Tais diferenças decorrem das divergências metodológicas e dos indicadores específicos adotados por cada sistema, o que evidencia que a excelência acadêmica na fase de busca não garante o desempenho empreendedor na captura de valor. Conclui-se que a inovação universitária no país opera em um espectro dual, o qual exige a compreensão desses rankings como ferramentas complementares para uma avaliação holística. Como contribuição, o trabalho oferece subsídios para organizações identificarem universidades com perfis adequados às suas necessidades estratégicas, com o intuito de facilitar a formação de parcerias focadas na transferência de tecnologia.

Palavras-chave: Rankings Universitários. Ecossistemas de Inovação. Empreendedorismo Acadêmico. Transferência de Tecnologia. Ensino Superior. Indicadores de Desempenho.



ABSTRACT:

University rankings have consolidated into a global phenomenon of institutional evaluation, whose methodologies measure teaching quality, research performance, and innovation potential. In the Brazilian context, the Folha University Ranking (RUF) and the Entrepreneurial Universities Ranking (RUE) stand out as instruments that incorporate essential local specificities. From a strategic management perspective, these systems evaluate how institutions operate in the Search and Value Capture phases of Tidd and Bessant's innovation cycle (2015). This study aims to conduct a structured comparative analysis between the RUF and RUE rankings regarding innovation, to evaluate the positioning of the top ten Brazilian universities in each classification. An exploratory research with a qualitative approach and documentary procedure was conducted, based on the methodological information and results made available in the official publications of each ranking. The results reveal significant discrepancies in the institutions' placements. Such differences stem from methodological divergences and the specific indicators adopted by each system, evidencing that academic excellence in the search phase does not guarantee entrepreneurial performance in value capture. It is concluded that university innovation in the country operates on a dual spectrum, which requires understanding these rankings as complementary tools for a holistic evaluation. As a contribution, this work provides subsidies for organizations to identify universities with profiles suited to their strategic needs, aiming to facilitate the formation of partnerships focused on technology transfer.

Keywords: *University Rankings. Innovation Ecosystems. Academic Entrepreneurship. Technology Transfer. Higher Education. Performance Indicators.*



1. INTRODUÇÃO

Os rankings universitários consolidaram-se como um fenômeno global de avaliação institucional, com dezenas de versões que buscam identificar as instituições de destaque em ensino e pesquisa (Martins e Barreyro, 2024; Silveira e Bornia, 2024). O ranking pioneiro mundial foi o Academic Ranking of World Universities, publicado desde 2003, impulsionando a disseminação global desses sistemas (Shanghai Ranking Consultancy, 2025; Szluca, Csajbók e Györffy, 2023). Esses instrumentos influenciam fortemente as políticas institucionais e as estratégias acadêmicas, uma vez que a competição global direciona as universidades a buscarem posições de destaque nas classificações internacionais (Hazelkorn, 2015).

Alguns rankings foram desenvolvidos especificamente para medir a inovação universitária e o desenvolvimento econômico, utilizando dados como registros de patentes e transferência de tecnologia (Fagerberg, 2021; Szluca, Csajbók e Györffy, 2023). Contudo, medir a inovação nas instituições de ensino superior ainda é desafiador, pois a dependência dos rankings concentra os indicadores em métricas limitadas a publicações e patentes (Proença e Vera, 2025). Esses rankings são frequentemente utilizados como fontes autônomas de informação sobre o desempenho das universidades, o que pode gerar interpretações equivocadas por parte do público e de gestores caso não sejam analisados criticamente (Martins e Barreyro, 2024).

No cenário brasileiro, destacam-se dois rankings que abordam a inovação de forma específica e adaptada à realidade nacional. O Ranking Universitário Folha (RUF) avalia as universidades ativas no país com base em dimensões consolidadas, enquanto o Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE) avalia o empreendedorismo universitário com base na percepção discente e em dados institucionais (Ranking de Universidades Empreendedoras, 2023; Ranking Universitário Folha, 2024). A proximidade entre as instituições de



ensino e as empresas, avaliada por esses instrumentos, facilita a transferência de conhecimento e promove a criação de novas soluções práticas para o mercado (Abramo e D'Angelo, 2022).

Sob a ótica da gestão estratégica, as universidades atuam em fases cruciais do ciclo de inovação, operando como motores de desenvolvimento tecnológico. O mapeamento de como as instituições geram conhecimento e interagem com o ecossistema reflete diretamente as etapas de Busca e Captura de Valor. A identificação de tendências e a geração de ideias ocorrem nos laboratórios e grupos de pesquisa, enquanto a comercialização e a transferência de tecnologia materializam o retorno para a sociedade na fase de Implementação. Compreender como os rankings mensuram essas fases é essencial para o alinhamento estratégico e para a superação de barreiras históricas de desconexão com o mercado.

Justifica-se o presente estudo pela ausência de trabalhos que comparem diretamente os dois rankings sob a ótica da inovação, preenchendo uma lacuna importante na literatura. O referencial teórico atual apresenta estudos sobre dimensões de universidades empreendedoras e a relação entre gestão e rankings (Corrêa, 2022; Voese, Santos e Dombroski, 2024). Outras pesquisas analisam a construção da excelência acadêmica e a produção científica (De Ávila Soares, 2022). Todavia, carece-se de uma análise comparativa estruturada focada nos indicadores de inovação, o que fundamenta o debate sobre políticas públicas e estratégias institucionais no ensino superior.

Diante desse cenário, o presente artigo tem por objetivo realizar uma análise comparativa estruturada entre os rankings RUF 2024 e RUE 2023 no quesito inovação, avaliando o posicionamento das dez instituições mais bem colocadas em cada classificação. A pesquisa visa demonstrar como cada sistema mensura diferentes etapas do ciclo de inovação tecnológico, evidenciando a inclinação do RUF para a fase de Busca e a ênfase do RUE nas fases de Implementação e Captura de Valor. A partir dessa distinção estrutural, emerge o



questionamento central que norteia esta investigação: como as divergências metodológicas entre o RUF e o RUE impactam a classificação das universidades brasileiras no quesito inovação?

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo fundamenta a avaliação do ecossistema universitário sob a ótica do ciclo de inovação. A literatura explora como as instituições transitam pelas fases de Busca, Seleção, Implementação e Captura de Valor para consolidar seu impacto socioeconômico (Silveira e Bornia, 2024; Martins e Barreyro, 2024).

2.1 OS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO E PROXIMIDADE ENTRE UNIVERSIDADES E EMPRESAS

Para que essa transição entre as fases ocorra de forma efetiva, a fundamentação teórica destaca a interação dinâmica entre diferentes atores sociais. Os ambientes de inovação desempenham um papel crucial no desenvolvimento de novas soluções tecnológicas e no fortalecimento das economias regionais. Sob a ótica da gestão estratégica, esses ecossistemas facilitam a fase inicial de Busca do ciclo de inovação, permitindo a identificação de tendências e a geração de ideias em rede. Tais ambientes são compostos por áreas de inovação, como os parques científicos e tecnológicos, e pelos mecanismos de geração de empreendimentos, como as incubadoras, que apoiam o desenvolvimento de empresas inovadoras (Carayannis *et al.*, 2012; Audy e Pique, 2016; Proença e Vera, 2025).

Os ecossistemas envolvem a interação contínua entre universidades, empresas e governo, com o objetivo de promover a geração de conhecimento e a sua aplicação prática no mercado.



O relacionamento estreito entre as instituições de ensino superior e as empresas é um dos principais fatores de sucesso para esses ecossistemas, uma vez que facilita a transferência de conhecimento e o desenvolvimento de inovações que atendem às necessidades mercadológicas. Essa dinâmica caracteriza a etapa de Seleção e prepara o terreno para a Implementação de projetos viáveis, transformando a pesquisa acadêmica básica em soluções tecnológicas tangíveis (Fagerberg *et al.*, 2021; Szluca, Csajbók e Györffy, 2023).

No contexto brasileiro, as universidades passaram a reconhecer o papel fundamental da educação empreendedora no processo de transformação social e no desenvolvimento econômico. Contudo, embora as instituições estejam cada vez mais voltadas ao fomento da inovação, persistem barreiras significativas, como a desconexão histórica com o mercado e a escassez de incentivos. A superação desses obstáculos exige um esforço conjunto entre as instituições e o setor privado, garantindo que as estruturas de apoio estejam efetivamente consolidadas. Somente com essa integração sistêmica é possível atingir a fase de Captura de Valor, na qual o conhecimento gerado se converte em competitividade, patentes e benefícios socioeconômicos sustentáveis (Corrêa, 2022; Silva, Pereira e Guimarães, 2021).

2.2 RANKINGS UNIVERSITÁRIOS: RUF E RUE

O uso de indicadores de desempenho para medir e avaliar elementos que influenciam a atuação de instituições de ensino superior consolidou-se como uma prática global. A popularidade dos rankings universitários transformou esses instrumentos em ferramentas reguladoras de grande influência, impactando diretamente as políticas institucionais e as estratégias das universidades. No contexto da gestão da inovação, esses sistemas de avaliação atuam na fase de Seleção, pois estabelecem os critérios e as métricas



que definem quais projetos, pesquisas e posturas institucionais são considerados de excelência. A variação das universidades nas posições está intrinsecamente relacionada aos objetivos de cada ranking, que apresenta seu próprio ponto de vista sobre o que constitui a qualidade acadêmica e tecnológica (Martins e Barreyro, 2024; Silveira e Bornia, 2024; Szluca, Csajbók e Györffy, 2023).

Enquanto referências internacionais, como o Times Higher Education (THE) e o Academic Ranking of World Universities (ARWU), focam em prêmios globais e volume de citações, o cenário brasileiro exige instrumentos aderentes à realidade local. Destacam-se, nesse escopo, o Ranking Universitário Folha (RUF) e o Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE). O RUF, publicado anualmente desde 2012, avalia as instituições com base em dimensões como pesquisa, ensino, mercado, internacionalização e inovação, utilizando dados de bases como o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP). Essa estrutura metodológica tradicional reflete fortemente a fase de Busca, priorizando a geração de conhecimento básico e a produção científica documentada (Ranking Universitário Folha, 2024; Shanghai Ranking, 2024; Théry, 2024).

Por outro lado, o RUE, elaborado pela Confederação Brasileira de Empresas Juniores (Brasil Júnior), adota uma abordagem focada no ecossistema prático. O levantamento baseia-se na percepção de milhares de estudantes e em dados autodeclarados pelas universidades, avaliando critérios como cultura empreendedora, extensão e capital financeiro. Essa perspectiva direciona a avaliação para as fases de Implementação e Captura de Valor, buscando entender quais práticas efetivamente incentivam a criação de novos negócios e a transferência de tecnologia para a sociedade, superando a visão estritamente acadêmica (Brasil Júnior, 2023; Ranking Universidades Empreendedoras, 2025; Silva, Pereira e Guimarães, 2021).



Para compreender como essas diferentes abordagens metodológicas se materializam na avaliação das instituições, é fundamental analisar a estrutura de critérios adotada por cada sistema. O Quadro 1 apresenta as dimensões e os indicadores específicos que compõem os rankings RUE e RUF, com foco nas áreas exploradas por esta pesquisa (Proença e Vera, 2025).

Quadro 1 - Dimensões e indicadores que compõem os Rankings RUE e RUF e são explorados nesta pesquisa

Dimensão (RUE - Ranking de Universidades Empreendedoras)	Indicadores (RUE)	Dimensão (RUF - Ranking de Universidades Folha)	Indicadores (RUF)
Inovação	Pesquisa; Patentes; Proximidade IES-Empresa	Inovação	Patentes; Parceria com empresas
Internacionalização	Pesquisa com colaboração internacional; Parcerias com IES internacionais; Intercâmbio	Internacionalização	Citações internacionais por docentes; Publicações em coautoria
Cultura Empreendedora	Postura empreendedora discente; Postura empreendedora docente; Avaliação da grade curricular	Ensino	Opinião de docentes do ensino superior; Professores com doutorado e mestrado; Professores em dedicação parcial e integral; Nota no Enade
Extensão	Redes; Ações de extensão; Almetria	Pesquisa	Total de publicações; Total de citações; Citações por publicação; Publicações por docente; Citações por docente; Publicações em revistas nacionais; Recursos recebidos por instituição; Bolsistas CnPq; Teses
Capital Financeiro	Orçamento; Fundos patrimoniais (<i>endowment</i>)	Mercado	Considera a opinião de empregadores sobre preferências de contratação
Infraestrutura	Qualidade da infraestrutura; Parque tecnológico	-	-

Fonte: Adaptado pelos autores (2025).



A análise do Quadro 1 evidencia a fragmentação conceitual entre os dois instrumentos. O RUE consolida a inovação de forma híbrida, integrando a pesquisa, o registro de patentes e a proximidade direta entre a universidade e as empresas em uma única dimensão avaliativa. Em contrapartida, o RUF segrega essas métricas: a inovação é restrita às patentes e parcerias com o setor produtivo, enquanto a pesquisa possui uma dimensão autônoma e detalhada. Essa representação gráfica confirma que os rankings mensuram etapas distintas do desenvolvimento tecnológico, exigindo que a análise do desempenho universitário considere a complementaridade dessas métricas para uma visão holística do ecossistema (Fagerberg, 2021).

