



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

JOÃO PEDRO VILA NOVA AGUIAR

**Análise de Nível de Maturidade para fins de Transferência de Tecnologia:
estudo de caso no Instituto Federal do Tocantins.**

**PALMAS
2025**

JOÃO PEDRO VILA NOVA AGUIAR

**Análise de Nível de Maturidade para fins de Transferência de Tecnologia:
estudo de caso no Instituto Federal do Tocantins.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Civil da
Unidade *de Palmas*, do Instituto Federal do
Tocantins, como exigência à obtenção do
título de Bacharel, em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Claudia da Silva
Aguiar Rezende
Coorientador: Prof. Me. Stefan de Oliveira
Rosa

PALMAS
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

A283a Aguiar, João Pedro Vila Nova
Análise de Nível de Maturidade para fins de Transferência de
Tecnologia: estudo de caso no Instituto Federal do Tocantins. / João
Pedro Vila Nova Aguiar. – Palmas, TO, 2025.
71 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientadora: Dra. Claudia da Silva Aguiar Rezende
Coorientador: Me. Stefan de Oliveira Rosa

1. Transferência de Tecnologia. 2. Inovação; Maturidade
Tecnológica. 3. Propriedade Intelectual. I. Rezende, Claudia da Silva
Aguiar. II. Rosa, Stefan de Oliveira. III. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOÃO PEDRO VILA NOVA AGUIAR

**Análise de Nível de Maturidade para fins de Transferência de Tecnologia:
estudo de caso no Instituto Federal do Tocantins.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Civil da
Unidade de *Palmas*, do Instituto Federal do
Tocantins, como exigência à obtenção do
título de Bacharel, em Engenharia Civil.

Aprovado em: 13 / 02 / 2025

BANCA AVALIADORA



Documento assinado digitalmente
CLAUDIA DA SILVA AGUIAR REZENDE
Data: 21/02/2025 16:08:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Claudia da Silva Aguiar Rezende, IFTO
Orientadora



Documento assinado digitalmente
ELAINE DA CUNHA SILVA PAZ
Data: 23/02/2025 10:56:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Elaine da Cunha Silva Paz, IFTO



Documento assinado digitalmente
GISLAINE PEREIRA SALES GUIMARAES
Data: 21/02/2025 16:59:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Me. Gislane Pereira Sales Guimarães, IFTO

Dedico este trabalho à minha mãe, Adriana, e ao meu irmão, Gabriel, que me acompanharam durante todo esse processo e estão sempre presentes nas minhas conquistas. Esta será a primeira de várias, e espero sempre poder contar com vocês.

RESUMO

A transferência de tecnologia desempenha um papel essencial na inovação e no desenvolvimento econômico, permitindo que descobertas científicas e avanços tecnológicos sejam aplicados no setor produtivo. Este trabalho tem como objetivo apresentar diretrizes para esse processo, com ênfase na avaliação da maturidade tecnológica por meio da escala Technology Readiness Level (TRL). Para isso, foi desenvolvida uma ferramenta para mensuração do nível TRL, permitindo um diagnóstico preciso sobre o estágio de desenvolvimento de uma inovação. Como resultado final, o formulário desenvolvido se caracteriza por uma linguagem simples e clara, o que facilita sua aplicação por qualquer pessoa, independentemente de seu nível de conhecimento técnico. A metodologia utilizada envolveu uma revisão bibliográfica sobre as normas e diretrizes que regulamentam a transferência de tecnologia no Brasil, aliada à aplicação da *Methodi Ordinatio*, um método para a seleção de referências relevantes. Como estudo de caso, foi analisada a tecnologia Carvão Ativado de Fibra de Coco, utilizando o formulário TRL desenvolvido. O resultado obtido foi TRL 4, indicando que a tecnologia já passou por etapas como a definição de conceitos, prova de conceito e testes laboratoriais em escala reduzida, mas ainda necessita de validação em um ambiente mais próximo ao real. Os resultados apontam que a tecnologia encontra-se no chamado "Vale da Morte", fase crítica em que muitas inovações deixam de avançar por falta de investimentos. No entanto, mecanismos de incentivo à inovação, como financiamentos públicos e privados, podem viabilizar sua continuidade e evolução para níveis mais avançados da escala TRL. Conclui-se que a ferramenta desenvolvida pode ser aprimorada por meio de novos testes e refinamentos, garantindo maior precisão na mensuração da maturidade tecnológica, além de sua possível disponibilização em uma plataforma digital, facilitando o acesso por pesquisadores e instituições interessadas na avaliação de inovações tecnológicas.

Palavras-chave: Transferência de Tecnologia; Inovação; Maturidade Tecnológica; TRL; Propriedade Intelectual.

