UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação

Processo seletivo para ingresso em 2027

Modelo integrado de apoio à gestão da maturidade tecnológica em projetos colaborativos de automação e robótica

Pré-projeto de pesquisa

Leonardo Melo Niz

Área de interesse: gestão da inovação em projetos tecnológicos industriais

Santo André
2026

Resumo

Projetos colaborativos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em automação e robótica combinam incertezas tecnológicas, integração de diferentes especialidades e necessidade de alinhar expectativas entre instituições científicas e tecnológicas e empresas industriais. Embora os níveis de prontidão tecnológica ofereçam uma linguagem útil para situar a evolução de uma solução, sua utilização isolada não explicita, de maneira suficiente, a qualidade dos requisitos, as evidências produzidas, os riscos de integração, a disponibilidade de recursos e o alinhamento entre os participantes. Este pré-projeto propõe desenvolver e avaliar um modelo integrado de apoio à gestão da maturidade tecnológica nesses projetos. A pesquisa será aplicada, de abordagem predominantemente qualitativa, conduzida por meio da Design Science Research e apoiada por estudo de casos múltiplos. O artefato deverá combinar dimensões de maturidade tecnológica, requisitos e escopo, evidências técnicas, riscos e recursos, integração e governança colaborativa. Espera-se produzir um instrumento de diagnóstico e acompanhamento que favoreça decisões mais transparentes sobre a evolução dos projetos, sem substituir a análise técnica específica de cada aplicação.

Palavras-chave: gestão da inovação; maturidade tecnológica; automação; robótica; projetos colaborativos; Design Science Research.

1 Introdução

A transformação digital da indústria ampliou a demanda por soluções de automação, robótica, visão computacional, integração de dados e sistemas ciberfísicos. Parte relevante dessas soluções é desenvolvida em projetos colaborativos de pesquisa, desenvolvimento e inovação que aproximam empresas industriais e instituições científicas e tecnológicas. Esses arranjos permitem combinar conhecimento aplicado, infraestrutura experimental e compreensão do processo produtivo, mas também expõem os projetos a incertezas relacionadas ao desempenho técnico, à integração entre subsistemas, à evolução dos requisitos e à transição do protótipo para um ambiente operacional.

A gestão da inovação precisa lidar simultaneamente com exploração tecnológica e disciplina de execução. Em projetos industriais, a percepção de avanço nem sempre corresponde à prontidão efetiva da solução. Um protótipo pode apresentar bom desempenho em ambiente controlado e ainda possuir lacunas de integração, repetibilidade, documentação, segurança, infraestrutura ou aderência ao processo produtivo. Além disso, as empresas e as instituições de pesquisa podem interpretar de maneiras distintas o significado de termos como prova de conceito, protótipo, demonstração e prontidão para implantação.

Os níveis de prontidão tecnológica, conhecidos como Technology Readiness Levels ou TRL, oferecem uma escala para caracterizar a evolução de uma tecnologia desde princípios básicos até sua aplicação em ambiente operacional (ISO, 2013). Avaliações de prontidão bem conduzidas devem se apoiar em evidências verificáveis, critérios previamente definidos e análise independente dos riscos associados à evolução tecnológica (GAO, 2020). Entretanto, o TRL representa principalmente a maturidade da tecnologia e não substitui a gestão integrada de requisitos, escopo, riscos, recursos, interfaces e relacionamentos colaborativos.

Na prática, decisões de continuidade, redirecionamento ou passagem entre etapas exigem uma visão mais ampla. A evolução tecnológica depende da consolidação de requisitos, da qualidade das evidências obtidas em ensaios e demonstrações, da disponibilidade de recursos, da gestão das interfaces e do alinhamento entre os atores. A ausência de uma leitura integrada pode gerar divergências sobre o estágio real do projeto, revisões tardias de escopo, retrabalho e dificuldade para comunicar riscos aos responsáveis pelas decisões.

1.1 Delimitação do problema

A pesquisa será delimitada a projetos colaborativos de automação e robótica industrial desenvolvidos por instituições científicas e tecnológicas em parceria com empresas. O foco recairá sobre projetos que envolvam desenvolvimento e integração de protótipos, células robotizadas, sistemas de visão, dispositivos automatizados ou soluções correlatas. Não se pretende criar uma escala universal que substitua o TRL nem avaliar a maturidade organizacional das instituições. O estudo buscará complementar a leitura da maturidade tecnológica com dimensões gerenciais relevantes para o acompanhamento e a tomada de decisão ao longo do projeto.

1.2 Questão de pesquisa

Como um modelo integrado de gestão pode apoiar a avaliação e a evolução da maturidade tecnológica em projetos de automação e robótica desenvolvidos em colaboração entre instituições científicas e tecnológicas e empresas industriais?

1.3 Justificativa

A relevância científica do estudo está na articulação entre maturidade tecnológica, gestão da inovação e governança de projetos colaborativos. A literatura oferece instrumentos consolidados para examinar inovação, prontidão tecnológica, desenvolvimento de produtos e gestão de projetos, mas sua aplicação combinada ao contexto de automação e robótica industrial ainda demanda adaptação às características dos protótipos, das integrações multidisciplinares e das relações entre ICTs e empresas.