2.3 CONCEITOS DOS INDICADORES DE INOVAÇÃO E PESQUISA DOS RANKINGS

A inovação nas universidades é impulsionada pela geração de conhecimento básico e aplicado, refletindo a capacidade institucional de alimentar o progresso tecnológico e industrial. Nesse contexto, o indicador de pesquisa, mensurado pela quantidade, qualidade e impacto das publicações científicas, atua como o alicerce da fase de Busca do ciclo de inovação. A produção acadêmica de excelência, especialmente em revistas de alto impacto e com colaboração internacional, permite que as instituições identifiquem tendências e desenvolvam novos conceitos. A avaliação rigorosa dessa produção científica por pares caracteriza a etapa de Seleção, na qual o conhecimento mais promissor é filtrado e validado pela comunidade global antes de avançar para aplicações práticas (Fagerberg, 2021; Hazelkorn, 2015).

Para que o conhecimento acadêmico transcenda os limites institucionais, a proximidade entre as Instituições de Ensino Superior (IES) e o setor produtivo torna-se um indicador determinante. As interações estratégicas com empresas, centros de pesquisa e



incubadoras facilitam a transferência de tecnologia e a criação de novos modelos de negócios. Essa colaboração direta é a essência da fase de Implementação, momento em que as universidades atuam como polos práticos de inovação, adaptando suas pesquisas às demandas reais do mercado e superando os desafios de infraestrutura e financiamento. Embora o Brasil apresente crescimento nessas parcerias, o estabelecimento de vínculos duradouros ainda é um desafio para a consolidação de soluções tecnológicas aplicáveis (Abramo e D'Angelo, 2022).

O êxito final do ciclo de inovação universitária é frequentemente mensurado por indicadores tangíveis, como o registro de patentes e a geração de empreendimentos. A proteção da propriedade industrial reflete a capacidade da universidade de transformar a pesquisa aplicada em produtos e processos comercializáveis, garantindo a Captura de Valor econômica e social. Instituições de ponta exemplificam como a integração robusta entre a academia e o setor privado potencializa a concessão de patentes. Consequentemente, os rankings acadêmicos utilizam essas métricas de transferência de conhecimento para avaliar o impacto real das universidades no desenvolvimento socioeconômico de seus ecossistemas (Ferreira e Rocha, 2025; INPI, 2023).

3. METODOLOGIA

A escolha dos rankings Ranking Universitário Folha (RUF) e o Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE) deve-se ao fato de serem instrumentos de avaliação voltados ao contexto brasileiro. Essa seleção metodológica permite uma análise mais aderente às políticas públicas, práticas institucionais e indicadores locais de inovação e empreendedorismo. Vale ressaltar que os rankings analisados são os únicos nacionais com foco explícito em inovação e



empreendedorismo. Ambos adotam metodologias públicas e aplicadas regularmente. Esses rankings são complementares, permitindo uma análise que contempla tanto a excelência acadêmica quanto a capacidade de inovação e impacto social das instituições. Sob a ótica da gestão estratégica, a metodologia delineada busca avaliar como os instrumentos de classificação mensuram as fases de Busca e Captura de Valor nas universidades (Gil, 2008; Martins e Barreyro, 2024; Szluca, Csajbók e Györffy, 2023).

Os rankings RUF e RUE apresentam métricas diretamente relacionadas à produção científica nacional e à cultura empreendedora universitária. O recorte metodológico deve-se à escolha por rankings com metodologias transparentes e dados acessíveis, visando garantir maior rigor metodológico e possibilidade de replicação da análise apresentada neste trabalho. Com o objetivo de identificar as principais diferenças entre as classificações realizadas pelos rankings de inovação de universidades brasileiras, realizou-se uma pesquisa de natureza exploratória com abordagem qualitativa. A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar uma compreensão mais ampla do fenômeno a ser estudado, permitindo um aprofundamento inicial em um tema pouco investigado. Este tipo de estudo possibilita o levantamento de dados em grande quantidade e a geração de hipóteses para futuras pesquisas (Gil, 2008; Proença e Vera, 2025; Silveira e Bornia, 2024).

Utilizou-se como procedimento a pesquisa documental, que é definida como um método de investigação em que se analisam documentos preexistentes. Esses materiais constituem uma importante fonte de dados, sendo acessíveis para o estudo das características e funções das instituições. Essa abordagem foi aplicada sobre as informações disponibilizadas em cada publicação dos rankings de inovação. A primeira etapa da coleta de dados, realizada em formato secundário, consistiu no levantamento de publicações dos rankings objeto desta pesquisa. A última atualização do RUF, datada no ano de 2024, tem sua coleta de dados realizada através da



avaliação dos 40 cursos de graduação com maior número de ingresses no país. Este levantamento foi contrastado com o Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE), com última atualização no ano de 2023, cujos dados específicos da pesquisa de percepção discente detalham ter ocorrido entre os meses de abril e setembro de 2023, alcançando mais de 34.000 respostas. A análise documental rigorosa garante a validade interna dos dados extraídos para a posterior comparação analítica (Bardin, 2016; Brasil Júnior, 2023; Ranking Universitário Folha, 2024).

A amostragem adotada foi não probabilística, ou seja, as escolhas dos rankings para análise não foram baseadas em probabilidades de amostragem definidas, mas sim em critérios que atendiam aos objetivos da pesquisa. Este tipo de amostragem é útil quando se busca estudar fenômenos em contextos específicos ou com acesso restrito, como no caso de rankings específicos de universidades. A amostra de conveniência foi a técnica de amostragem adotada, que permitiu selecionar os dados de forma acessível, sem os requisitos de uma amostra probabilística, mas ainda assim mantendo a representação dos dados para fins de análise comparativa. A seleção focou estritamente nas dez instituições mais bem posicionadas, estabelecendo um critério claro de inclusão para assegurar a confiabilidade do estudo (Gil, 2008).

O instrumento de pesquisa utilizado foi uma planilha, na qual os resultados de cada universidade nos rankings avaliados foram inseridos em colunas paralelas, permitindo uma visualização clara e a comparação dos dados. O uso de planilhas como ferramenta para coleta e organização de dados facilita a sistematização e a análise. Esse procedimento permite, ainda, a realização de análises quantitativas e qualitativas de maneira eficaz. A estruturação dos dados seguiu um protocolo padronizado de extração, mitigando vieses do pesquisador e assegurando a integridade das informações coletadas diretamente nas plataformas oficiais dos rankings (Bardin, 2016; Brasil Júnior, 2023; Gil, 2008).



Num segundo momento, foram avaliados os indicadores utilizados por cada uma das publicações, já que a consistência e transparência dos indicadores é essencial para a comparabilidade de rankings. Para indicadores presentes no ranking de inovação de uma publicação, mas não de outra, foi realizada uma varredura nos demais indicadores presentes no mesmo ranking, da mesma publicação. Esse procedimento de varredura é uma prática comum em pesquisas de análise documental, pois permite uma maior cobertura de indicadores, facilitando a compreensão das variáveis que influenciam os resultados dos rankings. Essa etapa analítica reflete a fase de Seleção do ciclo de inovação, na qual os critérios de avaliação são rigorosamente definidos e aplicados aos dados coletados (Bardin, 2016; Corrêa, 2022; Voese, Santos e Dombroski, 2024).

Desta forma, identificou-se que o indicador pesquisa consta na RUE, mas não no RUF. No caso, a pesquisa está presente através de seus subindicadores no ranking pesquisa da RUF. A presença de subindicadores reflete a complexidade e a diversidade de critérios utilizados para mensurar a inovação nas universidades, como apontado por autores que discutem as metodologias de avaliação de inovação nas universidades. A triangulação dessas informações permitiu consolidar uma base de dados robusta, superando as limitações individuais de cada sistema de classificação e garantindo a precisão da análise comparativa (Soares, 2022).

Para garantir a clareza expositiva e a compreensão do *framework* central de avaliação, a estruturação das variáveis analisadas foi consolidada visualmente. O Quadro 2 apresenta o comparativo exato dos indicadores pertencentes à dimensão de inovação de cada um dos rankings, bem como os indicadores que fazem parte da dimensão de pesquisa pertencente ao RUF, os quais são fundamentais para a fase de Implementação da pesquisa e responderão à questão central do estudo (Brasil Júnior, 2023; Ranking Universitário Folha, 2024; Szluca, Csajbók e Gyórfy, 2023).



Quadro 2 - Dimensões e indicadores que compõem os Rankings RUE e RUF e são explorados nesta pesquisa

Dimensão (RUE - <i>Ranking</i> de Universidades Empreendedoras)	Indicadores (RUE)	Dimensão (RUF - <i>Ranking</i> de Universidades Folha)	Indicadores (RUF)
Inovação	Pesquisa; Patentes; Proximidade IES-Empresa	Inovação	Patentes; Parceria com empresas
-	-	Pesquisa	Total de publicações; Total de citações; Citações por publicação; Publicações por docente; Citações por docente; Publicações em revistas nacionais; Recursos recebidos por instituição; Bolsistas CnPq; Teses

Fonte: Adaptado pelos autores (2025).

Conforme ilustrado no Quadro 2, a arquitetura de avaliação diverge substancialmente entre os dois instrumentos, exigindo uma análise aprofundada de suas composições. No RUE, a dimensão de inovação é intrinsecamente híbrida, englobando pesquisa, patentes e a proximidade direta entre a instituição de ensino superior e as empresas. Essa composição visualiza uma abordagem voltada para o ecossistema prático e empreendedor. Por sua vez, a estrutura do RUF segrega a avaliação: a inovação é medida estritamente por meio de patentes e parcerias com o setor produtivo, enquanto a pesquisa é alocada em uma dimensão separada e autônoma. A análise dessa representação gráfica confirma que a comparabilidade direta exige o cruzamento de dimensões distintas (Inovação no RUE *versus* Inovação somada à Pesquisa no RUF), justificando o rigor do protocolo de extração de dados e a necessidade de varredura de subindicadores adotados nesta metodologia (Bardin, 2016; Gil, 2008).



4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise e discussão dos dados coletados, estruturando-se em três seções complementares para avaliar o ecossistema de inovação universitário. Inicialmente, o subcapítulo 4.1 realiza a comparação da classificação das universidades nos rankings RUF e RUE, evidenciando as discrepâncias de posicionamento. Em seguida, a seção 4.2 aprofunda a comparação dos indicadores que compõem os rankings, detalhando as métricas de pesquisa, patentes e interação com o mercado. Por fim, o subcapítulo 4.3 promove a discussão e síntese dos achados, cruzando os resultados práticos com as fases do ciclo de inovação de Tidd e Bessant (2015).

4.1 COMPARAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DAS UNIVERSIDADES NOS RANKINGS

A análise comparativa dos resultados de inovação do Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE) de 2023 e do Ranking Universitário Folha (RUF) 2024 mostrou que a quantidade de instituições de ensino superior consideradas nos respectivos estudos apresenta variações significativas. Enquanto o RUE avaliou 108 universidades e institutos federais, num total de 139 instituições de ensino superior, o RUF avaliou 203 universidades públicas e particulares no Brasil. Isso já aponta grandes discrepâncias nos índices de inovação dos rankings.

Conforme observado no Quadro 3, a comparação das dez universidades mais bem posicionadas ilustra claramente o impacto das diferentes metodologias de avaliação.



Quadro 3 - Top 10 universidades nos rankings de inovação RUE 2023 E RUF 2024

Posição	Ranking RUF 2024 (Inovação)	Ranking RUE 2023 (Inovação)	Ranking RUF 2024 (Pesquisa)
1º	Universidade de São Paulo (USP)	Universidade de São Paulo (USP)	Universidade de São Paulo (USP)
2º	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
3º	Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
4º	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
5º	Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
6º	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
7º	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Universidade Estadual Paulista (Unesp)
8º	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
9º	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Universidade de Brasília (UnB)
10º	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	Universidade Federal do Ceará (UFC)	Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

Fonte: Adaptado pelos autores (2025).



Ao analisar o Quadro 3, nota-se que a Universidade de São Paulo (USP) ocupa o primeiro lugar em ambas as listas. Em conjunto com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), essas instituições são as únicas que aparecem no *top 5* em todas as categorias. Sob a ótica de Tidd e Bessant (2015), esse desempenho reflete uma execução madura das fases de Busca e Captura de Valor. Dessa forma, há a indicação de que essas universidades possuem excelência sólida e abrangente, tanto na produção de pesquisa acadêmica de alto impacto (geração de ideias) quanto na aplicação desse conhecimento em inovação e empreendedorismo (comercialização). Os dados indicam que elas são a força motriz do ecossistema de inovação brasileiro.

Em contraste, a ordem de classificação das demais instituições apresenta diferenças notáveis. A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que figura em 2º lugar no RUE, ocupa a 5ª posição no RUF. Essa variação na colocação indica uma disparidade no peso atribuído a indicadores específicos de inovação em cada ranking. Por outro lado, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) mantêm posições de destaque em todos os rankings. No entanto, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que aparece em 3º lugar no ranking de Inovação do RUE, cai para 7º no RUF. Isso mostra que a UFSC tem um desempenho particularmente forte em áreas valorizadas pelo RUE, como a interação com empresas e criação de *startups*, elementos cruciais para a fase de Implementação de projetos inovadores, mas pode não ter a mesma pontuação em indicadores mais focados em patente ou colaboração empresarial, que são critérios principais do RUF.

Assim sendo, os dados evidenciam o impacto da aplicação de metodologias distintas, sendo que a principal diferença entre os rankings é a presença de universidades que se destacam em um, mas não em outro ranking. Exemplo disso é a Universidade Federal de Viçosa (UFV), que ocupa a 3ª posição no ranking de Inovação do



RUF, mas não está entre as 10 primeiras em Pesquisa. Isso decorre do foco em inovação tecnológica e patentes, sem ter a mesma produção massiva de artigos científicos, como a USP e Unicamp.

