



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS RIO VERDE-GO

---

## **Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração**

TAYS ALMEIDA DE SOUZA

### **PLATAFORMA VIRTUAL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA**

PTT integrado a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, do Instituto Federal Goiano, do Campus Rio Verde (IF GOIANO), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Administração.

**Linha de pesquisa:** Estratégia e Inovação Organizacional

**Orientador:** Professor Doutor Marco Antônio Harms Dias

RIO VERDE – GO  
2026

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

<input type="checkbox"/> Tese (doutorado)	<input type="checkbox"/> Artigo científico
<input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)	<input type="checkbox"/> Capítulo de livro
<input type="checkbox"/> Monografia (especialização)	<input type="checkbox"/> Livro
<input type="checkbox"/> TCC (graduação)	<input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento
<input checked="" type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: <input type="text" value="Desenvolvimento de processo/tecnologia"/>	
Nome completo do autor: <input type="text" value="Tays Almeida de Souza"/>	Matrícula: <input type="text" value="2023210019"/>
Título do trabalho: <input type="text" value="Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica"/>	

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:  /  /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

/  /   
Local Data

Documento assinado digitalmente  
 TAYS ALMEIDA DE SOUZA  
Data: 28/05/2026 13:54:26 -0300  
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente  
 MARCO ANTONIO FARIAS DIAS  
Data: 02/06/2026 13:15:58 -0300  
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

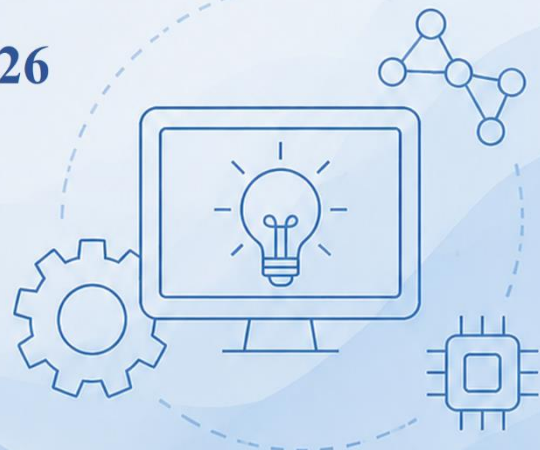
# CAPÍTULO 4

Produto Técnico Tecnológico

## PLATAFORMA VIRTUAL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA

Programa de Pós-Graduação em Administração  
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde

2026



Dissertação de Mestrado Profissional

## ASPECTOS TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS

A presente investigação caracteriza-se não apenas como um estudo de natureza teórica e metodológica, mas também como uma pesquisa aplicada com desenvolvimento tecnológico, uma vez que alcança a concretização de uma ferramenta digital, destinada à utilização prática por organizações e agentes do ecossistema de inovação. Nesse sentido, os aspectos técnicos e tecnológicos orientam a transformação do conhecimento científico produzido em um instrumento operacional capaz de gerar resultados concretos.

Do ponto de vista técnico, a pesquisa envolveu a sistematização de referenciais teóricos e normativos relacionados à Auditoria Tecnológica e aos Níveis de Maturidade Tecnológica (*Technology Readiness Levels – TRL*), com o objetivo de estruturar um conjunto coerente de critérios, indicadores e perguntas estratégicas que possibilitem a identificação do estágio de desenvolvimento tecnológico de projetos, soluções ou organizações. Esse processo demandou análise comparativa de modelos existentes, definição de parâmetros de avaliação e organização lógica das informações, assegurando consistência conceitual e aplicabilidade prática.

Sob a perspectiva tecnológica é uma modelagem conceitual de uma plataforma virtual acessível, concebida para operacionalizar o instrumento de auditoria tecnológica e de identificação de nível de maturidade de forma automatizada. A modelagem contempla a definição de requisitos funcionais e não funcionais, a estrutura de navegação do usuário, o fluxo de interação com o sistema, a lógica de processamento das respostas e o mecanismo de classificação do nível TRL. Tais elementos são essenciais para garantir que o diagnóstico produzido seja confiável, reproduzível e útil para a tomada de decisão.

É fundamental considerar conceitos de usabilidade, acessibilidade e escalabilidade, visando assegurar que a plataforma possa ser utilizada por diferentes perfis de usuários, independentemente do grau de familiaridade com conceitos técnicos de inovação ou maturidade tecnológica. A estrutura do sistema foi concebida de modo a permitir a geração de resultados interpretáveis, acompanhados de orientações que auxiliem a adequação de projetos aos requisitos de instituições promotoras de inovação e mecanismos de fomento.

Cabe destacar que, conforme Pressman (2016), o desenvolvimento de sistemas computacionais requer a integração entre especificação de requisitos, modelagem de processos e arquitetura de software, etapas que consideradas na concepção. No contexto desta pesquisa, tais procedimentos não visaram a implementação completa de um sistema comercial, mas sim a elaboração de um protótipo funcional (dentro da ferramenta virtual *Forms*), compatível com os objetivos do trabalho.

Assim, os aspectos técnicos e tecnológicos aqui descritos constituem a base metodológica para a materialização do conhecimento produzido ao longo da pesquisa em um Produto Técnico Tecnológico. Esse produto representa a principal contribuição aplicada do estudo, traduzindo os fundamentos teóricos da auditoria tecnológica e dos níveis TRL em uma ferramenta digital estruturada e utilizável.

Dessa forma, o subcapítulo seguinte apresenta de maneira detalhada a forma de implementação da proposta Produto Técnico Tecnológico: Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica, o que conduz ao plano de intervenção a seguir.

## **PLANO DE INTERVENÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA**

A proposta da Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica é uma resposta direta ao problema de pesquisa, que evidencia a limitação, complexidade e baixa acessibilidade aos modelos existentes de avaliação da maturidade tecnológica fora de ambientes altamente especializados. Tais limitações dificultam a utilização sistemática dessas ferramentas por organizações, especialmente aquelas que não dispõem de estruturas avançadas de gestão da inovação, comprometendo a compreensão do estágio real de desenvolvimento da tecnologia e a capacidade de tomada de decisões estratégicas fundamentadas. Nesse contexto, a proposta da plataforma visa suprir a carência de instrumentos estruturados, padronizados, acessíveis e descomplicados, capazes de mensurar a maturidade tecnológica de forma clara, confiável e sistemática, conforme estabelecido no problema de pesquisa. Além disso, instrumentos de diagnóstico confiáveis tornam-se essenciais, para viabilizar o acesso a mecanismos de financiamento à inovação, uma vez que as agências de fomento demandam informações técnicas precisas, sobre o estágio de desenvolvimento das tecnologias propostas (VALLE, 2025).

O processo iniciou-se com uma investigação no campo da auditoria tecnológica, reconhecida como instrumento estratégico para diagnóstico das capacidades tecnológicas e apoio à gestão da inovação (ABBAS E SHAHZAD, 2022). Durante a revisão bibliográfica e documental, foi identificado um modelo de auditoria tecnológica fundamentado nos *Technology Readiness Levels* (TRL's), originalmente proposto pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), para avaliar a maturidade de tecnologias aeroespaciais. Segundo Mankins (1995) o modelo TRL consolidou-se internacionalmente como ferramenta

para redução de riscos tecnológicos, planejamento do desenvolvimento e tomada de decisões ao longo do ciclo de inovação.

A partir dessa identificação, realizou-se aprofundamento conceitual nas TRL's, buscando compreender detalhadamente a definição de cada nível, suas características, os critérios de progressão e os caminhos metodológicos utilizados para identificar o estágio de maturidade de uma tecnologia. Inicialmente, foram analisados documentos técnicos da NASA, seguidos pela norma ABNT NBR ISO 16290:2015, que adapta o modelo ao contexto brasileiro, estabelecendo definições padronizadas e orientações de aplicação (ABNT, 2015). Posteriormente, foram examinados materiais institucionais do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, nos quais a maturidade tecnológica é utilizada como critério para avaliação de projetos e concessão de fomento público à inovação, bem como instrumentos desenvolvidos pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), que apresentam perguntas estruturadas para avaliação de TRL (ROCHA, 2016). Nesse sentido, a utilização do TRL como parâmetro de elegibilidade em políticas públicas de inovação está alinhada às práticas internacionais de financiamento tecnológico, que buscam direcionar recursos conforme o risco e o potencial de impacto das soluções desenvolvidas (VALLE, 2025).