A relevância prática decorre da necessidade de apoiar pesquisadores, líderes técnicos, gestores de projetos e empresas na definição de evidências mínimas, na identificação de lacunas e na comunicação do estágio real de desenvolvimento. Um instrumento estruturado pode contribuir para decisões de priorização, alocação de recursos, planejamento de ensaios, revisão de riscos e preparação da transição para ambientes industriais. O tema também se relaciona à trajetória profissional do pesquisador em projetos aplicados de automação e robótica, permitindo acesso qualificado ao campo sem que experiências profissionais sejam tratadas como evidência suficiente por si mesmas.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Desenvolver e avaliar um modelo integrado de apoio à gestão da maturidade tecnológica em projetos colaborativos de automação e robótica realizados entre instituições científicas e tecnológicas e empresas industriais.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar, na literatura e em práticas organizacionais, critérios utilizados para avaliar maturidade tecnológica e orientar decisões de avanço em projetos de inovação.
- Caracterizar desafios recorrentes de gestão em projetos colaborativos de automação e robótica, considerando requisitos, escopo, evidências técnicas, riscos, recursos, interfaces e alinhamento entre os participantes.
- Definir dimensões, critérios e evidências para compor um modelo integrado de acompanhamento da maturidade tecnológica.
- Aplicar o modelo a casos selecionados, de forma retrospectiva ou durante sua execução, para examinar utilidade, clareza e aderência ao contexto industrial.
- Avaliar o artefato com especialistas e participantes dos projetos e consolidar recomendações para sua utilização e aprimoramento.

3 Metodologia

3.1 Natureza e abordagem da pesquisa

A pesquisa será de natureza aplicada, pois pretende produzir conhecimento orientado à solução de um problema concreto de gestão da inovação. Quanto aos objetivos, será exploratória e descritiva. A abordagem será predominantemente qualitativa, com possibilidade de utilização de escalas ordinais e indicadores descritivos para representar a situação das dimensões do modelo, sem a pretensão de realizar inferência estatística.

O método central será a Design Science Research, adequada à construção e à avaliação de artefatos destinados a resolver problemas relevantes em contextos organizacionais (HEVNER et al., 2004; PEFFERS et al., 2007). O artefato esperado será um modelo de apoio à decisão composto por dimensões, critérios, evidências, níveis de avaliação e orientações de uso. A pesquisa também utilizará estudo de casos múltiplos para compreender o contexto de aplicação e comparar padrões entre projetos (YIN, 2018).

3.2 Campo e seleção dos casos

Serão selecionados intencionalmente de três a cinco projetos colaborativos de automação ou robótica industrial que apresentem diferentes estágios de maturidade e disponibilidade mínima de registros. A seleção buscará diversidade quanto ao tipo de solução, complexidade de integração e momento do ciclo de desenvolvimento. Sempre que necessário, os casos serão

anonimizados e descritos sem identificação da empresa, do produto ou de parâmetros técnicos protegidos.

3.3 Etapas da pesquisa

Etapa	Síntese	Atividades principais
1	**Fundamentação e delimitação**	Revisão de literatura sobre gestão da inovação, TRL, avaliação de prontidão, projetos colaborativos, desenvolvimento de produtos e Design Science Research. Refinamento da questão, das categorias analíticas e do protocolo de pesquisa.
2	**Diagnóstico do contexto**	Análise documental e entrevistas semiestruturadas para identificar dificuldades, decisões, evidências e critérios atualmente empregados no acompanhamento dos projetos.
3	**Projeto do artefato**	Definição das dimensões, critérios, escalas, evidências mínimas e forma de apresentação do diagnóstico. Construção de uma versão inicial do modelo e de seu roteiro de aplicação.
4	**Demonstração**	Aplicação do modelo aos casos selecionados, de modo retrospectivo ou durante a execução, registrando resultados, dúvidas, lacunas e ajustes necessários.
5	**Avaliação e refinamento**	Avaliação por especialistas e participantes quanto à utilidade, clareza, consistência, aplicabilidade e capacidade de apoiar decisões. Refinamento do artefato e consolidação das orientações de uso.
6	**Síntese e comunicação**	Análise dos achados, discussão das contribuições e limitações, redação da dissertação e preparação da divulgação técnico-científica.

3.4 Dimensões preliminares do modelo

As dimensões abaixo constituem uma proposição inicial e serão revisadas a partir da literatura e dos dados empíricos:

Dimensão	Escopo de análise
Maturidade tecnológica	Nível de desenvolvimento da solução, ambiente de demonstração, desempenho observado e aderência aos critérios de prontidão.

Dimensão	Escopo de análise
Requisitos e escopo	Clareza, rastreabilidade, estabilidade e priorização dos requisitos, além do tratamento das alterações de escopo.
Evidências técnicas	Qualidade e suficiência de registros, ensaios, medições, demonstrações e critérios de aceitação usados para sustentar decisões.
Riscos e recursos	Riscos técnicos, disponibilidade de pessoas, infraestrutura, materiais, fornecedores, orçamento e tempo para superar as lacunas identificadas.
Integração e governança colaborativa	Gestão de interfaces, responsabilidades, comunicação, decisões, dependências e alinhamento entre ICT, empresa e demais participantes.