ABSTRACT

Technology transfer plays a key role in innovation and economic development, allowing scientific discoveries and technological advancements to be applied in the productive sector. This work aims to present guidelines for this process, with an emphasis on the assessment of technological maturity through the Technology Readiness Level (TRL) scale. For this purpose, a tool was developed to measure the TRL level, providing an accurate diagnosis of the stage of development of an innovation. As a result, the developed form is characterized by simple and clear language, making it easy to apply by anyone, regardless of their technical knowledge level. The methodology used involved a bibliographic review of the norms and guidelines regulating technology transfer in Brazil, combined with the application of *Methodi Ordinatio*, a method for selecting relevant references. As a case study, the Activated Carbon from Coconut Fiber technology was analyzed using the developed TRL form. The result obtained was TRL 4, indicating that the technology has already passed stages such as concept definition, proof of concept, and small-scale laboratory tests, but still requires validation in an environment closer to real conditions. The results indicate that the technology is in the so-called "Death Valley," a critical phase where many innovations fail to progress due to a lack of investment. However, innovation incentives, such as public and private funding, can enable its continuity and progress to higher TRL levels. It is concluded that the developed tool can be improved through further testing and refinements, ensuring greater accuracy in measuring technological maturity, in addition to its potential availability on a digital platform, facilitating access for researchers and institutions interested in evaluating technological innovations.

Keywords: Technology Transfer; Innovation; Technological Maturity; TRL; Intellectual Property.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pedidos e Concessões de Propriedade Intelectual em abril de 2024.....	12
Figura 2 - Tipos de entidades beneficiadas pelo Marco Legal.....	16
Figura 3 - Fórmula para calcular participação jurídica.....	18
Figura 4 - Modalidades de direitos de propriedade intelectual.....	21
Figura 5 - Escala TRL/MRL	24
Figura 6 - Etapas da metodologia Methodi Ordinatio.....	31
Figura 7 - Criação do instrumento de inferência.....	33
Figura 8 - Menu Inicial formulário.....	37
Figura 9 - Aba TRL formulário.....	38
Figura 10 - Triagem da tecnologia.....	39
Figura 11 - Perguntas do formulário TRL.....	40
Figura 12 - Perguntas do formulário TRL 2.0.....	41
Figura 13 - Perguntas do formulário TRL 3.0.....	41
Figura 14 - Resultado do formulário TRL.....	42
Figura 15 - Relatório do formulário TRL.....	43
Figura 16 - Feedback por nível TRL.....	44
Figura 17 - Requisitos por nível TRL.....	44
Figura 18 - Cenário teste com todas as respostas "SIM".....	45
Figura 19 - Cenário teste com todas as respostas "NÃO".....	46
Figura 20 - Cenário teste com todas as respostas aleatórias.....	46
Figura 21 - Cenário teste com todas as respostas aleatórias 2.....	47
Figura 22 - Cenário teste com todas as respostas aleatórias 3.....	47
Figura 23 – Estudo de caso: descrição da tecnologia.....	48
Figura 24 - Estudo de caso: resultado da avaliação.....	54
Figura 25 - Estudo de Caso: dados da tecnologia.....	54
Figura 26 - Estudo de caso: resultado TRL.....	54
Figura 27 - Estudo de caso: relatório da avaliação.....	55
Figura 28 - Correlação TRL/PD&I.....	57
Figura 29 - Financiadores de tecnologias.....	58
Figura 30 - Vale da Morte.....	59
Figura 31 - Resultado da filtragem JabRef (Anexo A).....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudo de caso TRL 1.....	49
Tabela 2 - Estudo de caso TRL 2.....	49
Tabela 3 - Estudo de caso TRL 3.....	50
Tabela 4 - Estudo de caso TRL 4.....	50
Tabela 5 - Estudo de caso TRL 5.....	51
Tabela 6 - Estudo de caso TRL 6.....	51
Tabela 7 - Estudo de caso TRL 7.....	52
Tabela 8 - Estudo de caso TRL 8.....	52
Tabela 9 - Estudo de caso TRL 9.....	53
Tabela 10 - Pesquisa preliminar exploratória (Anexo A).	66
Tabela 11 - Pesquisa final (Anexo A).	67
Tabela 12 - Resultado da filtragem (Anexo A).....	68
Tabela 13 - Filtragem por título (Anexo A).....	69
Tabela 14 - Fator de Impacto, Citações e Ano de Publicação (Anexo A).....	70
Tabela 15 - Ranking dos artigos (Anexo A).....	71

LISTA DE SIGLAS

ABGI	Associação Brasileira de Gestão da Inovação
CGEN	Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
ICT	Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação
IFTO	Instituto Federal do Tocantins
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MEC	Ministério da Educação
MRL	Manufacturing Readiness Level (Nível de Prontidão de
Manufatura)	
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PI	Propriedade Intelectual
PPJ	Participação da Pessoa Jurídica
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SAT	Serviço de Assistência Técnica e Científica
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SNPC	Serviço Nacional de Proteção de Cultivares
TOR	Teoria das Opções Reais
TRL	Technology Readiness Level (Nível de Maturidade Tecnológica)
UM	Licença de Uso de Marca
USP	Universidade de São Paulo
VBFU	Valor do Benefício Fiscal Utilizado
VDPJ	Valor Despendido pela Pessoa Jurídica
VTP	Valor Total do Projeto
WIPO	World Intellectual Property Organization