A análise comparativa desses referenciais, permitiu identificar que, os instrumentos existentes, apresentam elevada complexidade técnica e baixa acessibilidade para usuários não especialistas, confirmando o problema de pesquisa. Assim, com o objetivo de desenvolver um instrumento diagnóstico capaz de ampliar a compreensão organizacional, subsidiar a tomada de decisão estratégica e qualificar os projetos junto às instituições de fomento, a autora elaborou um conjunto próprio de perguntas estruturadas, adaptadas para uma linguagem mais clara, objetiva e de fácil entendimento, sem perder o rigor técnico. A simplificação metodológica proposta busca reduzir o desequilíbrio das informações entre proponentes e financiadores, aspecto frequentemente apontado como obstáculo ao acesso a recursos de inovação, sobretudo por micro e pequenas empresas (VALLE, 2025).

Foram elaboradas cinco perguntas para cada nível de maturidade tecnológica, totalizando nove conjuntos correspondentes do TRL 1 ao TRL 9. As respostas foram estruturadas em formato dicotômico (sim/não), com atribuição de pontuação dois (2) para respostas afirmativas e zero (0) para respostas negativas. A pontuação total permite inferir o nível de maturidade tecnológica conforme faixas previamente definidas:

00 a 10 pontos (TRL 1)

- 11 a 20 pontos (TRL 2)
- 21 a 30 pontos (TRL 3)
- 31 a 40 pontos (TRL 4)
- 41 a 50 pontos (TRL 5)
- 51 a 60 pontos (TRL 6)
- 61 a 70 pontos (TRL 7)
- 71 a 80 pontos (TRL 8)
- 81 a 90 pontos (TRL 9)

Essa estrutura atende ao objetivo geral da pesquisa ao viabilizar a identificação do TRL de projetos, organizações ou soluções por meio de um instrumento sistemático baseado em perguntas estratégicas. As perguntas e evidências associadas encontram-se sistematizadas no Quadro 12, ao final desse capítulo. Cabe ainda destacar que o resultado final possibilita a análise da TRL atual, bem como identifica possíveis transições entre os níveis, contribuindo para o aprofundamento e ampliação das conclusões obtidas.

A intervenção foi estruturada em três etapas principais: desenvolvimento e validação do protótipo, desenvolvimento da plataforma web e disseminação e capacitação:

#### **a) Desenvolvimento do protótipo**

O protótipo Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica foi desenvolvido utilizando a ferramenta *Google Forms*, escolhida por sua acessibilidade, facilidade de implementação e ampla disponibilidade. Essa etapa teve como finalidade testar a viabilidade técnica e metodológica do instrumento diagnóstico proposto.

O questionário foi organizado em dois blocos principais. O primeiro bloco destina-se à identificação da tecnologia ou projeto avaliado, incluindo informações como nome, área de aplicação, objetivo e responsável técnico. O segundo bloco corresponde ao diagnóstico do nível de maturidade tecnológica, contendo as perguntas estruturadas para cada TRL.

Ao término do preenchimento, o sistema realiza automaticamente a soma das pontuações atribuídas às respostas, gerando uma nota final correspondente ao nível de maturidade tecnológica estimado. Esse procedimento permite um diagnóstico padronizado e de fácil interpretação, contribuindo para ampliar a compreensão organizacional acerca do estágio de desenvolvimento de suas soluções tecnológicas, elemento fundamental para a definição de estratégias de investimento, parcerias e captação de recursos (VALLE, 2025).

Como etapa complementar, foi estabelecido comunicação com o respondente, por meio do envio de e-mail contendo o nível TRL identificado, uma explicação sintética de seu

significado e a lista de evidências necessárias para comprovação do estágio alcançado. Essa funcionalidade transforma o diagnóstico em instrumento de apoio à tomada de decisão estratégica e ao planejamento do desenvolvimento tecnológico, alinhando-se ao objetivo de qualificar propostas para avaliação por instituições promotoras de inovação.

O protótipo demonstrou a viabilidade operacional da proposta e evidenciou seu potencial como instrumento de diagnóstico simplificado, acessível e aplicável a diferentes contextos organizacionais.

### **b) Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica**

A etapa subsequente consiste no desenvolvimento da plataforma web definitiva, concebida como um sistema digital completo de auditoria tecnológica acessível via internet. Diferentemente do protótipo, a plataforma final prevê automatização integral do processo de diagnóstico e emissão de resultados.

Na versão proposta, o sistema será capaz de:

- calcular automaticamente o nível TRL a partir das respostas;
- gerar relatório técnico detalhado com interpretação do resultado;
- apresentar a lista de evidências documentais exigidas para cada nível;
- disponibilizar campo para inserção de documentos comprobatórios;
- permitir verificação técnica das evidências submetidas;
- emitir certificação referente ao nível de maturidade tecnológica alcançado.

Essas funcionalidades visam apoiar organizações na tomada de decisão estratégica, no planejamento do desenvolvimento tecnológico e na preparação para submissão a mecanismos de fomento, reduzindo incertezas e desencontros de informação no ecossistema de inovação, fatores que influenciam diretamente a efetividade dos investimentos públicos e privados em tecnologia (VALLE, 2025).

### **c) Disseminação e capacitação**

A terceira etapa da intervenção refere-se às ações de disseminação e capacitação para utilização da plataforma. Estão previstas atividades como oficinas, palestras, treinamentos e

ações de sensibilização junto a incubadoras, parques tecnológicos, instituições educacionais e organizações interessadas em processos de inovação.

Essas ações têm como finalidade ampliar o alcance da ferramenta, promover a compreensão do conceito de maturidade tecnológica e incentivar o uso do TRL como instrumento de planejamento e gestão da inovação. Além disso, contribuem para fortalecer a cultura de avaliação tecnológica e para aproximar organizações das instituições promotoras de inovação, facilitando o acesso a instrumentos de financiamento e cooperação tecnológica (VALLE, 2025).

O processo descrito configura uma intervenção tecnológica orientada à solução do problema de pesquisa, ao transformar um modelo complexo de avaliação tecnológica em um instrumento estruturado, acessível e operacional. Ao permitir identificar o nível de maturidade tecnológica de forma clara e sistemática, a Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica amplia a compreensão organizacional, subsidia a tomada de decisão estratégica, qualifica a avaliação por instituições promotoras de inovação e viabiliza a adequada submissão a mecanismos de fomento, atendendo integralmente ao objetivo geral estabelecido.

O instrumento central da intervenção é o questionário estruturado, apresentado na sequência, composto por perguntas organizadas em blocos, correspondentes aos níveis de maturidade tecnológica. Essas perguntas foram elaboradas pela autora a partir da consolidação de referenciais internacionais e nacionais.

Quadro 1: Perguntas por Nível de Maturidade

<b>BLOCO 1: IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA</b>			
1	Nome da tecnologia ou projeto:		
2	Instituição responsável:		
3	Área tecnológica (Agro, Indústria, Educação, Energia, etc.):		
4	Responsável técnico:		
5	Objetivo principal da tecnologia:		
6	Problema que pretende resolver:		
7	Existe TRL previamente declarada? Se sim, qual?		
<b>BLOCO 2 - TECHNOLOGY READINESS LEVELS (TRL's) - NÍVEIS DE MATURIDADE TECNOLÓGICO</b>			
<b>TRL 1: BASE CIENTÍFICA</b>			
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>