3.5 Técnicas de coleta e análise

A coleta poderá combinar revisão bibliográfica, análise de documentos dos projetos e entrevistas semiestruturadas com pesquisadores, líderes técnicos, gestores e representantes das empresas. Entre os documentos passíveis de análise estão propostas técnicas, registros de requisitos, cronogramas, matrizes de riscos, relatórios de ensaio, atas de decisão e registros de mudanças. A utilização de cada fonte dependerá de autorização e pertinência para os objetivos do estudo.

Os dados qualitativos serão organizados por categorias e submetidos à análise de conteúdo (BARDIN, 2016). Será realizada síntese cruzada dos casos para identificar convergências, diferenças e condições de aplicação do modelo. A triangulação entre documentos, entrevistas e observações buscará reduzir a dependência de percepções individuais. A avaliação do artefato considerará, pelo menos, utilidade, clareza, consistência, viabilidade de aplicação e contribuição para a tomada de decisão.

3.6 Aspectos éticos e de confidencialidade

A execução observará as exigências éticas aplicáveis, incluindo consentimento dos participantes e submissão ao sistema de ética quando requerida. Dados pessoais, informações estratégicas, parâmetros de processo, desenhos, códigos, valores e identificações de clientes não serão divulgados sem autorização. Os resultados poderão ser apresentados de forma agregada ou por meio de casos anonimizados. A participação profissional do pesquisador será tratada reflexivamente, com explicitação de sua posição no campo e uso de triangulação para reduzir vieses.

4 Cronograma

O cronograma considera 24 meses, organizados em seis quadrimestres. A sequência poderá ser ajustada conforme o calendário acadêmico, o acesso ao campo e as orientações recebidas ao longo do curso.

Atividade	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Disciplinas e revisão de literatura	•	•	•			
Delimitação e protocolo de pesquisa	•	•				
Procedimentos éticos e seleção dos casos		•	•			
Coleta e diagnóstico dos casos			•	•		
Projeto e demonstração do modelo			•	•	•	
Avaliação e refinamento				•	•	
Análise e redação				•	•	•
Qualificação, divulgação e defesa					•	•

5 Resultados esperados

Espera-se que a pesquisa resulte em um modelo integrado de apoio à gestão da maturidade tecnológica, acompanhado de critérios, evidências recomendadas e orientações de aplicação. O artefato deverá oferecer uma visão estruturada das lacunas que condicionam a evolução de projetos de automação e robótica e apoiar discussões sobre prioridades, riscos, ensaios e preparação para a etapa seguinte.

Como contribuição acadêmica, o estudo buscará aproximar a literatura de prontidão tecnológica da gestão da inovação e da governança de projetos colaborativos, oferecendo evidências empíricas provenientes do contexto industrial. Como contribuição prática, pretende-se disponibilizar uma ferramenta compreensível por equipes técnicas e gestores, capaz de melhorar a transparência das decisões sem reduzir projetos complexos a uma pontuação única.

Também se espera identificar limites e condições de uso do modelo. O resultado não deverá ser interpretado como certificação, homologação ou substituto da avaliação funcional e dos

ensaios específicos de cada solução. Sua finalidade será apoiar o diagnóstico e o planejamento, mantendo explícitos os critérios e as evidências que fundamentam as decisões.

6 Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 56002: Gestão da inovação - Sistema de gestão da inovação - Orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

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

COOPER, Robert G. Perspective: the Stage-Gate idea-to-launch process - update, what's new, and NexGen systems. Journal of Product Innovation Management, v. 25, n. 3, p. 213-232, 2008.

HEVNER, Alan R.; MARCH, Salvatore T.; PARK, Jinsoo; RAM, Sudha. Design science in information systems research. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 16290: Space systems - Definition of the Technology Readiness Levels and their criteria of assessment. Geneva: ISO, 2013.

OECD; EUROSTAT. Oslo Manual 2018: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4. ed. Paris: OECD Publishing, 2018. DOI: 10.1787/9789264304604-en.

PEFFERS, Ken; TUUNANEN, Tuure; ROTHENBERGER, Marcus A.; CHATTERJEE, Samir. A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. DOI: 10.2753/MIS0742-1222240302.

PHAAL, Robert; FARRUKH, Clare J. P.; PROBERT, David R. Technology roadmapping - a planning framework for evolution and revolution. Technological Forecasting and Social Change, v. 71, n. 1-2, p. 5-26, 2004. DOI: 10.1016/S0040-1625(03)00072-6.

UNITED STATES GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE. Technology Readiness Assessment Guide: best practices for evaluating the readiness of technology for use in acquisition programs and projects. Washington, DC: GAO, 2020. GAO-20-48G.

YIN, Robert K. Case study research and applications: design and methods. 6. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2018.