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) figuram no *Top 10* de Inovação do RUF, mas não aparecem entre as 10 primeiras do RUE. Essa pode ser uma constatação de que a UFPE tem destaque em indicadores de colaboração com o setor privado, mas pode não ter uma forte cultura de empreendedorismo ou criação de *start-ups*, que são os principais fatores de avaliação do RUE. Por outro lado, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e a Universidade Federal do Ceará (UFC) estão entre as 10 primeiras do RUE e ausentes no topo do RUF.

As discrepâncias na ordem e na composição entre as 10 primeiras colocações dos rankings apontam que não há uma avaliação do mesmo espectro de inovação. Cada um utiliza metodologias distintas e, por consequência, prioriza diferentes indicadores de desempenho. Portanto, a comparação direta da ordem de classificação é inviável, uma vez que as listas de universidades divergem e a posição das instituições em comum flutua consideravelmente entre os rankings. A análise dos dados permite concluir que a excelência em inovação não se manifesta de forma monolítica. Enquanto algumas instituições, a exemplo da USP e da Unicamp, se destacam em todos os aspectos, outras se sobressaem em nichos específicos. Seja na pesquisa acadêmica de ponta (Busca) ou na aplicação prática dos resultados (Captura de Valor).



4.2 COMPARAÇÃO DOS INDICADORES QUE COMPÕEM OS RANKINGS

A análise e discussão da dimensão Pesquisa, que consta no RUF, está presente em indicadores incorporados na dimensão Inovação no ranking RUE. Portanto, esta dimensão está incorporada no presente trabalho e será analisada comparativamente. Sob a ótica da gestão estratégica da inovação, a definição dessas métricas reflete a fase de Seleção, na qual os avaliadores determinam quais variáveis melhor representam o potencial inovador das instituições.

Considerando a metodologia dos indicadores e composição das dimensões de inovação no ranking RUE 2023, a dimensão Inovação é composta pelos indicadores: pesquisa, patentes e proximidade com instituição de ensino superior (IES) e empresa. Por sua vez, a dimensão inovação do Ranking Universitário Folha é composta pelos indicadores patentes e parcerias com empresas, alocando a pesquisa em uma dimensão separada com nove indicadores próprios. Conforme observado no Quadro 4, o detalhamento dessas métricas evidencia como cada ranking mensura as diferentes etapas do ciclo de inovação.

Quadro 4 - Comparativo dos indicadores de cada ranking nos temas patentes, pesquisa e proximidade IES-empresa dentro do RUF 2023 e 2024

Temática	RUE 2023	RUF 2024
Patentes	Número de patentes depositadas pela universidade em um período de 10 anos	Número de patentes pedidas pela universidade. 2% do <i>Ranking</i> Geral e 50% do <i>Ranking</i> de Inovação



Pesquisa	Qualidade: Número de citações por artigo 50% do indicador	Total de citações: Relevância de trabalhos científicos a partir do total de citações recebidas
		7% do <i>Ranking</i> Geral
		17% do <i>Ranking</i> de Inovação
		Citações por publicação: Média de citações para cada artigo científico da universidade
		4% do <i>Ranking</i> Geral
		9,5% do <i>Ranking</i> de Inovação
		Citações por docente: Média de citações por professor
		7% do <i>Ranking</i> Geral
		17% do <i>Ranking</i> de Inovação
	Quantidade: Volume de produção para cada 1000 alunos na universidade	Total de publicações: Artigos científicos publicados pela universidade
		7% do <i>Ranking</i> Geral
		17% do <i>Ranking</i> de Inovação
		Publicações por docente: Média de artigos científicos por professor
		7% do <i>Ranking</i> Geral
		17% do <i>Ranking</i> de Pesquisa
		Publicações em revistas nacionais: Artigos científicos em revistas brasileiras
		3% do <i>Ranking</i> Geral
		7% do <i>Ranking</i> de Inovação
		Teses: Número de teses defendidas por docente
		2% do <i>Ranking</i> Geral
		4,8% do <i>Ranking</i> de Inovação
	-	Bolsistas CNPq: Percentual de professores da Universidade considerados produtivos pelo CNPq
		2% do <i>Ranking</i> Geral
		4,8% do <i>Ranking</i> de Inovação



Proximidade IES-Empresa	Resultado das ICTs: Número de acordos de parceria para cada 1000 alunos * fator multiplicador proporcional ao valor total dos acordos (em R\$)	Recursos recebidos por instituição: Valor médio de recursos obtidos por docente
	60% do indicador	3% do <i>Ranking</i> Geral
		7% do <i>Ranking</i> de Inovação
	Empresas incubadas: Número de empresas incubadas para cada 1000 alunos na universidade.	-
	20% do indicador	
	Existência do NIT: NIT existente ou em implantação	-
	20% do indicador	
	-	Parceria com empresas: Quantidade de estudos da universidade em parceria com o setor produtivo
		2% do <i>Ranking</i> Geral
		50% do <i>Ranking</i> de Inovação

Fonte: Adaptado pelos autores (2025).

Ao analisar o Quadro 4, nota-se que o RUF possui maior detalhamento e divisão das dimensões, em especial quando analisado os indicadores de sua dimensão Pesquisa. Enquanto o RUE considera a pesquisa por meio do número de artigos publicados e da qualidade das publicações (mensurada por citações), o RUF pormenoriza a avaliação em outros indicadores, englobando e especificando aspectos como a produção acadêmica, o volume de citações, recursos recebidos, bolsistas CNPq e teses defendidas. Essa distinção demonstra o enfoque mais abrangente e academicamente granular do RUF na avaliação da produção científica, fortemente ancorado na fase de Busca por novos conhecimentos.



O indicador patentes é avaliado por ambos os rankings, embora com fontes de dados distintas (WIPO no RUE e INPI no RUF). O registro de propriedade intelectual é um mecanismo central da fase de Captura de Valor, pois tangibiliza o esforço acadêmico em ativos comercializáveis. Já o indicador proximidade IES-empresa (RUE) e parcerias com empresas (RUF) refletem a fase de Implementação. O RUE calcula essa proximidade a partir de empresas incubadas, existência do núcleo de inovação tecnológica (NIT) e resultado de institutos de ciência e tecnologia (ICT), enquanto o RUF mensura a quantidade de estudos da universidade em parceria com o setor produtivo.

Nota-se que a coleta dos dados para a publicação do ranking RUF carece de detalhamento do procedimento utilizado para cada indicador, bem como a metodologia de seleção das instituições não é explicitada no documento. Em contrapartida, o Ranking de Universidades Empreendedoras (RUE) detalha o processo de seleção das universidades e da coleta de informações, utilizando pesquisa de percepção discente, dados autodeclarados e bases secundárias.

Um ponto relevante informado no sistema do RUE é a indisponibilidade dos dados, impactando na transparência. Segundo o RUE, grande parte das universidades não possuem os dados elementares para analisar se estão ou não alcançando sua atividade final, o que atrapalha a gestão e a análise de seus indicadores. Por isso, foi atribuída uma nota média ao indicador não informado, baseado no desempenho de universidades semelhantes, evidenciando os desafios práticos na mensuração do ecossistema de inovação no país.

4.3 DISCUSSÃO E SÍNTESE

A análise comparativa revela que o RUF prioriza métricas tradicionais de produção científica e registro de propriedade intelectual, refletindo uma visão institucional focada nas fases de Busca



e Seleção do ciclo de inovação. Ao concentrar sua avaliação no volume de publicações e patentes depositadas, este ranking alinha a perspectiva de que as universidades atuam primordialmente como polos geradores de conhecimento básico e aplicado. Contudo, essa abordagem metodológica tende a favorecer instituições com infraestrutura de pesquisa historicamente consolidada, corroborando a visão de que a performance acadêmica depende fortemente da visibilidade e do impacto das publicações na comunidade científica global, o que restringe a definição de inovação ao escopo da excelência acadêmica (Fagerberg, 2021; Hazelkorn, 2015; Martins e Barreyro, 2024).

Em contrapartida, o RUE adota uma postura voltada ao ecossistema empreendedor e à percepção discente, concentrando sua análise nas fases de Implementação e Captura de Valor. A valorização de empresas incubadas, núcleos de inovação tecnológica e parcerias diretas com o setor produtivo demonstra um esforço para mensurar a aplicação prática do conhecimento. Essa dinâmica reflete a necessidade de superar as barreiras históricas de desconexão entre a academia e o mercado, promovendo um ambiente onde a transferência de tecnologia gera resultados econômicos tangíveis. Assim, a proximidade entre as instituições de ensino e as empresas torna o motor principal para a criação de soluções inovadoras que atendam às demandas reais da sociedade, mitigando riscos durante a implementação de novos negócios (Abramo e D'Angelo, 2022; Audy e Pique, 2016; Silva, Pereira e Guimarães, 2021).

Diante do exposto, responde de forma direta à questão central da pesquisa que as divergências metodológicas entre o RUF e o RUE impactam a classificação das universidades brasileiras ao fragmentar o conceito de inovação em dois perfis distintos de excelência. Enquanto o RUF posiciona no topo as instituições com alta densidade de pesquisa e patentes, o RUE eleva aquelas com forte cultura de *startups* e interação mercadológica. Os dados essenciais revelam que a inovação universitária no Brasil opera em um espectro dual, exigindo robustez científica de um lado e dinamismo empreendedor



do outro. A compreensão dessa dualidade é fundamental para que gestores públicos e privados alinhem seus investimentos conforme a fase específica do ciclo de inovação que desejam priorizar em suas parcerias institucionais (Proença e Vera, 2025; Silveira e Bornia, 2024; Tidd e Bessant, 2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo comparativo entre os rankings RUE 2023 e RUF 2024 evidencia que a inovação nas universidades brasileiras é mensurada de forma diversa, refletindo metodologias, públicos-alvo e objetivos distintos. A pesquisa cumpriu o objetivo de realizar uma análise estruturada entre esses instrumentos, respondendo ao questionamento central sobre como as divergências metodológicas impactam a classificação das instituições no quesito inovação. A análise das dez instituições mais bem posicionadas em cada ranking revelou discrepâncias significativas, demonstrando que não há uma correlação direta entre os resultados obtidos. Constatou-se que a posição de uma universidade varia substancialmente dependendo dos critérios adotados pelo avaliador.

A constatação desse espectro dual, detalhado na síntese anterior, exige que a gestão estratégica trate esses instrumentos como complementares, e não concorrentes. A ausência de uma correlação direta entre as listas comprova que a avaliação do ecossistema universitário não pode ser pautada por uma métrica única, exigindo uma visão integrada das diferentes etapas do desenvolvimento tecnológico.

No âmbito das contribuições teóricas, a pesquisa avança ao sistematizar as variáveis que compõem a mensuração da inovação no ensino superior brasileiro. O trabalho consolida o entendimento de que a excelência acadêmica não se traduz automaticamente em



desempenho empreendedor. A análise evidencia a fragmentação dos conceitos de inovação adotados pelos diferentes sistemas de avaliação. Isso permite uma compreensão mais nítida sobre as lacunas existentes na literatura referente à padronização de métricas de desempenho universitário.

A principal contribuição prática deste trabalho é oferecer subsídios para que empresas, gestores públicos e instituições acadêmicas possam escolher, de forma estratégica, o ranking mais alinhado aos seus objetivos. As organizações privadas podem utilizar esses dados para selecionar parceiros universitários adequados para projetos de pesquisa e desenvolvimento. Da mesma forma, os gestores universitários obtêm informações concretas para direcionar investimentos internos e aprimorar seus indicadores de desempenho. Isso facilita a tomada de decisão na alocação de recursos para laboratórios, incubadoras e núcleos de inovação tecnológica.

As implicações desta pesquisa estendem-se aos impactos econômicos e sociais gerados pela interação entre a academia e o mercado. Ao evidenciar as instituições com maior propensão à transferência de tecnologia, o estudo auxilia na formulação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento regional. O fortalecimento do ecossistema de inovação universitária resulta na criação de empregos qualificados e no aumento da competitividade da indústria nacional. Consequentemente, a sociedade beneficia-se do retorno dos investimentos públicos em educação por meio de soluções tecnológicas aplicadas aos problemas cotidianos.

Apesar dos resultados alcançados, o estudo apresenta limitações inerentes à sua natureza documental e exploratória. A análise restringiu-se às dez primeiras instituições de cada ranking, o que impede a generalização das conclusões para todo o sistema de ensino superior brasileiro. Ademais, a dependência de dados secundários sujeita a pesquisa às eventuais falhas de atualização ou omissões presentes nas bases oficiais do RUF e do RUE. A ausência



de entrevistas com os formuladores dos rankings também limita a compreensão profunda sobre as escolhas metodológicas adotadas por cada organização.

Além disso, ao expor as limitações e potencialidades de cada metodologia, este estudo propõe o início de uma agenda de discussão sobre a construção de um modelo nacional de avaliação da inovação universitária, que seja mais integrado, transparente e aderente à realidade brasileira. Como proposta para trabalhos futuros, recomenda-se aprofundar a análise dos critérios de coleta e ponderação dos indicadores, bem como explorar a viabilidade de um ranking híbrido, que una os pontos fortes do RUF e do RUE, promovendo uma visão mais holística da inovação nas instituições de ensino superior. Sugere-se, ainda, a realização de estudos longitudinais para acompanhar a evolução do desempenho inovador das universidades ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ABRAMO, G.; D'ANGELO, C. A. Drivers of academic engagement in public-private research collaboration: An empirical study. **The Journal of Technology Transfer**, v. 47, n. 6, p. 1861-1884, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10961-021-09884-z>

AUDY, J. L. N.; PIQUÉ, J. **Dos parques científicos e tecnológicos aos ecossistemas de inovação**: desenvolvimento social e econômico na sociedade do conhecimento. Brasília, DF: ANPROTEC, 2016. Disponível em: <http://www.anprotec.org.br/site/menu/publicacoes-2/e-books/>. Acesso em: 4 mar 2026.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL JÚNIOR. **Ranking de IES Empreendedoras 2023**. 2023. Disponível em: <https://iesempreendedoras.brasiljunior.org.br/rankings?year=2023>. Acesso em: 4 mar 2026.

CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 1, n. 1, p. 2, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>



CORRÊA, J. S. **Dimensões, características e indicadores para avaliação das Universidades Empreendedoras brasileiras**. 2022. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

FAGERBERG, J. **Innovation and Economic Growth**. Oxford: Oxford University Press, 2021. Disponível em: <https://global.oup.com/academic/product/innovation-and-economic-growth-9780198786161>. Acesso em: 24 jul. 2025.

FERREIRA, A. R.; ROCHA, A. M. Mapeamento de ativos de propriedade intelectual nas Universidades Públicas e Institutos Federais do estado da Bahia, Brasil. **Ciência ET Praxis**, v. 20, n. 35, p. 67-82, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.36704/cipraxis.v20i35.9065>

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

HAZELKORN, E. **Rankings and the Reshaping of Higher Education: The Battle for World-Class Excellence**. Houndmills: Palgrave Macmillan, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL – INPI. **Guia básico: patentes — tipos e definições**. Rio de Janeiro: INPI, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/guia-basico>. Acesso em: 16 jul. 2025.

PROENÇA, J. J. C.; VERA, C. R. Modelo para avaliação da inovação nas Instituições de Ensino Superior. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 33, n. 126, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362025003304898>

RANKING Universitário Folha (RUF). **Como é feito o ranking universitário Folha**. 2024. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2024/noticias/como-e-feito-o-ranking-universitario-folha.shtml>. Acesso em: 18 jul. 2025.

SHANGHAI RANKING CONSULTANCY. **Academic Ranking of World Universities. Xangai**: Shanghai Ranking Consultancy, 2025. Disponível em: <https://www.shanghairanking.com/rankings>. Acesso em: 27 set. 2025.

SHANGHAI RANKING CONSULTANCY. **Academic Ranking of World Universities (ARWU) 2024: methodology**. Xangai: ShanghaiRanking Consultancy, 2024. Disponível em: <https://www.shanghairanking.com/methodology/arwu/2024>. Acesso em: 30 jul. 2025.

SILVA, C. P. S.; PEREIRA, E. C. S.; GUIMARÃES, J. C. Educação empreendedora no ensino superior: uma análise sob a perspectiva dos estudantes de Administração. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 15, n. 4, p. 82-100, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.12712/rpca.v15i4.51262>.



SILVEIRA, N. G.; BORNIA, A. C. Uma revisão de literatura sobre indicadores de desempenho em instituições de ensino superior. **Revista Gestão e Secretariado (GeSec)**, v. 15, n. 1, p. 1152–1172, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7769/gesec.v15i1.3207>.

SOARES, A. A. **Rankings universitários em perspectiva**: o Ranking Universitário Folha e a construção da excelência. 2022. 91 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

SZLUKA, P.; CSAJBÓK, E.; GYÓRFFY, B. Relationship between bibliometric indicators and university ranking positions. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 14193, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35306-1>

THÉRY, H. Classificação das universidades mundiais em 2024. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie**, n. 65, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/130j1>

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VOESE, S. B.; DOS SANTOS, M. R.; DOMBROSKI, L. A relação entre o desempenho da gestão e os rankings de qualidade das Universidades Federais. **Enfoque: Reflexão Contábil**, v. 43, n. 1, p. 32-47, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/enfoque.v43i1.62247>



SOBRE OS ORGANIZADORES



Fábio Luís Falchi de Magalhães

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Possui pós-doutorado pela Escola de Negócios da PUC-RS, doutorado em Informática e Gestão do Conhecimento pela UNINOVE, mestrado em Informática pela PUCCamp, especialização em Gestão de Projetos de TI pela FIAP e graduação em Tecnologia em Processamento de Dados pelo Mackenzie. Com 25 anos de experiência como professor e pesquisador, é referência nacional em Captação de Recursos para Inovação Tecnológica, liderando essa temática na Divisão de Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo (ITE) da ANPAD. Suas linhas de pesquisa abrangem Gestão da Inovação, Ecossistemas de Inovação, Inteligência Artificial aplicada à Gestão e Internacionalização de PMEs de base tecnológica. Atuou como consultor em mais de 50 projetos de inovação, com foco em subvenção econômica via FINEP e FAPESP e na formação de parcerias estratégicas no âmbito da Quádrupla Hélice.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4688239140122024>

E-mail: falchi@unifesp.br



Rogerio Scabim Morano

Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de São Paulo. Coordenador de Planejamento e Negócios do Centro de Inovação em Materiais, Unidade Embrapii. Membro do Conselho Deliberativo da Universidade Aberta à Economia Solidária da Unifesp. Engenheiro de Produção formado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutor e Mestre em Administração, na área de Gestão da Inovação, pelo Centro Universitário FEI. Está realizando um Pós-Doutorado em Política Científica e Tecnológica na Universidade Estadual de Campinas. Possui MBA em TI aplicada à Nova Economia pela Fundação Getúlio Vargas. Atuou por 18 anos como Consultor de Empresas com experiência profissional em Implantação de Sistemas ERP, Coordenação de Projetos, Administração de Produção, Manutenção Industrial e Logística. Orientação acadêmica voltada à Inovação Tecnológica, Competitividade, Gerenciamento de Projetos, Administração e Economia Industrial.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3332707718785621>

E-mail: r.morano@unifesp.br



SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS

Alan Romão Silva

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Engenheiro de Controle e Automação e Engenheiro de Visão Computacional com mais de sete anos de experiência no desenvolvimento de soluções baseadas em inteligência artificial. Atua na Apollo Solutions, com forte atuação em todo o ciclo de desenvolvimento de produtos, da prototipagem à entrega final, com foco em *deep learning*, *machine learning* e desenvolvimento de *software*. Possui experiência em setores como esportes, indústria alimentícia, metalúrgica e automotiva. Sua pesquisa de mestrado explora a aplicação de métodos de visão computacional e aprendizado profundo em contextos industriais e de alto impacto tecnológico.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5961616268895615>

E-mail: alanrsilva@outlook.com

Alcides Barrichello

Doutor em Administração de Empresas pelo Centro Universitário FEI, com área de concentração em Gestão da Inovação e linha de pesquisa em Estratégias de Mercado e Competitividade. Mestre em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP, com graduação em Farmácia e Bioquímica pela mesma instituição e Executive MBA pela Business School São Paulo, com módulo internacional na Rotman School of Management, University of Toronto. Professor do Centro de Ciências Sociais e Aplicadas da Universidade Presbiteriana Mackenzie e do programa FGV in company da Fundação Getúlio Vargas. Especialista em análise quantitativa com os *softwares* SPSS, AMOS, LISREL, STATA e SmartPLS. Sócio da QuantiQuali e da Katz & Barrichello Assessoria e Treinamento. Possui experiência executiva em Gerência e Diretoria de Marketing, Negócios e Vendas em empresas do segmento da saúde como Millipore, Becton Dickinson e Nipro.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2216801941988746>

E-mail: alcidesbarrichel@uol.com.br

Amanda Marta Jardim Souza

Doutoranda e mestre em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Engenheira de Produção e especialista em Gestão de Processos, com fluência em inglês adquirida em experiência internacional. Atuou como Analista de Gestão da Inovação, promovendo conexões entre instituições de ensino e pesquisa, *startups*, empresas e centros de pesquisa. Integrou comitês organizador e científico do evento Science Business Connection e do Congresso Científico Tecnológico. Possui experiência como consultora de projetos de inovação na fase de ideação e captação de recursos, bem como em planejamento e controle de produção com uso de SAP. Iniciou a carreira docente em 2022 e atua como Facilitadora de Aprendizagem na UNIVESP desde 2026.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1317503901309394>

E-mail: amandamjardims@gmail.com



Ana Caroline Rodrigues Wenzel Elisiario

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), com pós-graduação em Gestão Financeira e Análise de Custos. Durante a graduação, atuou no Núcleo de Apoio Contábil Fiscal vinculado à Receita Federal e na Empresa Júnior Consecon, nos setores Financeiro e de Projetos, além de estágio na Secretaria da Fazenda da Prefeitura de Mariana (MG). Atualmente atua na área de Comércio Exterior na empresa Becomex, onde aplica sua formação econômica em contextos de negócios internacionais. Sua pesquisa de mestrado integra análise econômica, gestão e inovação tecnológica aplicada ao ambiente corporativo globalizado.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9848239625023742>

E-mail: anawenzel1289@gmail.com

Andiara Cristine Mercini Fausto

Doutoranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com pesquisa voltada à regulamentação do espaço aéreo. Graduada em Direito, com especialização em Direito Ambiental e mestrado em Direito pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Oficial da Força Aérea Brasileira (FAB), atua profissionalmente no Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA). Sua pesquisa de doutorado articula direito, regulação e inovação tecnológica, com foco nas interfaces entre ordenamento jurídico e gestão do espaço aéreo, tema de crescente relevância diante da expansão de tecnologias como drones e mobilidade aérea urbana.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0755708494384974>

E-mail: andiaraacmf@gmail.com

André Coutinho de Macedo Silva

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com pesquisa voltada ao desenvolvimento de dispositivos vestíveis modulares para mobilidade assistiva, aplicando princípios de *design* universal. Graduado em *Design* de Moda com habilitação em Estilismo pelo Centro Universitário Senac, onde recebeu o prêmio Talentos Moda Senac 2023 pelo desenvolvimento de um colete sensorial para detecção de proximidade traseira. Coordena o Edyh Lab. e integra o grupo de pesquisa em Sistemas Cognitivos Artificiais e Robótica Social, dedicado ao letramento de tecnologias sociais e à inovação aplicada às interações entre humanos e máquinas. Investiga conceitos de experiências memoráveis e excelência em *design* para aplicações tecnológicas orientadas à qualidade de vida e ao bem-estar dos usuários.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1182955107662647>

E-mail: andre.coutinhom@gmail.com



Andre Fernando de Almeida

Doutorando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduado em Computação e Economia pela Universidade Mackenzie, com mestrado pela Macquarie University, Austrália. Possui 35 anos de experiência em inovação tecnológica e negócios nas áreas de tecnologia, consultoria e telecomunicações, com atuação no Brasil, Estados Unidos, Europa e África. Fundador e presidente da Dom Rock, reconhecida entre as melhores empresas de *Big Data* e Inteligência Artificial do país, com mais de 85 projetos realizados nacional e internacionalmente. Premiado como *Top Empreendedor Sênior* em 2021 e 2022. Integra o grupo de pesquisa em Sistemas Cognitivos Artificiais e Robótica Social e foi patrono acadêmico da FATEC São José dos Campos. Possui publicações científicas premiadas em congressos nacionais e internacionais, consolidando uma trajetória singular entre empreendedorismo tecnológico e produção científica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7358947728807388>

E-mail: afa2912@gmail.com

André Luiz Borges de Oliveira

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Executivo de tecnologia com sólida experiência em Cibersegurança e Prevenção a Fraudes, com atuação na construção de equipes de alta performance, implementação de sistemas de segurança da informação, continuidade de negócios e arquitetura de segurança para ambientes de nuvem. Participou da construção do ecossistema de segurança do Open Finance Brasil, como Coordenador da Comissão de Cibersegurança da Associação Brasileira de Bancos e representante no Grupo de Trabalho de Segurança junto ao Banco Central do Brasil. Atua como professor de pós-graduação na Fundação Instituto de Educação, ministrando disciplinas de DevSecOps, Automação de Processos de Segurança e Resposta a Incidentes Cibernéticos em cursos de MBA e formação em Cibersegurança.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2669431108915124>

E-mail: contato@andreborges.net

Antonio Yukio Ueta

Docente visitante do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Bacharel em Física pela USP (1981), mestre em Física de Plasmas pela USP (1985) e doutor em Física de Semicondutores pela Johannes Kepler Universität Linz, Áustria (1997). Atuou como tecnologista do INPE entre 1985 e 2018, onde ocupou cargos de liderança técnica e assessoria à diretoria, além de coordenar iniciativas de formação internacional na International Space University (ISU), tendo sido Vice-Coordenador Acadêmico do SSP10, Coordenador Acadêmico do SHSSP (Austrália, 2011–2012) e Associate Core Chair do SSP23 (São José dos Campos). Ministra a disciplina eletiva Introdução aos Estudos de Futuros no PPG-PIT/ICT-UNIFESP. É membro da World Futures Studies Federation (WFSF), da Association of Professional Futurists (APF), do Conselho Científico do Alternative Planetary Futures Institute e Adjunct Faculty da ISU, consolidando uma trajetória singular na intersecção entre tecnologia espacial, prospectiva estratégica e inovação.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8602254449143554>

E-mail: yukio.ueta@gmail.com



Arlindo Flavio da Conceição

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Associado no Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT-UNIFESP), Campus São José dos Campos, onde atua desde 2007. Bacharel em Computação Científica pela Universidade de Taubaté (1996), mestre em Ciência da Computação pela UNICAMP (2000) e doutor em Ciência da Computação pelo IME-USP (2006). Realizou pós-doutorados na Università degli Studi di Milano-Bicocca (2017) e na University of Oslo (2022). Suas pesquisas concentram-se em algoritmos, ferramentas e aplicações baseadas em *Blockchain*. Coordena os projetos de extensão Residência em Inovação Tecnológica (Colmeia), em parceria com o Parque de Inovação de São José dos Campos, e o Programa de Educação em Computação (+CiênciaSIC). No Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, atua na linha de Tecnologia da Informação e Comunicação.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1725477351660877>