ABNT (2015)	1	Foram identificados os princípios básicos?	
	2	Foram identificados potenciais aplicações para a tecnologia?	
ITA (Rocha, 2016)	1	Foram documentados os estudos que confirmam os princípios básicos?	Pesquisa básica
	2	Foram identificadas leis e pressupostos utilizados na nova tecnologia e não proíbem o desenvolvimento?	
	3	Foi levantada e documentada a ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da pesquisa tecnológica?	
	4	Foi identificado quem e onde será realizada as pesquisas da tecnologia?	
	5	Existe fonte monetária ou interessados, stakeholders (patrocinadores) na concretização da tecnologia?	
	6	Foi levantado se alguma outra instituição de pesquisa ou empresa está pesquisando a tecnologia no país?	
	7	Foi realizada pesquisa em ambiente exploratório?	
	8	Existem publicações científicas em revistas/ anais/ congressos a respeito da tecnologia?	
MCTI (Brasil, 2022)	1	Os princípios científicos da tecnologia foram identificados?	Relatórios laboratoriais
	2	Existe fundamentação científica publicada ou documentada?	Revisão bibliográfica
	3	Há hipótese técnica formulada?	
NASA (Mankins, 1995)	1	O princípio científico foi identificado?	Hipótese científica
	2	Existe literatura científica revisada por pares que sustente o fenômeno?	
	3	Há evidência experimental inicial?	
	4	Existe hipótese técnica formalizada?	
ELABORADO PELA AUTORA	1	Existe artigos publicados, pesquisas ou estudos teóricos que falem desse conceito tecnológico?	
	2	O princípio científico foi encontrado em alguma pesquisa acadêmica no país?	
	3	Há publicações, relatórios técnicos ou registros conceituais?	
	4	O conhecimento ainda está restrito ao ambiente acadêmico ou teórico?	
	5	Existe protótipo ou teste experimental realizado?	
<b>TRL 2: CONCEITO TECNOLÓGICO</b>			
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>
ABNT (2015)	1	Foram formuladas as potenciais aplicações?	Desenhos conceituais  Estudos de viabilidade  Proposta conceitual  Estudos exploratórios
ITA (Rocha, 2016)	1	Foi realizada pesquisa em ambiente de trabalho?	
	2	Foram identificadas as principais funções a serem desempenhadas pela tecnologia?	
	3	Foi documentada a viabilidade das aplicações confirmadas por estudos?	
	4	Foi identificada a funcionalidade da tecnologia?	
	5	Foram identificados possíveis GAP's da tecnologia e documentados?	
	6	Sabe que programa (projeto) a tecnologia vai apoiar?	
	7	Foram identificados potenciais clientes?	
	8	Cliente demonstra interesse na aplicação?	
MCTI (Brasil, 2022)	1	Existe aplicação potencial definida?	
	2	O conceito tecnológico foi descrito formalmente?	

	3	Foram identificados requisitos técnicos preliminares?	
NASA (Mankins, 1995)	1	O conceito da tecnologia está claramente descrito?	
	2	Existe aplicação potencial definida?	
	3	Foram identificados requisitos preliminares?	
	4	Existe modelo conceitual ou arquitetura proposta?	
ELABORADO PELA AUTORA	1	O conceito tecnológico já foi descrito como possível solução para um problema?	
	2	Existe modelagem conceitual ou desenho preliminar?	
	3	Foram realizados estudos de viabilidade técnica inicial?	
	4	Existe definição preliminar de aplicação ou mercado?	
	5	Há registro de ideia inovadora (relatório interno ou patente preliminar)?	
<b>TRL 3: PROVA DE CONCEITO</b>			
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>
ABNT (2015)	1	Foi concretizado a realização do projeto conceitual do elemento e documentado?	
	2	Foram especificados os requisitos de desempenho da tecnologia?	
ITA (Rocha, 2016)	1	Foi verificada a viabilidade da aplicação por experimentos de laboratório (simulação)?	Protótipos iniciais  Testes laboratoriais  Prova de conceito  Experimento controlados
	2	Foram identificados os possíveis defeitos da tecnologia em experimentos de laboratório?	
	3	Foram identificados e documentados os componentes que devem trabalhar juntos (visão sistêmica)?	
	4	Foi plenamente demonstrada a viabilidade científica da tecnologia?	
	5	Foram identificadas e desenvolvidas as técnicas de desenvolvimento da tecnologia?	
	6	Foram avaliados os conceitos de fabricação da tecnologia?	
	7	Foram identificados os componentes chaves para fabricação?	
	8	Foi documentada a ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento do protótipo?	
MCTI (Brasil, 2022)	1	Foram realizados estudos analíticos ou simulações?	
	2	Existe prova experimental inicial do conceito?	
	3	Funções críticas foram demonstradas em laboratório?	
NASA (Mankins, 1995)	1	Existe demonstração experimental da função crítica?	
	2	O conceito foi testado em laboratório?	
	3	Foram identificados riscos técnicos principais?	
	4	Existem dados mensuráveis do experimento?	
ELABORADO PELA AUTORA	1	Foram realizados experimentos laboratoriais iniciais?	
	2	Existe comprovação desses experimentos?	
	3	Foram realizados testes em pequena escala?	
	4	Existe demonstração funcional parcial?	
	5	Existem resultados mensuráveis documentados?	

<b>TRL 4: VALIDAÇÃO EM LABORATÓRIO</b>				
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>	
ABNT (2015)	1	Foi realizado o projeto conceitual da tecnologia?	Relatório de integração	
ITA (Rocha, 2016)	1	Foram testados os componentes individuais em laboratórios e realizados relatórios?		
	2	Foram totalmente identificados os possíveis GAP's da tecnologia ?		
	3	Foram identificados os requisitos gerais do sistema para aplicação aos usuários finais?		
	4	Foram estabelecidas as métricas de desempenho da tecnologia?		
	5	Foi identificado os custos para desenvolvimento do protótipo?		
	6	Foi realizado o cronograma para desenvolvimento do protótipo?		
	7	Foi iniciado o programa de gestão de risco do protótipo?		
	8	Foram iniciados os estudos de integração da tecnologia ao projeto final?		
MCTI (Brasil, 2022)	1	Componentes tecnológicos foram integrados?		Testes funcionais
	2	Protótipo ou modelo funcional foi construído?		Protótipo inicial
	3	Testes laboratoriais controlados foram executados?		
NASA (Mankins, 1995)	1	O protótipo foi integrado em ambiente controlado?		Protótipo inicial em ambiente relevante
	2	Componentes funcionam juntos?		
	3	Existem testes repetíveis?		
	4	Foram definidos parâmetros de desempenho?		
ELABORADO PELA AUTORA	1	Existe protótipo funcional em laboratório?		
	2	Componentes tecnológicos foram integrados?		
	3	Testes repetitivos foram realizados?		
	4	Existem relatórios técnicos documentando desempenho?		
	5	Foram avaliados riscos técnicos?		
<b>TRL 5: VALIDAÇÃO EM AMBIENTE RELEVANTE</b>				
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>	
ABNT (2015)	1	Foi realizado a definição preliminar de requisitos de desempenho no ambiente relevante?	Exemplo NASA: vibração, temperatura, pressão	
	2	Foi realizado o projeto preliminar do elemento, suportado por modelos apropriados para a verificação funções críticas?		
	3	Foi realizado plano de teste de função crítica para análise dos efeitos de escala?		
	4	Foi estipulado a definição placa de ensaio para a verificação da função crítica?		
	5	Foram realizados os testes de teste placa de ensaio com relatórios?		
ITA (Rocha, 2016)	1	Foram identificados os efeitos das possíveis falhas da tecnologia (se houver)?	Protótipo inicial em ambiente relevante	
	2	Foram identificados os requisitos de interface de sistema?		
	3	Foram identificadas as interações entre os componentes / subsistemas?		
	4	Foi realizada modificações no ambiente de laboratório para aproximar ambiente operacional deixando apto a testes?		
	5	Foram realizados testes tecnológicos dos componentes em ambiente relevante?		

MCTI (Brasil, 2022)	1	O protótipo foi testado em ambiente relevante?		
	2	Interfaces críticas foram avaliadas?		
	3	Existem dados experimentais suficientes?		
NASA (Mankins, 1995)	1	A tecnologia foi testada em ambiente semelhante ao real?		
	2	Foram simuladas condições operacionais críticas?		
	3	Existe validação funcional fora do laboratório?		
ELABORADO PELA AUTORA	1	O protótipo foi testado em ambiente simulado próximo da realidade?		
	2	Foram avaliadas variáveis ambientais?		
	3	O desempenho foi comparado com requisitos técnicos?		
	4	Existe participação de parceiros externos?		
	5	Há teste piloto controlado?		
<b>TRL 6: DEMONSTRAÇÃO / PROTÓTIPO</b>				
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>		<b>EVIDÊNCIAS</b>
ABNT (2015)	1	Foram realizadas identificação e análise das funções críticas do elemento e verificadas as funções críticas e documentadas em relatório?		Protótipo em fase final  Testes integrados  Demonstração piloto
	2	O ambiente relevante de funcionamento para eventual sistema é conhecido?		
ITA (Rocha, 2016)	1	Foi realizada e documentada a definição de requerimento do desempenho e do ambiente relevante?		
	2	Foram documentados os requisitos completos de sistema e subsistema para funcionamento?		
	3	Foram concluídas as avaliações das características de desempenho da tecnologia mesmo com os possíveis GAP's?		
	4	Foi iniciada a aquisição de dados da manutenção real, confiabilidade e dados de suporte?		
	5	Foi testado o modelo representativo (protótipo) completo em laboratório, ambiente operacional de alta fidelidade (simulação)?		
MCTI (Brasil, 2022)	1	Sistema ou subsistema foi demonstrado?		
	2	Testes operacionais foram realizados?		
	3	Riscos tecnológicos foram avaliados?		
NASA (Mankins, 1995)	1	Existe protótipo funcional completo?		
	2	O sistema foi testado em cenário operacional simulado?		
	3	Interfaces foram testadas?		
ELABORADO PELA AUTORA	1	Existe sistema integrado funcional?		
	2	O protótipo foi testado fora do laboratório?		
	3	Foram realizadas demonstrações operacionais?		
	4	Usuários potenciais participaram da validação?		
	5	Existem registros de desempenho operacional?		
<b>TRL 7: AMBIENTE OPERACIONAL</b>				
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>	
ABNT (2015)	1	Foi documentada a definição de requisitos de desempenho?		

	2	Foi documentada a definição do ambiente operacional?	
	3	Foi documentada a definição do modelo e da realização do teste?	
ITA (Rocha, 2016)	1	Foi realizado testes em cada interface do sistema / software individualmente em condições de tensão e anômalas?	Exemplo 1: voo experimental (Nasa)
	2	Foi simulado as funcionalidades disponíveis para demonstração em ambiente operacional?	
	3	Foi totalmente integrado o protótipo ao ambiente real demonstrado (ou simulado ambiente operacional)?	
	4	Foi realizado teste com sucesso do protótipo do sistema em um ambiente estipulado?	
	5	Foi realizado documentação do teste do modelo de protótipo?	
	6	Foi documentada a ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da tecnologia em escala?	
MCTI (Brasil, 2022)	1	Protótipo próximo do produto final foi testado?	Exemplo 2: Campo agrícola real
	2	Testes em ambiente real ocorreram?	
	3	Usuários participaram da validação?	
NASA (Mankins, 1995)	1	A tecnologia foi testada em ambiente real?	Teste real
	2	O desempenho atende aos requisitos operacionais?	
	3	Existem registros de operação contínua?	
ELABORADO PELA AUTORA	1	O sistema foi testado em operação real?	
	2	Existe projeto piloto industrial ou educacional?	
	3	Foram avaliadas falhas operacionais?	
	4	O produto interagiu com usuários reais?	
	5	Há indicadores de confiabilidade?	
<b>TRL 8: QUALIFICAÇÃO</b>			
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>
ABNT (2015)	1	Foi construído e integrado o modelo final no sistema final? (produto)	
ITA (Rocha, 2016)	1	Foram realizados ajustes dos componentes a suas funções para deixar compatível com o sistema operacional?	Certificações
	2	Foi testado o sistema e caracterizado com seu design e função para a aplicação pretendida ?	
	3	Foram demonstrados os resultados o funcionamentos e a função da tecnologia em eventual teste de sistema de plataforma?	
	4	Foi concluído o processo de controle da interface?	
	5	Foi concluída a documentação formal de regulamentação?	
	6	Foi concluída a documentação da gestão e controle de configuração?	Validação final
	7	Foram demonstradas todas as funcionalidades em ambiente operacional simulado e sistema qualificados através de teste e avaliação na plataforma real?	Produto qualificado
	8	Foi identificado que o sistema atende às especificações?	
	9	Foi iniciado no programa de gestão de risco em parceria com o desenvolvimento com a indústria?	
	10	Foi identificado os custos para desenvolvimento da tecnologia em escala ou transmitido o conhecimento em parceria com a indústria?	
	11	Foi estipulado cronograma para desenvolvimento em escala da tecnologia ou realizado trabalho em parceria com a indústria?	
MCTI	1	Produto final foi concluído?	

(Brasil, 2022)	2	Certificações necessárias foram iniciadas ou concluídas?	
	3	Processo produtivo foi validado?	
NASA (Mankins, 1995)	1	A tecnologia foi qualificada conforme normas?	
	2	Existe certificação técnica?	
	3	Foram concluídos testes finais?	
ELABORADO PELA AUTORA	1	O sistema passou por certificações técnicas?	
	2	Existe manual técnico?	
	3	Foram realizados testes finais de qualidade?	
	4	O produto atende normas regulatórias?	
	5	Existe produção pré comercial?	
<b>TRL 9 : OPERAÇÃO REAL</b>			
<b>FONTE</b>	<b>Nº</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>EVIDÊNCIAS</b>
ABNT (2015)	1	Foi realizado comissionamento na fase de operação inicial?	
	2	Foram finalizados os relatórios de operação em voo?	
ITA (Rocha, 2016)	1	Foi plenamente demonstrado o sistema real?	
	2	Foi implementado com sucesso o conceito operacional?	
	3	Foi instalada e implantada a tecnologia em plataforma de sistema antes destinado?	
	4	Foi realizada através de operações de missão bem sucedida o sistema de missão real "voo comprovado"?	
	5	Foram realizados todos os processos de fabricação controlados para o nível de qualidade adequado?	
	6	Foi incluída na documentação o processo de desenvolvimento em escala, o custo e o cronograma para tal desenvolvimento?	
	7	Foi incluída na documentação final o processo de parceria e de transferência de conhecimento para indústria?	
	8	Foi realizado plano de negócio para desenvolvimento da tecnologia?	Contratos comerciais
	9	Foram realizadas publicações científicas e/ou patentes a respeito da tecnologia ?	Operação contínua
	10	É possível reproduzir o mesmo projeto com mesmos requisitos?	
MCTI (Brasil, 2022)	1	Tecnologia operando em ambiente real?	Atuação no mercado
	2	Produto comercializado ou implantado?	
	3	Performance comprovada operacionalmente?	
NASA (Mankins, 1995)	1	A tecnologia está em operação real?	
	2	Existe histórico operacional?	
	3	Há usuários finais?	
ELABORADO PELA AUTORA	1	A tecnologia está em operação comercial ou institucional?	
	2	Existem contratos ou clientes ativos?	
	3	Há histórico operacional documentado?	
	4	O desempenho foi comprovado continuamente?	
	5	Existe manutenção estruturada?	

Fonte: Elaboração da autora (2026)

O quadro acima traz perguntas estruturantes oriundas de diferentes referenciais institucionais (NASA – *National Aeronautics and Space Administration*, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica e MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação), as quais serviram como base para a construção do instrumento.

A metodologia TRL, originalmente desenvolvida pela NASA, estabelece uma escala progressiva de nove níveis de maturidade tecnológica, cujo objetivo é mensurar o grau de desenvolvimento de uma tecnologia, desde a observação de princípios básicos até sua operação comprovada em ambiente real. Conforme definido oficialmente, os TRL's constituem “uma métrica sistemática que apoia avaliações consistentes da maturidade tecnológica” (NASA, 2016). Essa definição evidencia o caráter estruturante e comparável da ferramenta, justificando sua utilização como base para auditorias tecnológicas organizacionais.

No contexto normativo, a ABNT, por meio da NBR ISO 16290:2015, formaliza os níveis de maturidade tecnológica e reforça que os TRL's “fornecem um método consistente para avaliar o grau de desenvolvimento de uma tecnologia” (ABNT, 2015, p. 1). Ao analisar perguntas derivadas dessa norma, o instrumento desenvolvido assegura alinhamento com critérios internacionalmente reconhecidos, fortalecendo a validade técnica da proposta.

As contribuições do ITA ampliam a abordagem ao incluir variáveis relacionadas a riscos, custos, cronogramas, integração sistêmica e interfaces tecnológicas, aspectos essenciais quando se considera a aplicação prática da tecnologia em ambientes complexos.

Por sua vez, o MCTI, ao adaptar a metodologia TRL à realidade brasileira, enfatiza sua aplicação como instrumento de apoio à decisão em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Segundo o Ministério, a avaliação da maturidade tecnológica contribui para decisões relativas a financiamento, continuidade ou redirecionamento de projetos (BRASIL, 2019). Tal perspectiva é particularmente relevante para Instituições Promotoras de Inovação, que operam em interface direta com mecanismos de fomento.

A partir da sistematização dessas perguntas institucionais, procedeu-se à análise comparativa dos critérios recorrentes em cada TRL, analisando conceitos e referenciais internacionais e nacionais. Observou-se que, embora as formulações variem, existe um eixo estruturante comum:

1. Evidência científica documentada (TRL 1);
2. Formulação conceitual estruturada (TRL 2);
3. Prova experimental do conceito (TRL 3);

4. Integração de componentes em ambiente controlado (TRL 4);
5. Validação em ambiente relevante (TRL 5);
6. Demonstração operacional de protótipo (TRL 6);
7. Testes em ambiente real (TRL 7);
8. Qualificação e certificação (TRL 8);
9. Operação comprovada e comercialização (TRL 9).