E-mail: arlando.conceicao@unifesp.br

Beatriz Dantas Marques

Mestre em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, com especialização em Experiência do Cliente pelo Instituto Qualtrics. Atua com foco em Tecnologia Aplicada a Serviços, Estruturação de Problemas, Inovação e Análise de Dados. Possui sólida experiência em projetos de gestão da experiência do cliente, conduzindo diagnósticos estratégicos baseados em dados quantitativos e qualitativos, com ênfase na geração de insights acionáveis para ambientes B2B. Seu trabalho integra metodologias analíticas avançadas e conhecimento de mercado para apoiar a tomada de decisão e o desenvolvimento de soluções centradas no cliente e orientadas a resultados.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7371092519818645>

E-mail: beatrizdantasmarques@gmail.com

Camila Bertini Martins

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professora Associada no Departamento de Medicina Preventiva da Escola Paulista de Medicina (EPM-UNIFESP). Bacharel (2006) e mestre (2009) em Estatística pela Universidade Federal de São Carlos, e doutora em Ciências na área de Estatística pelo Instituto de Matemática e Estatística da USP (2013). Professora-orientadora do Programa de Pós-Graduação Profissional Interdisciplinar em Inovação Tecnológica (PPGPIT) do ICT-UNIFESP. Lidera o Grupo de Pesquisa CNPq Probabilidade e Estatística Aplicada, certificado desde 2015, que reúne pesquisadores do ICT-UNIFESP e da Escola Paulista de Medicina. Suas principais áreas de atuação abrangem Metanálise, Análise de Sobrevida e Confiabilidade, Inferência Bayesiana e Estatística Aplicada às ciências da saúde e engenharias, com contribuições que articulam rigor metodológico e impacto interdisciplinar.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3770708843269785>

E-mail: cabertinim@gmail.com



Carlos Enrique Isaacs Bornand

Doutorando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Engenheiro e professor no Departamento de Engenharia Química da Universidad de La Frontera (UFRO), Chile, onde exerceu os cargos de Diretor de Inovação e Transferência de Tecnologia, Diretor Executivo da INCUBATEC e Diretor do Instituto de Inovação e Empreendedorismo. Coordena cursos de especialização em inteligência artificial e programas de formação de professores com foco em inovação pedagógica. Sua atuação integra metodologias ativas de ensino-aprendizagem e tecnologias digitais para o desenvolvimento de competências inovadoras, articulando pesquisa aplicada, empreendedorismo e transformação educacional em contextos ibero-americanos.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3909282211901199>

E-mail: carlos.isaacs@ufrontera.cl

Carlos Marcelo Gurjão de Godoy

Docente colaborador do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor na Universidade Federal de São Paulo (Campus São José dos Campos). Graduado em Engenharia Eletrônica pela Escola de Engenharia de Lins (1987), mestre e doutor em Engenharia Biomédica pela UNICAMP (1990 e 1994), com doutorado sanduíche realizado na University of California (Riverside) e no Loyola University Medical Center, Chicago. Realizou três pós-doutorados: dois em Engenharia Biomédica pela UNICAMP (1995–1997) e um em Biofísica de Canais Iônicos pelo Loyola University Medical Center (2001). Possui ampla experiência no desenvolvimento de instrumentação biomédica para eletroestimulação e captação de sinais biológicos, em eletrofisiologia cardíaca e em biofísica de canais iônicos por técnicas de Patch Clamp e Bilayers. Atualmente desenvolve pesquisas em simulação computacional do coração, arritmias cardíacas e fármacos para cardioproteção.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8945700151271808>

E-mail: gurjao.godoy@unifesp.br

Cristiane Leite Rocha Santos

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Pedagoga, com MBA em Gestão de Pessoas e pós-graduação em Gestão de Projetos. Fundadora da Creare Projetos, empresa dedicada ao desenvolvimento de projetos educacionais e tecnológicos. Com 20 anos de experiência no segmento educacional, liderou equipes com mais de mil profissionais em projetos multidisciplinares de grande porte nas áreas de educação digital, robótica educacional, educação especial, aprendizagem para o trabalho, escola em tempo integral, apoio psicológico e pedagógico, plataformas educacionais e formação de educadores. Sua pesquisa de mestrado articula metodologias pedagógicas inovadoras e tecnologias aplicadas à aprendizagem, contribuindo para o avanço de soluções educacionais com impacto social relevante.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7054179099601617>

E-mail: cristianelrocha10@gmail.com



Danielle Lima Arantes

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com pesquisa concentrada na adoção de práticas de inovação aberta por micro e pequenas empresas de base tecnológica, com foco na construção de um modelo prático para apoiar a gestão da inovação nesse contexto. Graduada em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, com MBA em Marketing Digital e formações complementares em metodologias ágeis, UX e análise de dados. Atua com projetos de desenvolvimento de produtos digitais e transformação digital, tendo colaborado com instituições como o ITA, o Sebrae-SP e o Parque Tecnológico de São José dos Campos. Sua trajetória combina visão técnica e estratégica para o ecossistema de inovação voltado a pequenos negócios.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1361229434662553>

E-mail: danielle10@gmail.com

Denise Stringhini

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professora no Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT-UNIFESP). Graduada em Informática pela PUCRS, mestre e doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com estágio pós-doutoral no Laboratoire d'Informatique de Grenoble, França. Orienta e coordena projetos de pesquisa e extensão no âmbito do CodeLab-UNIFESP, voltados ao desenvolvimento de *software* com finalidade social. Suas áreas de pesquisa abrangem Processamento de Alto Desempenho, programação paralela e desenvolvimento participativo de *software* social, combinando excelência técnica e compromisso com o impacto coletivo. Sua trajetória integra rigor científico em computação de alto desempenho com uma abordagem aplicada às demandas sociais contemporâneas, contribuindo para a formação de profissionais capazes de inovar com responsabilidade.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8685746591566082>

E-mail: dstringhini@unifesp.br

Douglas Roberto de Matos Pimentel

Doutor em Física de Astropartículas pela Universidade de São Paulo (USP), com mestrado e bacharelado em Física pela UNESP. Físico e cientista de dados com experiência no desenvolvimento de soluções baseadas em modelos de *machine learning* para empresas dos setores de telecomunicações, financeiro e varejo. Foi pesquisador responsável em projeto PIPE/FAPESP voltado ao desenvolvimento de produto baseado em inteligência artificial para gestão pública. Atuou como professor substituto no Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia (INFIS/UFU), ministrando disciplinas teóricas e experimentais em cursos de engenharia. Atualmente desenvolve pesquisa de pós-doutorado investigando a aplicação de técnicas de *machine learning* em problemas de física de altas energias.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9522914006281496>

E-mail: douglas.pimentel@domrock.ai



Eduardo Quinteiro

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Adjunto IV no Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFESP (Campus São José dos Campos), na área de Materiais Cerâmicos. Graduado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (1993), mestre (1996) e doutor em Ciência e Engenharia dos Materiais pela mesma instituição (2001), com MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV (2009). Atuou como Gerente de Projetos no Centro Cerâmico do Brasil (CCB) entre 2005 e 2011, acumulando sólida experiência aplicada na interface entre pesquisa e setor produtivo. Suas principais áreas de atuação abrangem identificação, caracterização e processamento de rochas e minerais industriais, formulação e avaliação de produtos cerâmicos e materiais de construção civil, além do reaproveitamento de resíduos industriais, contribuindo para práticas de inovação sustentável na indústria de materiais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6643955871083588>

E-mail: eduardo.quinteiro@unifesp.br

Emerson Gomes dos Santos

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Associado de Estatística na EPPEN-UNIFESP (Campus Osasco) e no Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica do ICT-UNIFESP (Campus São José dos Campos). Pós-doutor em Economia pelo CEDEPLAR/UFMG, doutor e mestre em Engenharia de Produção e bacharel em Estatística pela USP. Coordena o Escritório de Dados da UNIFESP e o LABEX — Laboratório para a Promoção da Extensão Universitária. Desenvolve pesquisas interdisciplinares em Ciências Sociais Aplicadas, Engenharia da Inovação e Bioestatística. Atuou como consultor em projetos de cooperação com UNESCO/MEC, Fundação Vanzolini/ANPROTEC e ENAP/UNFPA, além de ter coordenado a área de estatística do CETIC.br. Possui experiência prévia como Analista de Risco no ciclo de crédito e como Analista de Qualidade na implantação de metodologia *Six Sigma — Green Belt*.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6587229762373764>

E-mail: emerson.gomes@unifesp.br

Fabio Leone Gagetti

Mestrando em Inovação Tecnológica pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), possui residência em Física Médica com ênfase em Radiodiagnóstico pela UNIFESP e graduação em Física Médica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua profissionalmente como Físico Médico, com experiência na rotina clínica dos setores de radiologia, sendo responsável pela execução de testes de controle de qualidade de equipamentos de imagem emissores de radiação, proteção radiológica e garantindo a conformidade dos serviços com as normativas das legislações vigentes. Dedicar-se à pesquisa com foco na análise computacional de imagens médicas, atualmente desenvolvendo um *software* para a aplicação de modelos matemáticos de observador, com o objetivo de realizar a avaliação quantitativa e automatizada da qualidade de imagem em sistemas de Tomografia Computadorizada.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6602280073639138>

E-mail: fabio.gagetti@unifesp.br



Fábio Luís Falchi de Magalhães

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Possui pós-doutorado pela Escola de Negócios da PUC-RS, doutorado em Informática e Gestão do Conhecimento pela UNINOVE, mestrado em Informática pela PUCCamp, especialização em Gestão de Projetos de TI pela FIAP e graduação em Tecnologia em Processamento de Dados pelo Mackenzie. Com 25 anos de experiência como professor e pesquisador, é referência nacional em Captação de Recursos para Inovação Tecnológica, liderando essa temática na Divisão de Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo (ITE) da ANPAD. Suas linhas de pesquisa abrangem Gestão da Inovação, Ecossistemas de Inovação, Inteligência Artificial aplicada à Gestão e Internacionalização de PMEs de base tecnológica. Atuou como consultor em mais de 50 projetos de inovação, com foco em subvenção econômica via FINEP e FAPESP e na formação de parcerias estratégicas no âmbito da Quádrupla Hélice.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4688239140122024>

E-mail: falchi@unifesp.br

Felipe Horst Hammel

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com pesquisa focada na análise de vocação econômica regional para o fortalecimento de ambientes de inovação como incubadoras e aceleradoras. Graduado em Engenharia de Computação pela UNIP, com MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV. Possui 18 anos de experiência em gestão de projetos estratégicos nas áreas de Cidades Inteligentes, Transformação Digital e Inovação Territorial. Atua como *Head de Smart Cities* no Parque de Inovação Tecnológica (PIT) e como professor da FGV em cursos de MBA e Pós-ADM nas áreas de Estratégia, Inovação e Empreendedorismo. É responsável pela implementação de metodologias e certificações nas normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123 em municípios como São José dos Campos, São Paulo, Pindamonhangaba, Panambi e Campo Mourão.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0103126491187962>

E-mail: felipe@hammelconsultoria.com.br

Franklin Adson Roque

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade do Vale do Paraíba (2002), com especializações em Gerenciamento de Projetos (Estácio, 2017) e em Sistemas de Informação (UFABC, 2024). Atua como desenvolvedor *FullStack* na DeMaria Software desde 2005, com experiência em tecnologias web, gestão de infraestrutura em ambientes de computação em nuvem (AWS e GCP) e administração de redes baseadas em Linux. Seu foco de pesquisa no mestrado concentra-se no desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas à melhoria de processos e condições de trabalho, com especial interesse em aplicações sociais e uso de tecnologias abertas. Sua trajetória integra sólida formação técnica em computação com compromisso com inovação de impacto social.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6368564222212632>

E-mail: frankroq@gmail.com



Geisse Rosane de Faria Dias Costa

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduada em Publicidade e Propaganda pela UNIVAP, com pós-graduação em *User Experience* e *User Interface* (Unyleya) e em Gestão de Projetos (Mackenzie). Atua há mais de nove anos no desenvolvimento de produtos digitais e é pesquisadora no Centro de Estudos em Games e Internet (CEGI/UNIFESP). Sua pesquisa de mestrado concentra-se no desenvolvimento de um jogo digital educativo adaptado para pessoas com autismo. Fundadora da *startup* LoriConecta, é responsável pelo LoriComunica, aplicativo premiado voltado à comunicação alternativa e à inclusão de pessoas com dificuldades na fala. Possui experiência em UX e UI Design, UX Research, prototipação e gestão de produtos, tendo atuado em organizações como MIV Innovation, Bradesco, SulAmérica e Cogna Educação.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0275559848277348>

E-mail: costageisse@gmail.com

Gisianny Kellen Moraes Silva

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Biomédica graduada pela Faculdade Maurício de Nassau, com pós-graduação em Hematologia Clínica e Banco de Sangue, e pós-graduada em Informática em Saúde. Gestora do Laboratório de Análises Clínicas do Hospital São José, em São José dos Campos, com mais de oito anos de experiência na área laboratorial. Possui sólida vivência em gestão laboratorial e de pessoas, gestão de conflitos, implantação de processos, análise de dados e elaboração de planos de ação. Sua pesquisa de mestrado articula saúde digital, informática clínica e inovação em gestão laboratorial, com foco na melhoria de processos e na qualidade assistencial em saúde.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7294046725111443>