Com base nessa análise, a autora elaborou perguntas complementares, não com o objetivo de alterar a lógica normativa dos TRL's, mas de ampliar sua aplicabilidade ao contexto organizacional, de trazer clareza para o público informal e de democratizar informações científicas.

A construção dessas novas perguntas fundamenta-se no princípio metodológico da pesquisa aplicada, cujo propósito é transformar conhecimento teórico em instrumento prático de intervenção. Nesse sentido, o questionário preserva a estrutura normativa dos TRL's.

O instrumento não substitui os referenciais institucionais, mas os integra e operacionaliza. A presença explícita das perguntas da NASA – *National Aeronautics and Space Administration*, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica e MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, no quadro, garantem rastreabilidade, enquanto as perguntas da autora representam etapa de síntese e contextualização metodológica. Considerando a rastreabilidade, e a conexão com a essência da ferramenta, somente as perguntas da autora subirão para a plataforma.

Assim, o questionário apresentado não se configura apenas como instrumento de coleta de dados, mas como mecanismo estruturado de diagnóstico tecnológico, alinhado às diretrizes internacionais de maturidade tecnológica e adaptado à realidade das instituições brasileiras de inovação, compondo o plano de intervenção deste trabalho.

Uma vez estabelecido o plano de intervenção, torna-se relevante analisar as contribuições técnico-científicas e sociais decorrentes da implementação da ferramenta, tema da seção seguinte.

#### **4. PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO**

O presente Produto Técnico Tecnológico consiste no desenvolvimento de uma Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica, concebida como instrumento de auditoria tecnológica baseado nos Níveis de Maturidade Tecnológica (*Technology Readiness Levels* –

TRL). Trata-se de uma ferramenta digital, acessível via internet, estruturada a partir de um questionário sistemático de perguntas estratégicas que permitem diagnosticar o estágio de desenvolvimento de tecnologias, projetos ou organizações, que foi estruturado da seguinte forma:

- Identificação do problema: dificuldade de organizações e empreendedores em compreender e mensurar o nível de maturidade tecnológica de seus projetos, os modelos disponíveis são complexos, pouco acessíveis e restritos a ambientes especializados, dificultando sua aplicação prática e comprometendo a tomada de decisão estratégica e a submissão a mecanismos de fomento.
- Revisão teórica sobre auditoria tecnológica e inovação: revisão bibliográfica sobre auditoria tecnológica, gestão da inovação e avaliação de capacidades tecnológicas, com o objetivo de identificar instrumentos capazes de diagnosticar o estágio de desenvolvimento tecnológico, essa etapa permitiu compreender o papel da auditoria tecnológica como ferramenta de planejamento estratégico e redução de riscos associados à inovação.
- Identificação dos TRL's como referência: modelo *Technology Readiness Levels* (TRL), desenvolvido pela NASA, como referência internacional para avaliação da maturidade tecnológica, o modelo foi selecionado por sua ampla aceitação em ambientes científicos, industriais e institucionais, além de sua utilização em políticas públicas de inovação e financiamento tecnológico.
- Estudo aprofundado dos Níveis de Maturidade Tecnológicos: definições conceituais, características de cada estágio, critérios de progressão entre níveis, evidências típicas associadas, aplicação em diferentes setores. Essa etapa permitiu compreender os caminhos necessários para identificar o estágio real de desenvolvimento de uma tecnologia.
- Análise de referenciais: investigação ampliada para diferentes instituições que utilizam modelo TRL e identificação de convergências conceituais, critérios de avaliação e exemplos de operacionalização do modelo.
- Identificação das perguntas utilizadas: nos referenciais analisados, foram identificadas perguntas, checklists e indicadores utilizados para avaliar a maturidade tecnológica. Observou-se que, embora tecnicamente robustos, esses instrumentos apresentam elevada complexidade e linguagem especializada, dificultando sua utilização por usuários não especialistas.

- **Elaboração de um instrumento diagnóstico:** com base na síntese dos referenciais estudados, foi elaborado um conjunto próprio de perguntas estratégicas, adaptadas para linguagem clara, objetiva e acessível, preservando o rigor técnico do modelo TRL, a estrutura adotada foi cinco perguntas para cada nível TRL, perguntas organizadas sequencialmente por estágio de maturidade, associação de evidências a cada nível.
- **Definição da lógica de pontuação e classificação:** foi estabelecido um sistema de pontuação dicotômica (resposta “sim” = 2 pontos e resposta “não” = 0 ponto), onde a soma total permite classificar o nível de maturidade tecnológica em faixas correspondentes aos TRL 1 a TRL 9, garantindo diagnóstico objetivo, padronizado e replicável.
- **Construção do protótipo funcional:** para testar a viabilidade do instrumento, foi desenvolvido um protótipo digital utilizando a ferramenta *Google Forms*, escolhido por sua facilidade de implementação e ampla acessibilidade, onde o bloco 1 identifica a tecnologia e o bloco 2 diagnostica a maturidade tecnológica;
- **Testes de funcionamento:** o protótipo foi submetido a testes de funcionamento, avaliando clareza das perguntas, coerência da lógica de pontuação, facilidade de preenchimento, consistência dos resultados, os ajustes necessários foram realizados com base na análise desses testes.
- **Implementação e retorno ao respondente:** após o preenchimento do formulário, os dados são exportados para planilha eletrônica, permitindo identificar o nível TRL correspondente, em seguida, é encaminhado ao usuário um e-mail contendo nível de maturidade identificado, explicação do resultado, lista de evidências necessárias para comprovação, informações de apoio à tomada de decisão e planejamento tecnológico.
- **Desenvolvimento da Plataforma Digital:** com base nos resultados obtidos no protótipo, foi concebida a Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica como sistema web completo, capaz de automatizar todo o processo de diagnóstico onde a proposta é identificar automaticamente o TRL, gerar relatório técnico detalhado, indicar evidências necessárias, permitir envio de documentos comprobatórios, possibilitar verificação técnica, emitir certificação de maturidade tecnológica.
- **Disseminação e capacitação:** como etapa final, foram previstas ações de disseminação do instrumento junto a incubadoras, parques tecnológicos,

instituições educacionais e organizações inovadoras, por meio de oficinas, palestras e treinamentos.

Essa transformação de modelo conceitual para um instrumento de diagnóstico estruturado, acessível e operacional, configura o Produto Técnico Tecnológico aplicável ao contexto a seguir relatado.

#### 4.1 CONTEXTO

No âmbito das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação, os editais de fomento frequentemente estabelecem faixas específicas de maturidade tecnológica como condição de elegibilidade, exigindo que os proponentes demonstrem, por meio de evidências técnicas, em qual TRL (*Technology Readiness Level*), suas soluções se encontram. O modelo TRL, originalmente desenvolvido pela NASA, difundido internacionalmente, permite avaliar sistematicamente o grau de desenvolvimento de uma tecnologia, desde a pesquisa básica até a aplicação em ambiente operacional (MANKINS, 1995). Essa exigência possibilita alinhar o tipo de apoio concedido, sendo pesquisa científica, desenvolvimento experimental, validação em ambiente relevante ou escala industrial, às necessidades reais do projeto e aos objetivos estratégicos das políticas públicas de inovação (OCDE, 2018).

Assim, projetos situados em TRL's iniciais tendem a ser direcionados a programas de pesquisa científica e tecnológica, enquanto tecnologias em níveis mais elevados são priorizadas em instrumentos voltados à subvenção econômica, transferência tecnológica e inserção no mercado. No contexto brasileiro, agências de fomento, como FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), EMBRAPPII (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial) e fundações estaduais de amparo à pesquisa, utilizam o TRL como critério para enquadramento de propostas e definição do tipo de financiamento adequado, alinhados às diretrizes da norma ABNT NBR ISO 16290:2015, que estabelece a definição e a aplicação dos níveis de maturidade tecnológica em projetos de pesquisa e desenvolvimento.

Nesse cenário, a Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica proposta neste trabalho constitui um instrumento de auditoria tecnológica capaz de operacionalizar essa exigência de forma acessível, sistemática e padronizada. A ferramenta foi concebida para traduzir os critérios técnicos associados aos TRL's em perguntas estruturadas, cujas respostas conduzem ao

diagnóstico automatizado do estágio de desenvolvimento tecnológico de projetos ou organizações. Dessa forma, o produto técnico tecnológico conecta o proponente e o ecossistema de inovação, facilitando a interpretação dos requisitos dos editais e qualificando a preparação das propostas. Conforme argumenta Phaal, Farrukh e Probert (2004), instrumentos estruturados de avaliação tecnológica são fundamentais para apoiar a tomada de decisão e o planejamento estratégico da inovação nas organizações.