E-mail: gisakms@hotmail.com

Gustavo Adolpho Bonesso

Doutorando e Mestre em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Professor, pesquisador e desenvolvedor de *software* com mais de 30 anos de experiência, atua no desenvolvimento de soluções tecnológicas na Singleton Sistemas. Possui MBA em Broker Global pelo IBMEC e certificação em *Deep Learning* pela Udacity. Sua carreira é orientada à integração entre tecnologia e educação, por meio de projetos inovadores que articulam inteligência artificial, desenvolvimento de *software* e transformação digital. Desenvolve pesquisas em tecnologias emergentes com ênfase em aplicações práticas de IA, contribuindo para a inovação em diferentes setores com atuação ética, colaborativa e estratégica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6541547577711532>

E-mail: gustavo_bonesso@hotmail.com



Herlandi de Souza Andrade

Doutor e Mestre em Ciências pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), com pós-doutorado pela UNESP, MBA em Gestão Empresarial pela FGV e graduações em Administração, Ciências Contábeis e Informática. Professor da Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP), onde leciona disciplinas de Inovação e Empreendedorismo, Administração e Organização e Projeto Integrado de Engenharia de Produção. É Diretor Geral do Departamento de Administração junto à Reitoria da USP e docente credenciado no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal da FZEA-USP. Coordena o grupo de pesquisa GETI e atua como Pesquisador Associado do CEPID BRIDGE. Foi pesquisador visitante na University of Manchester. Coordena o programa de extensão Engenharia e Negócios, voltado ao apoio a empreendedores e ao fortalecimento da relação universidade-empresa. Acumula mais de 31 anos de experiência profissional.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3493343373479163>

E-mail: herlandi@usp.br

Hiure Anderson Alves da Silva Queiroz

Doutorando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Mestre em Engenharia Mecânica e Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), onde também desenvolve pesquisas, com experiência em Física e ênfase em refinamento de estruturas cristalinas por difração de raios X pelo método Rietveld. Investiga de forma autônoma estratégias para aproximar a ciência do cotidiano por meio da cultura hacker. Atualmente concentra sua atuação em tecnologias sociais e redes comunitárias, com participação na Coolab, na Associação Portal sem Porteiros e em parcerias com a APC, contribuindo para iniciativas coletivas de inclusão digital e soberania tecnológica em comunidades.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3937647124092137>

E-mail: hiure@riseup.net

Iraci de Souza João

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professora Adjunta no Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFESP (São José dos Campos), na área de Administração. Bacharel em Administração pela UNESP-Tupã, mestre e doutora em Administração de Organizações pela FEARP-USP, com estágio doutoral na Universidade de Barcelona, e pós-doutora pela University of Westminster, onde investigou práticas de gestão da inovação social em empresas sociais britânicas. Coordenadora de Planejamento e Negócios da Unidade EMBRAPPI Centro de Inovação em Materiais (CIM-UNIFESP). Pesquisadora do grupo ININT (FEARP-USP), dedicado a estudos em inovação e internacionalização de empresas, e membro do Programa Academia ICE. Lidera a *track* "Inovação do e para o Sul Global" na Divisão de Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo (ITE) da ANPAD. Sua atuação acadêmica e aplicada concentra-se na gestão da inovação social em empreendimentos sociais, com perspectiva comparada entre contextos do Sul Global e economias avançadas.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8881598234090650>

E-mail: iraci.joao@unifesp.br



Jade Cason Pecorari

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Bacharel em Ciências Econômicas pela USP/ESALQ. Atua como consultora e estrategista de inovação corporativa na The Bakery Brasil, com experiência em gestão da inovação e implementação de estratégias junto a clientes como Petrobras, Vale, Nestlé e Tecnored. Acumula conhecimento em inovação social a partir de sua atuação na equipe Enactus ESALQ-USP, com projetos desenvolvidos em comunidades de assentamentos urbanos e rurais. Sua trajetória articula análise econômica, prática consultiva e sensibilidade social, posicionando-a na intersecção entre inovação corporativa e desenvolvimento territorial sustentável.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0082689599758017>

E-mail: jcasonpecorari@gmail.com

João Antônio Nunes

Doutorando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Possui graduações em Educação Física, Administração e Direito, mestrado pela UNICAMP e MBA em Administração Estratégica, com formação executiva no Vale do Silício. Pesquisador, gestor e articulador de inovação com atuação na interface entre ciência aplicada, políticas públicas e desenvolvimento social. Atua como gestor de projetos da Agência de Desenvolvimento Econômico Social (ADES) e preside a Agência Brasileira de Internacionalização, Pesquisa e Inovação (ABIP). Liderou iniciativas que resultaram na captação de mais de R\$ 8 milhões, estruturando modelos replicáveis de inovação territorial. Suas áreas de atuação abrangem educação inovadora, inclusão digital, empreendedorismo social e saúde integrativa. Atuou como gestor na Confederação Brasileira de Basquetebol em três edições dos Jogos Olímpicos. Sua produção científica inclui publicações internacionais e participação em eventos técnicos de referência.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0399629809589694>

E-mail: jnunesprojetos@gmail.com

João de Paula Ribeiro Neto

Doutor em Administração pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS, 2024). Mestre em Comunicação pela USCS (2015), com especializações em Comércio Eletrônico (ESPM/ITA), Estratégia e Gestão Empresarial (UFPR), Marketing (ESPM) e Análise de Sistemas (FASP), e graduação em Licenciatura em Eletrônica pela UFSCar (1984). Professor em cursos de graduação e pós-graduação nas áreas de Planejamento Estratégico, Empreendedorismo e Marketing. Vice-líder do grupo de pesquisa "Captação de Recursos para Inovação Tecnológica" no CNPq e líder do mesmo tema na Divisão de Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo (ITE) da ANPAD. Suas principais áreas de atuação abrangem empreendedorismo, planejamento estratégico, cocriação de valor, desenvolvimento de negócios e gestão da inovação com apoio de inteligência artificial.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9427718133228494>

E-mail: joaodprm@gmail.com



João Renato Carvalho

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (UNESP), com MBA em Administração e Marketing pelo INPG. Possui ampla experiência em projetos, manutenção, logística, transportes e administração, adquirida em multinacional do setor químico e em transportadoras líderes de mercado no Brasil. Atuou como professor na Universidade Nilton Lins (Manaus) e atualmente é Professor de Ensino Superior na FATEC Pindamonhangaba, em regime permanente, ministrando disciplinas como Qualidade, Economia, Organização Industrial, Administração de ONGs, *Startups*, Consultoria Empresarial e Liderança e Empreendedorismo.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9201739638991892>

E-mail: joao.carvalho10@fatec.sp.gov.br

Lauro Paulo da Silva Neto

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Adjunto na UNIFESP (Campus São José dos Campos). Engenheiro Eletricista, mestre e doutor em Engenharia e Tecnologia Espaciais, com área de concentração em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atualmente realiza pós-doutorado na University of New Mexico (EUA), com pesquisa em eletrônica de micro-ondas e geração de sinais em altas frequências aplicada a sistemas de comunicação. Foi Coordenador do curso de Engenharia de Computação da UNIFESP (2023–2025) e bolsista PCI no Laboratório de Engenharia de Telecomunicações do INPE (2008–2009). Membro do IEEE e colaborador do INPE, suas pesquisas concentram-se em circuitos para comunicações sem fio, linhas de transmissão não lineares (LTNLs) e desenvolvimento de satélites de pequeno porte do tipo CanSat e CubeSat.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3979447098275675>

E-mail: lauro.paulo@unifesp.br

Lucilene Oliveira Gomes

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com pesquisa focada em indicadores de mensuração de impacto em inovação social. Jornalista de formação, pós-graduada em Gestão de Mídias Digitais pela ESPM e especializada em Gerenciamento de Projetos pela Ohio University (EUA). Atua como líder de Estratégia de Experiência do Usuário no Magalu. Possui experiência em inovação colaborativa, desenvolvimento de *frameworks* para aceleração de projetos e condução de processos de *Design Thinking*, tendo liderado iniciativas para organizações como Ambev, iFood, CVC Viagens, Médicos Sem Fronteiras e ACT Promoção da Saúde. Atuou na Natura em iniciativas de impacto social voltadas a consultoras em situação de vulnerabilidade, empreendeu com a *startup* Eletrika e foi bolsista CNPq, apoiando pequenas empresas na implementação de práticas inovadoras.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6763743100378146>

E-mail: contato.lucileneoliveira@gmail.com



Luiz Eduardo Galvão Martins

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Associado no Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFESP (ICT-UNIFESP). Realizou pós-doutorado em Engenharia de *Software* para Sistemas Críticos à Segurança no Blekinge Institute of Technology (BTH), Suécia, e em Robótica Móvel na empresa XBot, em São Paulo. Ex-Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Atua nas áreas de Engenharia de Requisitos, Sistemas Embarcados, Sistemas Ciberfísicos, Robótica e Inovação em Tecnologias Médicas. Desenvolve pesquisas interdisciplinares orientadas à segurança e confiabilidade de sistemas aplicados à saúde, com forte integração entre universidade e setor produtivo. Sua produção científica contribui para o avanço de tecnologias críticas com rigor metodológico e impacto clínico direto.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0203910403476737>

E-mail: legmartins@unifesp.br

Luiz Gustavo Ferreira da Silva Trufilho

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduado em Engenharia de Computação pela USF e em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Fatec, com especializações em Gestão Estratégica de Tecnologia da Informação (IFSP), Gestão Estratégica de Pessoas e Liderança (USF), Redes de Computadores (Anhanguera) e Neurociências e Comportamento Humano (FGE). Atua como coordenador de Tecnologia da Informação, professor universitário e avaliador de projetos de inovação. Sua atuação profissional concentra-se no desenvolvimento de soluções voltadas à transformação digital, automação de processos corporativos e melhoria contínua. Busca alinhar inovação tecnológica e inteligência artificial aos objetivos estratégicos das organizações, promovendo eficiência operacional e crescimento sustentável por meio de uma visão sistêmica e orientada a resultados.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6805237532735103>

E-mail: luiz.gustavo.fst@gmail.com

Marco Aurélio da Conceição Ribeiro

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, onde desenvolve pesquisa sobre a aplicação de práticas de *foresight* estratégico no planejamento de *startups* em fases iniciais. Especialista em inovação, transformação digital e gestão, com experiência em projetos estratégicos em *startups* e processos de transformação organizacional. Atua como mentor e coach para *startups*, profissionais e empresários, além de palestrante e professor em cursos de MBA, com foco em metodologias ágeis e inovação em gestão empresarial. Sua trajetória integra prática consultiva e reflexão acadêmica, com interesse particular nos instrumentos prospectivos aplicados ao desenvolvimento e à sustentabilidade de novos empreendimentos de base tecnológica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3730723218394253>

E-mail: ribeiro.marcoauurelio@gmail.com



Maria Elizete Kunkel

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP, que também coordena. Professora Adjunta de Engenharia Biomédica na UNIFESP e Professora Visitante no Institut für Bionik da Westfälische Hochschule, Alemanha. Graduada em Física pela UFC, doutora em Biomecânica pela Universität Ulm (Alemanha) e pós-doutora em Bionik pela Westfälische Hochschule. Coordena o Laboratório de Órteses e Próteses 3D (LOP3D) e o Programa de Extensão mao3D. Atua em projetos internacionais com foco em tecnologia assistiva e manufatura avançada para a saúde. Vice-presidente da Sociedade Brasileira de Biomecânica e membro de institutos dedicados à pesquisa convergente. Seu trabalho articula inovação tecnológica, inclusão social e sustentabilidade, promovendo impacto concreto na saúde por meio de soluções de engenharia clínica e cooperação científica internacional.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8083413188703004>

E-mail: elizete.kunkel@unifesp.br

Mariana de Caria Silva dos Passos

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com ênfase em captação de recursos e sustentabilidade financeira para projetos de impacto social. Graduada em Engenharia de Produção pela UNICSUL, com MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV e pós-graduação em *Design* de Projetos pela Live University. Possui 20 anos de experiência na indústria de embalagens, sendo 15 deles dedicados à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, liderando projetos desde a concepção até a implementação em escala industrial e comercial. Atualmente atua como Gestora de Contas na Antilhas Embalagens e Soluções, comercializando soluções criativas, sustentáveis e estratégicas para o varejo e a indústria, com presença em mais de 12.000 pontos no Brasil e no exterior.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8795439623825481>

E-mail: marianadecs@hotmail.com

Matheus Cardoso Moraes

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Associado no Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de São Paulo (ICT-UNIFESP), em São José dos Campos. Graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica e Telecomunicações, especialista em Engenharia Biomédica, mestre, doutor e pós-doutor em Engenharia Elétrica, com foco em sinais biológicos e processamento de imagens médicas. Coordena o Laboratório de Processamento de Imagens e Sinais Biomédicos (LAPIS), onde desenvolve pesquisas e orienta projetos em métodos inteligentes para suporte ao diagnóstico médico, com ênfase em aprendizado profundo, inteligência artificial, sinais biomédicos e processamento de imagens. Atua também em Engenharia Clínica e Empreendedorismo Inovador, supervisionando projetos que fomentam avanços tecnológicos e estimulam a criação de *startups* de base tecnológica na área da saúde.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1854451408004051>

E-mail: matheus.moraes@unifesp.br



Miriam Raquel Diniz Zanetti

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Mestre em Ciências da Saúde pelo Departamento de Ginecologia da UNIFESP (2005) e doutora pelo Departamento de Obstetrícia da mesma instituição (2010). Professora Adjunta do Curso de Fisioterapia da UNIFESP (Campus Baixada Santista), vinculada ao Departamento de Ciências do Movimento Humano. Orienta projetos no Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP (Campus São José dos Campos). Desenvolve pesquisas na interface entre Fisioterapia e Inovação Tecnológica, com ênfase em Saúde da Mulher, atuando em temas como uroginecologia, sexualidade, obstetrícia, assoalho pélvico, linfedema e reabilitação pós-mastectomia. Sua atuação articula rigor clínico e desenvolvimento tecnológico, contribuindo para a produção de soluções inovadoras voltadas à saúde feminina e à qualidade de vida.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9708331128224695>

E-mail: miriam.zanetti@unifesp.br

Paulo César Ribeiro Quinteiros

Doutor em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF, 1999), com mestrado (1995) e graduação em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ, 1992). Coordenador de projetos de empreendedorismo e inovação da Inova-CPS e professor na FATEC Pindamonhangaba. Fundador da edtech TreDottori, empresa especializada em vídeos educacionais. Suas áreas de atuação abrangem inovação, educação em ciências, tecnologia da informação e desenvolvimento regional, com foco na aplicação de soluções inovadoras para o ensino e para o fortalecimento de ecossistemas locais de inovação tecnológica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5091366682992857>

E-mail: paulo.quinteiros@gmail.com

Paulo Cezar Araujo

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Engenheiro Civil pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), pós-graduado em Estruturas pela UNICAMP e com MBA em Gestão de Projetos pela USP. Gerente de projetos certificado pelo Project Management Institute (PMI), com título PMP. Possui 15 anos de experiência em engenharia, sendo sete deles no setor industrial, com ênfase em unidades de produção de papel e celulose. Sua trajetória combina sólida formação técnica com *expertise* em gestão de projetos de alta complexidade, tendo atuado em iniciativas de relevância no Brasil e no exterior. No mestrado, investiga a interface entre inovação, eficiência industrial e sustentabilidade em ambientes produtivos complexos.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7436475276055885>

E-mail: pcaraujo.eng@gmail.com



Pedro Noronha Fagundes

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Bacharel em Ciência e Tecnologia e Engenheiro Biomédico pela Universidade Federal de São Paulo (Campus São José dos Campos). Durante a graduação, dedicou-se à pesquisa sobre métodos para gerenciamento de manutenções preventivas em equipamentos hospitalares, com foco na definição de critérios de priorização. No mestrado, desenvolve pesquisa voltada à aplicação de modelos de inteligência artificial para classificação de pacientes com câncer de mama. Possui experiência em projetos envolvendo processamento de imagens, análise de dados e desenvolvimento de soluções tecnológicas para a saúde, articulando engenharia clínica, inteligência artificial e inovação aplicada ao ambiente hospitalar.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9607716002241937>

E-mail: pn.fagundes@unifesp.br

Priscilla Sousa Frigi Raimundi

Doutoranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduada em Secretariado Executivo pela UNIVAP, com pós-graduação em Gestão Empresarial pela mesma instituição, pós-graduação em Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em Institutos Públicos de Pesquisa pela FGV e mestrado em Desenvolvimento Humano: Formação, Políticas e Práticas Sociais pela UNITAU. Analista em Ciência e Tecnologia no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde 2005. Atuou como professora universitária na UNIVAP entre 2001 e 2008. Ministra cursos e palestras em sua área de conhecimento, com destaque para o Sistema Eletrônico de Informações (SEI) do Governo Federal.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7557208722527238>

E-mail: priscillafrigi@gmail.com

Rafael da Silva Barbosa

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com pesquisa voltada à aplicação de inteligência artificial e aprendizado de máquina no desenvolvimento de *software*. Graduado em Análise de Sistemas pela Universidade Salgado de Oliveira, com MBA em Gerenciamento de Projetos e Serviços de TI pela UFRJ. Possui mais de oito anos de experiência em garantia da qualidade de *software*, sendo seis deles com foco em automação, RPA e pipelines CI/CD. Tem *expertise* em gerenciamento de projetos (ERP, SCRUM, ITIL, COBIT, BPMN), desenvolvimento com JavaScript, TypeScript, Python e Java, e domínio de *frameworks* de teste como Cypress, Playwright, Appium e Selenium. Atua como Quality Engineer na EBAC, com foco em inteligência artificial, integrações e entrega contínua, além de experiência com plataformas de DevOps e nuvem como AWS, Azure e Google Cloud.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3662472674075977>

E-mail: rafaelsilvabarbosabrbs73@gmail.com



Rafael de Siqueira Martins

Graduado em Administração e em Gestão Financeira, com especialização em Docência do Ensino Superior e ênfase em Finanças e Marketing. Atua como professor universitário e coordenador dos cursos de Administração, Logística e Publicidade. Sua experiência abrange a elaboração de conteúdos curriculares, a condução de atividades pedagógicas e a coordenação de projetos voltados à formação profissional e ao desenvolvimento de competências para o mercado de trabalho. No mestrado, busca integrar conhecimento acadêmico e prático para contribuir com soluções inovadoras na interface entre educação, gestão e tecnologia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/290411111512977>

E-mail: martins.rafael31@gmail.com

Regina Célia Coelho

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professora Associada da Universidade Federal de São Paulo. Doutora em Física Computacional pelo Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP, 1998). Antes de ingressar na UNIFESP, atuou como professora adjunta na Universidade Estadual de Maringá (UEM) e na Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Desenvolve pesquisas na área de Ciência da Computação, com ênfase em Processamento de Sinais Biomédicos, Processamento de Imagens, Computação Gráfica, Visão Computacional e Realidade Virtual. Conta com produção científica relevante, incluindo artigos em periódicos especializados e capítulos de livros, parte expressiva deles com projeção internacional. Orienta dissertações de mestrado e trabalhos de iniciação científica, coordenando projetos de pesquisa que articulam computação aplicada e inovação tecnológica em saúde.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2162574207370950>

E-mail: rccoelho@unifesp.br

Renato Cesar Sato

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Associado da Universidade Federal de São Paulo na área de Economia. Graduado em Economia (1996), especialista em Gestão Empresarial (1999), pós-graduado em Economia da Educação pela Universidade de Educação de Aichi, Japão (2002), mestre (2006) e doutor em Tecnologia Nuclear pela Universidade de São Paulo (2010). Realizou estágios como pesquisador bolsista na Universidade de Tóquio nos períodos de 2006–2007, 2012–2013 e 2019–2020. É pesquisador associado do Centro de Gestão Tecnológica da USP. Suas principais áreas de atuação abrangem Pesquisa Operacional, Gestão Tecnológica, Inovação e Economia Empresarial, com contribuições que integram rigor quantitativo e análise estratégica para a tomada de decisão em ambientes de inovação intensiva.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6095929487408447>

E-mail: rcsato@unifesp.br



Rodolfo Barbosa dos Santos

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, possui graduação em Redes de Computadores e MBA em Gestão Ágil. Com 19 anos de experiência em Tecnologia da Informação, atua como Gerente de Projetos liderando iniciativas de transformação digital, desenvolvimento de *software*, integrações e automação de processos em ambientes corporativos complexos. Ao longo da carreira, acumulou experiência em suporte técnico, administração de redes e servidores, infraestrutura de data centers e governança de TI baseada em práticas ITIL. Destaca-se pela condução de projetos ponta a ponta, gestão de equipes multidisciplinares e globais, além da forte interface com *stakeholders* executivos e internacionais. Sua atuação combina visão estratégica e execução, com foco em previsibilidade, qualidade e geração de valor para o negócio. Sua pesquisa de mestrado concentra-se na aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para aprimorar estimativas de custo, esforço e prazo em projetos de desenvolvimento de software.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4157421573030617>

E-mail: rodolfo.rbsantos@gmail.com

Rogério Scabim Morano

Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de São Paulo. Coordenador de Planejamento e Negócios do Centro de Inovação em Materiais, Unidade Embrapii. Membro do Conselho Deliberativo da Universidade Aberta à Economia Solidária da Unifesp. Engenheiro de Produção formado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutor e Mestre em Administração, na área de Gestão da Inovação, pelo Centro Universitário FEI. Está realizando um Pós-Doutorado em Política Científica e Tecnológica na Universidade Estadual de Campinas. Possui MBA em TI aplicada à Nova Economia pela Fundação Getúlio Vargas. Atuou por 18 anos como Consultor de Empresas com experiência profissional em Implantação de Sistemas ERP, Coordenação de Projetos, Administração de Produção, Manutenção Industrial e Logística. Orientação acadêmica voltada à Inovação Tecnológica, Competitividade, Gerenciamento de Projetos, Administração e Economia Industrial.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3332707718785621>

E-mail: r.morano@unifesp.br

Samuel de Souza Farias

Mestre em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, com pesquisa focada em governança em ambientes de inovação e desenvolvimento de um *framework* para Parques Científicos e Tecnológicos brasileiros. Graduado em Administração de Empresas com ênfase em Comércio Exterior pela Universidade Paulista (2003) e pós-graduado em Tecnologia e Gestão Ambiental pela FAAP (2009). Atualmente é Gestor de Negócios e Inovação em uma PME, liderando projetos de transformação digital, produtividade e sustentabilidade, além de estruturar a área de P&D e implementar um PMO. Possui experiência prévia no desenvolvimento do *Cluster* Aeroespacial e Defesa Brasileiro no Parque Tecnológico de São José dos Campos, com atuação nos setores aeroespacial, automotivo e de energia, combinando gestão de cadeia de suprimentos, inovação e parcerias estratégicas.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1447582358048537>

E-mail: samuel.farias@unifesp.br



Suzana Cristina Pereira de Oliveira

Mestranda em Inovação Tecnológica e bacharela em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Atua na área de Testes e Qualidade de *Software*, com experiência em desenvolvimento de sistemas e tecnologias *blockchain*, incluindo Ethereum e Hyperledger Besu. Possui atuação voltada à verificação e validação de *software*, com foco em confiabilidade e qualidade em sistemas complexos. Seu interesse de pesquisa concentra-se na análise e estruturação de dados em ambientes digitais, com ênfase em aplicações tecnológicas voltadas ao enfrentamento de problemas sociais e no uso ético de dados. Sua trajetória integra formação técnica em computação com interesse em inovação de impacto social.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5878236372585120>

E-mail: suzana.cristina@unifesp.br

Tiago de Oliveira

Docente permanente do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor Associado IV da Universidade Federal de São Paulo. Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002) e doutor em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP (2008). Atua nas áreas de Computação, com ênfase em Síntese de Sistemas Digitais em FPGAs, e de Educação, com foco em Tecnologia Educacional. Sua trajetória integra pesquisa em *hardware* reconfigurável com interesse crescente nas interfaces entre computação, ensino e inovação tecnológica, contribuindo para a formação de profissionais capacitados a desenvolver soluções digitais em ambientes de alta complexidade técnica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8390665307472965>

E-mail: tiago.oliveira@unifesp.br

Valeria Rantin Po Toledo

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduada em Desenho Industrial pelo Mackenzie, com MBA em Gestão de Negócios e Inovação. *Designer* com sólida experiência em inovação tecnológica na área da saúde, com atuação no desenvolvimento de próteses personalizadas e no uso de fabricação aditiva para dispositivos médicos. Trabalhou na Embraer em projetos de computação gráfica e *design* de produto. Orienta graduandos na UNIFESP e desenvolve pesquisas sobre digitalização na oncologia do SUS, com foco em manufatura avançada para dispositivos médicos. Atua também como voluntária em iniciativas de arteterapia para pacientes oncológicos, conectando inovação tecnológica e impacto social. Sua trajetória integra *design* industrial, engenharia aplicada à saúde e compromisso com soluções inclusivas e humanizadas.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2553321806292255>

E-mail: valeria.po@unifesp.br



Vanessa Andrade Pereira

Doutora em Antropologia Social pelo Museu Nacional da UFRJ, com mestrado em Comunicação e Informação pela UFRGS e graduação em Ciências Sociais pela mesma instituição. Professora no Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFESP (Campus São José dos Campos), nos cursos de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia e Ciência da Computação. Coordena o Centro de Estudos em Games e Internet (CEGI), onde desenvolve projetos de pesquisa e extensão focados na produção de jogos educativos. Suas áreas de interesse abrangem game *design*, jogos sérios, tecnologia e cultura, entretenimento, juventude, TICs e antropologia urbana, articulando perspectiva antropológica e inovação tecnológica aplicada à educação.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9138377437741550>

E-mail: vapereira@unifesp.br

Victor Crescibene Pezzutto

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, onde desenvolve pesquisa voltada à aplicação de redes neurais artificiais em temas econômicos, com ênfase na estimativa da taxa de juros neutra. Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, com formação complementar em Marketing e Gestão de Negócios. Atua como Consultor SAP, com experiência em projetos de migração de dados nos módulos de Vendas (SD), Parceiro de Negócios (BP) e Utilities (IS-U). Sua trajetória integra computação aplicada, análise econômica e tecnologias empresariais, posicionando-o na fronteira entre sistemas de informação, inteligência artificial e modelagem financeira.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1879891579366470>

E-mail: victor.pezzutto@gmail.com

Vinicius Antonio Pedro

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, onde desenvolve uma proposta de Índice de Risco para Demência com base em projeções e mapeamentos territoriais, com foco em apoiar políticas públicas voltadas ao envelhecimento populacional. MBA em Tecnologia da Informação e Inovação, com certificações SAFe, PSM II, CSPO, KSI e KSD. Atua com gestão de projetos, *foresight* estratégico e liderança de equipes multidisciplinares em ambientes ágeis e digitais. Participa de iniciativas de inovação social e tecnológica, com interesse especial em ferramentas preditivas aplicadas à melhoria da qualidade de vida nas cidades e ao desenvolvimento de políticas públicas baseadas em evidências.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9979921528569012>