A exigência do nível TRL nos editais, entretanto, pode afastar potenciais candidatos que desconhecem a ferramenta ou não possuem suporte técnico para aplicá-la corretamente. Muitas empresas, especialmente micro, pequenas e médias, enfrentam dificuldades para identificar com precisão seu posicionamento na escala de maturidade tecnológica, o que compromete a adequação de suas propostas aos requisitos dos programas de fomento e reduz suas chances de acesso a recursos de inovação, segundo Cassiolato e Lastres (2005). Essa lacuna evidencia a distância entre a linguagem técnica dos editais e a realidade operacional das organizações, particularmente aquelas com baixa inserção em sistemas de inovação.

A Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica proposta, visa oferecer um diagnóstico orientado, compreensível e fundamentado em referenciais reconhecidos internacionalmente (NASA – National Aeronautics and Space Administration, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica e MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação). Ao transformar critérios complexos em um processo guiado de autoavaliação, a ferramenta simplifica a burocracia, associada aos mecanismos de subvenção, e contribui para a democratização do acesso ao financiamento da inovação. Além disso, ao fornecer evidências estruturadas sobre o TRL, o sistema apoia a tomada de decisão organizacional e a submissão qualificada a programas de fomento, ampliando a eficiência do processo de avaliação pelas instituições promotoras de inovação.

Importante destacar que os editais frequentemente apresentam os requisitos de maturidade tecnológica de forma objetiva e sintética, assumindo conhecimento prévio por parte dos proponentes. Tal característica pode dificultar a compreensão por atores distantes dos processos formais de inovação, especialmente empreendedores iniciantes ou organizações sem histórico de interação com agências financiadoras. Nesse sentido, o produto técnico tecnológico proposto atua como um mecanismo de mediação, tornando acessível o conteúdo técnico dos editais e ampliando o potencial de participação de novos agentes nos ecossistemas de inovação, contribuindo para o fortalecimento do desenvolvimento tecnológico e socioeconômico (BRASIL, 2016).

A plataforma proposta operacionaliza esse referencial por meio de um sistema de perguntas estruturadas, desenvolvidas pela autora a partir da análise comparativa de instrumentos utilizados pela NASA, ABNT, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e MCTI. O resultado é um instrumento adaptado à realidade brasileira e às necessidades de empreendedores e organizações de diferentes portes.

A aplicabilidade da ferramenta ocorre em dois níveis complementares:

- Protótipo funcional desenvolvido no Google Forms, utilizado para testes, validação e coleta estruturada de dados;
- Versão definitiva concebida como página na internet, capaz de automatizar o diagnóstico do TRL e gerar relatórios orientativos.

Do ponto de vista metodológico, o produto proposto baseia-se em pesquisa aplicada, voltada à solução de problemas concretos, característica central dos mestrados profissionais (GIL, 2008).

Assim, a plataforma configura-se como instrumento capaz de reduzir assimetrias informacionais no acesso à inovação, contribuindo para a democratização do conhecimento tecnológico e para a qualificação de propostas submetidas a mecanismos de fomento.

A compreensão desse contexto permite avançar para a análise da aderência do produto às demandas institucionais, científicas e sociais, aspecto abordado na seção seguinte.

## **4.2 ADERÊNCIA**

A Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica apresenta elevada aderência às diretrizes das políticas públicas de inovação, aos marcos regulatórios nacionais e às necessidades do ecossistema empreendedor e científico.

Primeiramente, a ferramenta está alinhada ao Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016), que incentiva a integração entre academia, governo e setor produtivo, bem como à Política Nacional de Inovação. Ao oferecer um instrumento sistemático de diagnóstico tecnológico, a plataforma facilita a comunicação entre proponentes e instituições avaliadoras, reduzindo e facilitando a interpretação dos critérios técnicos dos editais.

A solução atende às demandas das Instituições Promotoras de Inovação, que frequentemente necessitam avaliar a maturidade tecnológica das propostas submetidas. Segundo a OCDE (2018), a capacidade de mensurar o estágio de desenvolvimento das

tecnologias é fundamental para orientar investimentos em pesquisa e desenvolvimento e aumentar a eficácia das políticas de inovação.

A aderência também se manifesta no âmbito acadêmico e científico, uma vez que a plataforma traduz um modelo teórico consolidado (TRL's), em um instrumento operacional prático. Essa transposição do conhecimento científico para aplicação concreta constitui um dos objetivos centrais da pesquisa aplicada (GIL, 2008).

Outro aspecto relevante refere-se à compatibilidade com diferentes áreas tecnológicas. A estrutura baseada em perguntas estratégicas permite aplicação em setores diversos, ampliando significativamente o potencial de uso da ferramenta.

A prototipagem no *Google Forms* trouxe viabilidade técnica e facilidade de utilização, reforçando a aderência da solução à realidade de usuários com diferentes níveis de maturidade digital.

Sob a perspectiva regional, a plataforma possui forte aderência às necessidades de desenvolvimento local e interiorização da inovação, especialmente em regiões onde o acesso a consultorias especializadas é limitado. E a ferramenta pode ser utilizada para mapeamento local e regional do nível de maturidade dos projetos em desenvolvimento.

Diante dessa aderência multidimensional, torna-se necessário delinear como a plataforma pode contribuir de forma social, técnicas e científica.

### **4.3 CONTRIBUIÇÃO SOCIAL TÉCNICO CIENTÍFICA**

A Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica apresenta contribuições significativas tanto para o avanço do conhecimento aplicado quanto para a sociedade.

No campo científico, o produto materializa a transposição de um modelo conceitual consolidado em instrumento operacional adaptado ao contexto brasileiro, ampliando a aplicabilidade dos TRL's para além do setor aeroespacial (ABNT, 2015).

Do ponto de vista social, a plataforma possui potencial transformador ao democratizar o acesso à informação sobre inovação. Segundo o Manual de Oslo, a inovação depende da capacidade das organizações de gerir conhecimento e tecnologia de forma estruturada (OCDE, 2018).

A ferramenta também contribui para reduzir desigualdades regionais, possibilitando que atores localizados fora dos grandes centros tenham acesso a um diagnóstico especializado sem custos elevados.

Outro aspecto relevante é a desmistificação da burocracia associada aos mecanismos de fomento. Ao tornar os requisitos técnicos mais transparentes e acessíveis, a plataforma estimula a participação de novos proponentes e fortalece a cultura de inovação.

Dessa forma, o produto não apenas apoia a tomada de decisão organizacional, mas também promove inclusão científica e tecnológica.

Em síntese, a pesquisa contribui ao propor um modelo sistemático e digital de diagnóstico da maturidade tecnológica. A plataforma desenvolvida traduz referenciais internacionais em um instrumento acessível e padronizado, capaz de apoiar a tomada de decisão, qualificar avaliações institucionais e ampliar o acesso de organizações a programas de financiamento à inovação.

Considerando essas contribuições amplas, torna-se pertinente avaliar os impactos diretos da ferramenta nos níveis organizacional, social e local, conforme discutido na próxima seção.

#### **4.4 IMPACTO ORGANIZACIONAL, SOCIAL E LOCAL**

No âmbito organizacional, a plataforma funciona como instrumento de diagnóstico estratégico, permitindo que empresas e instituições compreendam sua posição tecnológica e planejem investimentos em pesquisa e desenvolvimento de forma mais eficiente.

O impacto social manifesta-se na ampliação das oportunidades de geração de renda, inovação e competitividade, especialmente para micro e pequenas empresas. A OCDE (2018) destaca que políticas eficazes de inovação dependem da capacidade de transformar conhecimento em valor econômico e social.

Em nível local, a plataforma pode atuar como catalisadora de ecossistemas regionais de inovação, fortalecendo a interação entre empresas, universidades e governo, fazendo jus ao Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016).

Além disso, a possibilidade de uso por instituições de apoio empresarial e incubadoras amplia o alcance da solução, permitindo que a ferramenta seja incorporada a programas de capacitação e aceleração.

Assim, o impacto da plataforma transcende o indivíduo, repercutindo no desenvolvimento territorial e na consolidação de ambientes inovadores.

Para compreender plenamente o potencial transformador da solução, é necessário analisar seu grau de inovação e complexidade, conforme apresentado na seção seguinte.

#### 4.5 GRAU DE INOVAÇÃO E COMPLEXIDADE

A Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica apresenta alto grau de inovação, com potencial disruptivo. Embora baseada em um modelo consolidado internacionalmente, sua inovação reside na adaptação metodológica, acessibilidade digital e aplicação orientada ao contexto brasileiro.

A originalidade do produto está na integração entre auditoria tecnológica, TRL e mecanismos de fomento em um único instrumento de fácil utilização. Não se trata apenas de medir maturidade tecnológica, mas de orientar estrategicamente o usuário rumo à elegibilidade para financiamento.

Quanto à complexidade, o sistema envolve múltiplas dimensões conceituais e técnicas, incluindo estruturação normativa, modelagem de algoritmo de classificação e desenvolvimento de interface digital.

A prototipagem no *Google Forms* reduz barreiras iniciais de implementação, enquanto a versão web amplia a capacidade de processamento e disseminação.

O produto demonstra, portanto, viabilidade técnica, relevância científica e alto potencial de impacto, características esperadas de um produto tecnológico (GIL, 2008).

Após apresentação detalhada do produto e análise de sua aplicação prática, será apresentado a seguir os resultados e discussões, seguido pela conclusão da pesquisa.

#### 4.6 TESTE E VALIDAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO

A etapa de testagem e validação do Produto Técnico Tecnológico, proposto nesta pesquisa, torna-se fundamental a utilização de bases reais e confiáveis, que permitam a comparação entre os níveis de maturidade tecnológica, identificados pela ferramenta desenvolvida, e aqueles já atribuídos por instituições reconhecidas. Nesse contexto, destaca-se o papel do site Integra do Instituto Federal Goiano (<https://integra.ifgoiano.edu.br/>), uma plataforma institucional voltada à divulgação de projetos tecnológicos, de pesquisa aplicada, de inovação e de oportunidades de transferência de tecnologia para o setor produtivo.

O Integra IF Goiano configura-se como um ambiente digital estratégico que aproxima a produção científica e tecnológica da instituição com o mercado, promovendo a visibilidade

de soluções desenvolvidas, no âmbito acadêmico, e incentivando sua aplicação prática. Dentre suas funcionalidades, destaca-se a aba denominada “Vitrine Tecnológica”, que reúne um conjunto de projetos com potencial de inovação, disponíveis para parcerias, licenciamento e transferência de tecnologia. Nessa data, essa aba apresenta 298 projetos cadastrados (dados apresentados no site Integra IF Goiano), contemplando diferentes áreas do conhecimento, com forte presença nas áreas de agronegócio, engenharias e tecnologias aplicadas.

Cada projeto disponibilizado na Vitrine Tecnológica é acompanhado de um resumo descritivo, no qual são apresentadas as principais características da solução, identificação dos autores envolvidos, a definição do problema que a tecnologia se propõe a solucionar, bem como sua aplicabilidade no contexto produtivo e/ou social. Além disso, um elemento central para esta pesquisa é a explicitação do Nível de Maturidade Tecnológica (*Technology Readiness Level – TRL*) diretamente na página de cada projeto. Essa informação, apresentada de forma clara, permite compreender o grau de desenvolvimento da tecnologia, desde fases iniciais de pesquisa até estágios mais avançados próximos da comercialização. Esses elementos contribuem significativamente para a compreensão inicial do estágio de desenvolvimento das soluções disponibilizadas, além de favorecer a aproximação entre a academia e o mercado.

Embora a plataforma forneça uma visão geral, relevante, sobre cada tecnologia, verificou-se que, para uma análise mais precisa e criteriosa do nível de maturidade tecnológica atribuído, faz-se necessária a obtenção de informações mais detalhadas, especialmente no que se refere às evidências técnicas, metodológicas e experimentais que fundamentam a classificação do TRL. Isso ocorre porque a correta identificação do nível de maturidade tecnológica exige a verificação de aspectos como validação experimental, testes em ambiente relevante, desenvolvimento de protótipos e comprovação de desempenho (ABNT, 2015).

Dessa forma, considerando que o acervo de tecnologias, disponibilizado na plataforma Integra IF Goiano é, em grande parte, oriundo de trabalhos acadêmicos desenvolvidos por discentes da instituição, fazendo-se necessário, realizar uma busca criteriosa, sistemática e aprofundada pelas produções acadêmicas relacionadas, já que o Integra não a referida produção. O objetivo dessa etapa foi identificar, localizar e analisar os trabalhos que deram origem às tecnologias expostas, na Vitrine Tecnológica, e que apresentam a indicação de TRL, possibilitando, assim, a verificação da coerência entre o nível de maturidade declarado e as evidências descritas nos documentos acadêmicos.

Essa estratégia metodológica permite não apenas validar as classificações de TRL apresentadas na plataforma institucional, mas também aprofundar a compreensão sobre o

processo de desenvolvimento das tecnologias analisadas, contribuindo para uma avaliação mais robusta e fundamentada (PHAAL, FARRUKH, PROBERT, 2004).

Conforme citado acima, após busca criteriosa, sistemática e aprofundada no acervo acadêmico do Instituto Federal Goiano, foi possível identificar um conjunto de cinco produções acadêmicas, diretamente relacionadas a tecnologias publicadas na aba “Vitrine Tecnológica” da plataforma Integra IF Goiano. Essa etapa verifica a funcionalidade do protótipo proposto nesta dissertação, realizando o cruzamento das informações identificadas e as evidências técnicas descritas nos trabalhos acadêmicos que originaram tais tecnologias.

#### 4.6.1 PROJETOS PARTICIPANTES DA TESTAGEM

A seleção dessas produções considerou como critério principal a existência simultânea da tecnologia publicada na Vitrine Tecnológica com indicação explícita do Nível de Maturidade Tecnológica (TRL) e a disponibilidade pública do respectivo trabalho acadêmico. Como resultado, foram identificados cinco projetos, oriundos de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), dissertações e teses, os quais serviram como base empírica para a análise comparativa.

Os projetos que contribuíram com o processo de testagem do protótipo são apresentados a seguir, com a respectiva denominação da tecnologia na plataforma Integra IF Goiano, o título do trabalho acadêmico correspondente, links no corpo do texto para facilitar a verificação e validação de informações, e a TRL apresentada pela página virtual do Integra IF Goiano:

Quadro 2: Projetos Participantes da Testagem

<b>Projeto 1</b>	<b>DIA – Software de Dimensionamento de Irrigação por Aspersão</b>
<b>Autor</b>	BAILÃO, BARROS, 2025
<b>Endereço eletrônico do projeto (Integra IF Goiano)</b>	<a href="https://integra.ifgoiano.edu.br/t/dia---software-de-dimensionamento-de-irrigacao-por-aspersao-311">https://integra.ifgoiano.edu.br/t/dia---software-de-dimensionamento-de-irrigacao-por-aspersao-311</a>
<b>Título da produção acadêmica</b>	@Dia Aplicativo Para Dimensionamento de Irrigação Por Aspersão
<b>Endereço eletrônico da produção acadêmica</b>	<a href="https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/5164">https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/5164</a>
<b>TRL indicado na página Integra</b>	4 – Validação de componentes em ambiente de laboratório