E-mail: vinicius.apedro@outlook.com

Vinicius Costa Fagundes

Doutorando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Mestre em Estratégias Empresariais e Desenvolvimento Econômico pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), com especialização em gestão, liderança e performance de equipes. Fundador e CEO do ILEC — Instituto de Liderança e Evolução Corporativa — e conselheiro estratégico de organizações nos setores de varejo, serviços e indústria. Atua como mentor de executivos e consultor



empresarial, com mais de uma década de experiência na formação de líderes e em estratégias de vendas de alta performance. Sua pesquisa de doutorado articula conhecimento científico e prática de mercado, com foco na transformação de competências de liderança em resultados organizacionais sustentáveis.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5360584847047656>

E-mail: viniciusfaggundes@gmail.com

Wagner Yohan Scaramuzza Silva

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduado em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário Anhanguera de São Paulo (2014), com especialização em Cyber Security pela Faculdade Impacta de Tecnologia (2018). Atua como Engenheiro de *Software* no Itaú Unibanco, onde aplica conhecimentos em segurança da informação e desenvolvimento de sistemas em um dos maiores ambientes bancários digitais do país. Sua pesquisa de mestrado articula segurança cibernética, engenharia de *software* e inovação tecnológica aplicada ao setor financeiro.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5380144061770002>

E-mail: wyoohan@gmail.com

Walter Teixeira Lima Junior

Docente permanente e Coordenador do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Inovação Tecnológica da UNIFESP. Professor de Ciência e Tecnologia no Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFESP. Realizou pós-doutorado em Simbiose Homem-Computador no Departamento de Engenharia Mecatrônica da Escola Politécnica da USP e pós-doutorado em Sistemas Cognitivos e Comunicação na Universidade de Aveiro (Portugal). É também professor do Programa de Pós-Graduação em Comunicação, Cultura e Amazônia da Universidade Federal do Pará (UFPA). Pesquisador interdisciplinar nas áreas de Tecnologia, Comunicação e Sistemas Cognitivos Artificiais, foi bolsista de produtividade do CNPq entre 2012 e 2021. Sua trajetória integra contribuições relevantes à pesquisa em inteligência artificial, interfaces cognitivas e inovação tecnológica aplicada à comunicação e ao desenvolvimento humano.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5189390968642420>

E-mail: walter.lima@unifesp.br

Welton Hebert da Silva

Mestre em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduado em Ciência da Computação e em Ciências Contábeis, com especializações em Gestão de TI e em *Design Instrucional* para EaD. Possui 15 anos de experiência na saúde suplementar, com foco na estruturação de soluções tecnológicas alinhadas às necessidades de negócio e no desenvolvimento de *software* voltado à saúde. Com mais de dez anos de experiência em docência presencial e a distância, atua como facilitador de Projetos Integradores em cursos de graduação na UNIFESP. Sua pesquisa de mestrado resultou no desenvolvimento de um modelo conceitual voltado a processos de inovação e melhoria na gestão em saúde digital, articulando metodologias ágeis, interoperabilidade de sistemas e transformação digital no setor de saúde.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3571212907061389>

E-mail: welton.silva@unifesp.br



Wesley Novaes Fioreze Costa

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo IFSP e em Métodos Didático-Pedagógicos pela UNIVESP, com MBA em Segurança da Informação e especialização em Banco de Dados pela UNICSUL. Professor e pesquisador na área de Tecnologia da Informação, atua no SENAI-SP como Avaliador e Treinador Líder de Cibersegurança na Delegação Paulista da WorldSkills Brazil. Possui certificação Microsoft Innovative Educator Expert. É pesquisador da plataforma IASmin, com foco em interoperabilidade na Indústria 4.0. Seus interesses de pesquisa abrangem IoT, *blockchain*, métodos criptográficos e transformação digital, articulando formação técnica, prática pedagógica e inovação aplicada.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7333348557475129>

E-mail: fiorese.ti@gmail.com

Yeni Varillas Tacza

Mestranda em Inovação Tecnológica pela UNIFESP. Terapeuta Ocupacional com 11 anos de experiência clínica, graduada pela Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Peru) e pela Universidade de São Paulo (USP). Docente permanente na Universidad Peruana Cayetano Heredia, nos cursos de Engenharia Biomédica e Terapia Ocupacional. Possui experiência nas áreas de pediatria e neurologia, com ênfase em reabilitação clínica. Sua pesquisa de mestrado concentra-se no desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva por meio de manufatura aditiva, com foco na criação de soluções personalizadas e acessíveis para pessoas com deficiência. Sua atuação articula reabilitação, inovação tecnológica e inclusão social, promovendo a melhoria da qualidade de vida por meio de tecnologias aplicadas à saúde.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4173009827715473>

E-mail: varillasto10@gmail.com

Yves de Almeida Alvim

Mestrando em Inovação Tecnológica pela UNIFESP, onde desenvolve uma proposta de análise tricamada de reclamações de consumidores, aferindo sentimento, intenção e enquadramento jurídico por meio de agentes de inteligência artificial. Possui formação em Direito e Tecnologia, com MBA em Gestão Estratégica de Negócios e Mercados. Atua como *Head* de Produtos e Inovação, advisor de *startups* e palestrante, com especialização no ecossistema de *Regtechs*, *Fintechs* e *Lawtechs*. Sua pesquisa integra conhecimento jurídico, visão de produto e inteligência artificial aplicada à conformidade regulatória e à proteção do consumidor, posicionando-se na fronteira entre direito, tecnologia e inovação empresarial.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0461553223229866>

E-mail: yves.alvim1@gmail.com



ÍNDICE REMISSIVO

A

Análise de conteúdo 55, 208, 241, 356
aprendizagem contínua 23, 26, 284
arquitetura organizacional adaptativa 29, 39, 53
automação 24, 62, 63, 286, 372, 375, 377

B

baixo carbono 31, 126, 128, 130, 150, 153, 159
big data 19
biotecnologia 17

C

cadeia de valor 30, 126, 133, 144, 145, 146, 147, 286
capacidades dinâmicas 24, 25, 41, 43, 50, 53
capital humano 28, 32, 64, 211, 216, 217, 219, 221, 222, 227, 239, 248, 251, 252, 265, 267, 279, 283, 284, 285, 293, 297, 299, 301
cenários alternativos 16, 17, 19
ciclo de inovação 17, 25, 28, 29, 33, 39, 47, 49, 60, 62, 65, 67, 69, 70, 72, 80, 91, 94, 103, 118, 119, 126, 134, 144, 146, 150, 153, 182, 202, 203, 211, 215, 218, 223, 224, 233, 239, 246, 249, 251, 253, 261, 267, 276, 285, 292, 297, 304, 305, 309, 314, 317, 322, 324, 325, 326, 331, 334, 335, 339, 340, 343, 345, 349, 353, 354
cidades inteligentes 32, 182, 184, 188, 189, 191, 198, 199, 200, 202, 203, 204, 205
cocriação 18, 172, 184, 215, 217, 235, 238, 370
colaboração multissetorial 35, 171
competitividade global 28, 259, 276, 282, 299, 305, 321, 325, 326
competitividade tecnológica 17, 25
conhecimento científico aplicado 25
cooperação interinstitucional 24, 170
cultura organizacional 24, 44, 53

D

decisões estratégicas 15, 19, 96, 102, 279, 323
democratização do acesso tecnológico 33
desenvolvimento sustentável 17, 25, 32, 135, 175, 177, 184, 188, 193, 196, 197, 210, 217, 241, 276, 282, 307, 313
digitalização 19, 41, 48, 50, 51, 53, 71, 176, 215, 311, 325, 378

E

economia circular 30, 126, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 144, 146, 185, 189
economia digital 34, 43, 282
economias emergentes 33, 258, 278, 280, 281, 297, 299, 308, 310, 312
ecossistema de inovação brasileiro 32, 246, 249, 268, 347
ecossistemas de inovação 24, 196, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 223, 224, 226, 227, 237, 238, 240, 285, 356
eficiência inovadora 32, 230
empreendedorismo 185, 219, 244, 282, 317, 333, 340, 341, 347, 348, 362, 364, 370, 374
engajamento dos colaboradores 51, 187
Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 17, 21
Estudos de Futuros 14, 15, 17, 19, 20, 362
experimentação contínua 44, 49

F

flexibilidade estratégica 24, 29, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54
Foresight Estratégico 14, 15, 17, 19, 20
framework 32, 36, 43, 64, 69, 70, 72, 73, 75, 77, 87, 92, 112, 122, 147, 182, 183, 186, 194, 204, 206, 241, 300, 343, 377
futuros desejáveis 16, 20
futuros possíveis 14, 15



G

gestão da inovação 19, 25, 43, 60, 76, 81, 105, 132, 133, 137, 154, 160, 175, 207, 279, 280, 281, 289, 336, 365, 369, 370

Gestão do Conhecimento 29, 60, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 73, 77, 81, 82, 83, 357, 359, 367

grau de maturidade tecnológica 30, 106

I

impacto ambiental 138, 146

impacto global 23, 280

impacto social 27, 119, 175, 184, 199, 204, 341, 364, 367, 371, 373, 378

incerteza tecnológica 24

Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento 32, 246, 249

Índice Global de Inovação 32, 33, 211, 213, 217, 222, 225, 226, 246, 248, 276, 278, 281, 283, 287, 288, 289, 290, 297, 298, 300, 303, 308, 312, 314, 317, 323, 328

Indústria 4.0 51, 302, 381

inovação social urbana 31, 32, 181, 182

inovação sustentável 24, 30, 52, 65, 83, 125, 126, 129, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 143, 144, 145, 146, 157, 366

inovação tecnológica 14, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 27, 63, 119, 126, 128, 135, 136, 139, 152, 153, 154, 156, 160, 161, 179, 251, 263, 272, 279, 281, 282, 300, 305, 307, 313, 321, 323, 325, 326, 348, 352, 353, 355, 361, 362, 372, 373, 374, 376, 378, 379, 380, 381

inovação universitária 34, 330, 331, 333, 340, 353, 355, 356

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta 31, 150, 153, 154, 157, 161, 163, 166, 174, 178

inteligência artificial 17, 19, 24, 26, 29, 30, 59, 62, 81, 90, 93, 103, 123, 315, 360, 364, 365, 368, 370, 372, 373, 375, 379, 380, 381

internacionalização de startups brasileiras 312, 325, 326, 327

J

justiça intergeracional 15

L

liderança estratégica 27, 44

M

maturidade dos processos de Gestão do Conhecimento 29, 83

maturidade tecnológica 30, 78, 90, 91, 93, 94, 98, 99, 100, 102, 106, 107, 110, 111, 114, 117, 118, 119

mercados internacionais 34, 308, 309, 311, 312, 317

metodologias ágeis 39, 41, 46, 53, 54, 365, 372, 380

métricas de impacto 28, 32, 47, 182, 274

modelos de negócio 18, 34, 44, 237, 323

monitoramento contínuo 26

N

nanotecnologia 17

O

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 30, 126, 129, 130, 135, 136, 137, 138, 148, 169, 182, 184, 186, 188, 189

oportunidades emergentes 20, 44

P

pensamento de futuros 19

pensamento sistêmico 19

Pesquisa e Desenvolvimento 23, 276, 292, 323

planejamento estratégico 16, 166, 172, 322, 323, 370

políticas públicas 15, 17, 19, 33, 35, 41, 93, 126, 153, 156, 159, 166, 171, 176, 179, 182, 185, 199, 200, 204, 211, 213, 214, 215, 217, 219, 224, 231, 232, 238, 239, 240, 246, 251, 252, 258, 270, 276, 280, 284, 285, 286, 299, 300, 302, 305, 308, 312, 313, 323, 326, 334, 340, 355, 370, 379

produtividade 41, 48, 50, 120, 152, 153, 154, 157, 158, 166, 223, 235, 377, 380

prospecção tecnológica 17, 260

prospectiva estratégica 16, 362

protótipos 18, 109, 115, 117

Q

Quádrupla Hélice 359, 367

R

Ranking de Universidades Empreendedoras 34, 331, 333, 337, 338, 340, 342, 344, 345, 352



Ranking Universitário Folha 34, 331, 333, 337, 340, 342, 343,
345, 349, 358

redes colaborativas 26, 157, 166, 173, 238

relatórios de mercado 29, 38, 42, 60, 69, 79, 80

roadmapping linear 18

roadmaps tecnológicos 18

S

satisfação do cliente 48, 51

segurança regulatória 33, 246, 269

serviços financeiros 29, 39, 51

sustentabilidade 15, 24, 27, 28, 65, 71, 83, 128, 129, 130, 131, 132,
133, 134, 136, 140, 142, 144, 146, 152, 153, 154, 157,
165, 166, 169, 170, 174, 175, 177, 178, 185, 187, 188,
189, 206, 207, 214, 251, 258, 270, 282, 284, 311, 313,
323, 372, 373, 374, 377

T

tecnologias de baixa emissão 30, 126, 131, 134, 146

tecnologias digitais 19, 24, 41, 152, 184, 187, 216, 311, 364

tecnologias emergentes 24, 26, 28, 37, 80, 120, 311, 323, 368

transformação digital 24, 26, 27, 39, 52, 64, 67, 69, 75, 78, 79, 96,
187, 365, 368, 372, 377, 380, 381

transformação organizacional 24, 372

transformações ágeis 51, 52

transição energética 17, 129, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 144,
283, 301

V

vantagem competitiva 51, 64, 65, 74, 187, 216, 252, 324

visão de longo prazo 20, 21

volume de investimentos em P&D 33



www.pimentacultural.com



PRÁTICAS DE GESTÃO DA INOVAÇÃO

volume V