<b>Projeto 2</b>	<b>Sistema de Irrigação Fuzzy Inteligente</b>
<b>Autor</b>	BAILÃO, NOVAK, 2026
<b>Endereço eletrônico do projeto (Integra IF Goiano)</b>	<a href="https://integra.ifgoiano.edu.br/t/sistema-de-irrigacao-fuzzy-inteligente">https://integra.ifgoiano.edu.br/t/sistema-de-irrigacao-fuzzy-inteligente</a>
<b>Título da produção acadêmica</b>	Sistema De Irrigação Inteligente Baseado Em Lógica Fuzzy Integrado Com Internet Das Coisas Para A Cultura Do Tomate Cereja
<b>Endereço eletrônico da produção acadêmica</b>	<a href="https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/6089/1/dissertacao_RIIF.pdf">https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/6089/1/dissertacao_RIIF.pdf</a>
<b>TRL indicado na página Integra</b>	4 – Validação de componentes em ambiente de laboratório
<b>Projeto 3</b>	<b>ISOQUIIF – Uma Ferramenta Educacional Pública para o Ensino da Isomeria Química</b>
<b>Autor</b>	MARTINS <i>ET AL</i> , 2025
<b>Endereço eletrônico do projeto (Integra IF Goiano)</b>	<a href="https://integra.ifgoiano.edu.br/t/isoquiif---uma-ferramenta-educacional-publica-para-o-ensino-da-isomeria-quimica">https://integra.ifgoiano.edu.br/t/isoquiif---uma-ferramenta-educacional-publica-para-o-ensino-da-isomeria-quimica</a>
<b>Título da produção acadêmica</b>	ISOQUIIF: Um Novo Software Educacional Gratuito Para O Ensino Da Isomeria Química
<b>Endereço eletrônico da produção acadêmica</b>	<a href="https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/5322/4405">https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/5322/4405</a>
<b>TRL indicado na página Integra</b>	4 – Validação de componentes em ambiente de laboratório
<b>Projeto 4</b>	<b>Aplicativo para Suporte e Gestão para os Produtores Rurais – ADP Flutter</b>
<b>Autor</b>	OLIVEIRA, SILVA, 2022
<b>Endereço eletrônico do projeto (Integra IF Goiano)</b>	<a href="https://integra.ifgoiano.edu.br/t/aplicativo-para-suporte-e-gestao-aos-produtores-rurais---adp-flutter">https://integra.ifgoiano.edu.br/t/aplicativo-para-suporte-e-gestao-aos-produtores-rurais---adp-flutter</a>
<b>Título da produção acadêmica</b>	Desenvolvimento De Um Aplicativo Em Flutter Para Auxiliar No Manejo De Irrigação
<b>Endereço eletrônico da produção acadêmica</b>	<a href="https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2861">https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2861</a>
<b>TRL indicado na página Integra</b>	4 – Validação de componentes em ambiente de laboratório
<b>Projeto 5</b>	<b>Mapa do Ecosistema Inovador</b>
<b>Autor</b>	DIAS, GUIMARÃES, VILLAS BOAS, 2026
<b>Endereço eletrônico do projeto (Integra IF Goiano)</b>	<a href="https://integra.ifgoiano.edu.br/vitrine/mapa-do-ecossistema-inovador">https://integra.ifgoiano.edu.br/vitrine/mapa-do-ecossistema-inovador</a>
<b>Título da produção acadêmica</b>	Ecosistema de inovação em rio verde/go: interações, atores e estratégias para o desenvolvimento regional

<b>Endereço eletrônico da produção acadêmica</b>	
<b>TRL indicado na página Integra</b>	1 – Princípios básicos observados e relatados

Fonte: Elaboração da autora (2026)

A identificação das produções acadêmicas permitiu avançar para uma análise mais profunda, dos níveis de maturidade tecnológica apresentados pela plataforma Integra, possibilitando a verificação da coerência entre o TRL declarado e as evidências técnicas descritas nos respectivos trabalhos acadêmicos. Essa abordagem está alinhada às recomendações da literatura, que enfatiza a necessidade de fundamentação empírica e documental para a correta classificação dos níveis de maturidade tecnológica (MANKINS, 1995).

Dessa forma, o conjunto dessas cinco produções acadêmicas constitui a base de validação do protótipo desenvolvido, permitindo não apenas testar a aplicabilidade da ferramenta, mas também contribuir para a discussão acerca de sua efetividade, e estruturação dos processos de mensuração da maturidade tecnológica, no contexto acadêmico e institucional.

Cada projeto acima identificado passou pela Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica e teve seu TRL identificado, vale ressaltar que em alguns casos, é comum identificar a fase de transição entre os níveis, segue abaixo os TRL's de cada projeto, identificados pela Plataforma, bem como uma análise de cada resultado:

**Projeto 1: DIA – Software de Dimensionamento de Irrigação por Aspersão (BAILÃO, BARROS, 2025)**

TRL classificado pela Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica: 6 – Demonstração de Protótipo em Ambiente Relevante

Essa classificação justifica-se pela existência de um protótipo funcional completo, com integração entre interface, processamento e banco de dados, além da implementação integral das funcionalidades do projeto. Evidenciam-se ainda testes e experimentos realizados em diferentes cenários, bem como a demonstração operacional do sistema, com geração e exportação de resultados técnicos, indicando sua aplicabilidade prática em contexto relevante.

Adicionalmente, a solução apresenta interação com o usuário e capacidade de simulação de situações reais, o que reforça seu estágio avançado de desenvolvimento. Contudo, a ausência de validação contínua em ambiente operacional real e de inserção no mercado impede sua classificação em níveis superiores (TRL 7 a 9), conforme recomendado por modelos de maturidade tecnológica (ISO, 2015).

Dessa forma, conclui-se que o projeto atinge o TRL 6, evidenciando um protótipo tecnológico consolidado, validado em ambiente relevante e com potencial de evolução para níveis mais elevados de maturidade.

### **Projeto 2: Sistema de Irrigação Fuzzy Inteligente (BAILÃO, NOVAK, 2026)**

TRL classificado pela Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica: 6 – Demonstração de Protótipo em Ambiente Relevante

O sistema de irrigação inteligente baseado em lógica Fuzzy desenvolvido por Novak (2025) apresenta elevado grau de maturidade tecnológica nos níveis iniciais e intermediários da escala TRL, evidenciando consolidação conceitual, modelagem estruturada, implementação prática e validação experimental controlada. A tecnologia demonstra desempenho mensurável e superior aos métodos tradicionais, com evidências robustas oriundas de experimentos estatísticos. Contudo, limita-se ao ambiente laboratorial e protegido, não tendo sido ainda validada em condições reais de operação agrícola, tampouco submetida a processos de certificação, escalabilidade ou comercialização. Dessa forma, classifica-se predominantemente entre os níveis TRL 5 e TRL 6, caracterizando-se como uma tecnologia promissora em fase de demonstração, com potencial de avanço mediante validações em campo e inserção no mercado.

### **Projeto 3: ISOQUIIF – Uma Ferramenta Educacional Pública para o Ensino da Isomeria Química (MARTINS *ET AL*, 2025)**

TRL classificado pela Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica: 6 – Demonstração de Protótipo em Ambiente Relevante

O projeto ISOQUIIF apresenta um nível de maturidade tecnológica classificado como TRL 6, saindo do TRL 5 (Validação em ambiente relevante) bem próximo do TRL 6, caracterizado pela demonstração de um sistema integrado funcional em ambiente relevante. Evidências empíricas indicam que a solução foi aplicada em contexto real de ensino, envolvendo usuários finais (professores e estudantes), com resultados mensuráveis relacionados à experiência do usuário e à utilidade pedagógica. Contudo, observa-se a ausência de processos formais de qualificação técnica, certificação, análise de confiabilidade e operação contínua, o que impede sua classificação em níveis mais avançados de maturidade tecnológica.

**Projeto 4: Aplicativo para Suporte e Gestão Para os Produtores Rurais – ADP Flutter (OLIVEIRA, SILVA, 2022)**

TRL classificado pela Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica: 6 – Demonstração de Protótipo em Ambiente Relevante (transição entre 5 e 6)

O projeto apresenta um protótipo funcional desenvolvido em ambiente computacional, com integração de componentes tecnológicos e validação por meio de testes de usabilidade com usuários reais. Os resultados obtidos, ainda que preliminares, demonstram desempenho operacional básico e aceitação do sistema, caracterizando um estágio de demonstração tecnológica. Contudo, não há evidências de validação em ambiente operacional real, certificações ou inserção no mercado, o que limita sua classificação aos níveis intermediários de maturidade tecnológica, especificamente ao TRL 6.

**Projeto 5: Mapa do Ecossistema Inovador (DIAS, GUIMARÃES, VILLAS BOAS, 2026)**

TRL classificado pela Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica: 4 – Validação de Componentes em Ambiente de Laboratório

O projeto analisado apresenta sólida fundamentação teórica, sustentada por revisão sistemática da literatura e ampla base conceitual acerca dos ecossistemas de inovação, o que evidencia pleno atendimento aos níveis iniciais de maturidade tecnológica (TRL

1 a TRL 3). Adicionalmente, observa-se a proposição e desenvolvimento de um produto técnico tecnológico, caracterizado por um software interativo voltado à visualização das dinâmicas do ecossistema regional, o que indica a presença de elementos de prova de conceito (TRL 4).

O projeto indica aspectos essenciais para a progressão aos níveis subsequentes da escala TRL, rumo a evidências de validação experimental. Dessa forma, conclui-se que a tecnologia se encontra em estágio intermediário, situada no nível TRL 4, com potencial de evolução para TRL 5 mediante progressão da realização de validações laboratoriais estruturadas, testes funcionais e documentação técnica do desempenho do sistema.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS RIO VERDE-GO

---

## **Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração**

TAYS ALMEIDA DE SOUZA

### **PLATAFORMA VIRTUAL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA**

**Orientador:** Professor Doutor Marco Antônio  
Harms Dias

**Link demonstrativo da Plataforma Virtual de Maturidade Tecnológica:**

<https://youtu.be/iXL5h51QPWE>