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1	O PROBLEMA	12
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo Geral ou Primário	13
1.2.2	Objetivos Específicos ou Secundários	13
1.3	JUSTIFICATIVA	14
2.	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	LEIS E NORMAS	15
2.1.1	Lei da Inovação (LEI Nº 10.973, DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004)	15
2.1.2	Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Emenda Constitucional nº 85/2015, Lei nº 13.243/2016 e Decreto 9.283/2018)	16
2.1.3	Lei do Bem (LEI Nº 11.196, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2005)	17
2.1.4	Regulamento da Política de Inovação do IFTO.	19
2.1.5	Manual de Oslo.	20
2.2	PROPRIEDADE INTELECTUAL	20
2.2.1	Propriedade industrial	21
2.2.2	Direito autoral	21
2.2.3	Sui Generis	22
2.3	MATURIDADE TECNOLÓGICA	23
2.3.1	Escalas TRL (Technology Readiness Levels) e MRL (Manufacturing Readiness Levels)	23
2.4	VALORAÇÃO DE TECNOLOGIA	24
2.4.1	Tipos de Abordagem no Processo de Valoração	25
2.5	TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA	26
2.6	TIPOS DE PARCERIA	27
2.7	TRABALHOS RELACIONADOS	28
3.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
3.1	ESTUDO DO ESTADO DA ARTE E INSTRUMENTOS PARA A MENSURAÇÃO DE MATURIDADE TECNOLÓGICA	30
3.2	FORMULÁRIO PARA A MENSURAÇÃO DE MATURIDADE TECNOLÓGICA	32
3.2.1	Criação Do Instrumento De Inferência	33
3.2.1.1	<i>Etapa 1: definição da escala TRL</i>	34
3.2.1.2	<i>Etapa 2: elaboração dos itens da escala</i>	34
3.2.1.3	<i>Etapa 3: purificação da escala</i>	35
3.2.1.4	<i>Etapa 4: validação da escala</i>	35
3.2.2	Funcionamento do formulário	36
3.2.2.1	<i>Menu inicial</i>	36
3.2.2.2	<i>Botão TRL</i>	37
3.2.2.3	<i>Demonstração da triagem</i>	38
3.2.2.4	<i>Demonstração do questionário TRL</i>	39
3.2.2.5	<i>Demonstração do resultado</i>	42
3.2.2.6	<i>Demonstração do relatório</i>	43
3.2.3	Teste de uso	45
4.	ESTUDO DE CASO	48

4.1	DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA.....	48
4.2	FORMULÁRIO PARA CÁLCULO	49
4.3	RESULTADO DA AVALIAÇÃO	53
4.4	RELATÓRIO DA AVALIAÇÃO.....	55
4.5	ANÁLISE DO RESULTADO	56
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
5.1	PROPOSTAS DE MELHORIAS	61
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	61
	REFERÊNCIAS	62
	ANEXO A	66

1. INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica desempenha um papel central no desenvolvimento econômico e social, sendo um fator determinante para a competitividade e sustentabilidade das organizações. Em um mundo cada vez mais conectado e globalizado, a capacidade de criar, proteger e comercializar tecnologias tornou-se essencial. Nesse contexto, a tecnologia é vista como um ativo intangível de alto valor, que pode ser negociado no mercado e oferece vantagens estratégicas. Esse ativo abrange elementos como patentes, *know-how*, segredos industriais, programas de computador, manuais operacionais, produtos, processos e serviços inovadores. Quando protegidos por leis específicas e reconhecidos em termos de autoria, esses elementos compõem o que é conhecido como Propriedade Intelectual (PI), um conceito que sustenta a importância da inovação no cenário global (Oliveira, J. L. C. 2020).

A transferência de tecnologia (TT) pode ser compreendida como um processo no qual conhecimentos, habilidades e procedimentos são compartilhados entre organizações, de forma a ampliar a capacidade de inovação da entidade receptora. Esse processo pode ocorrer por meio de transações econômicas ou não, sempre com o objetivo de solucionar problemas da produção e fomentar a inovação (IFTO, 2019).

Com a introdução do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, por meio da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015, da Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, e do Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018, foi estabelecida a criação de um ambiente mais cooperativo entre as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) e as empresas privadas. Esse ambiente cooperativo possibilita a transferência de tecnologia entre os detentores dos direitos autorais e aqueles interessados em obtê-las.

As empresas, segundo Etzkowitz e Zhou (2017), recorrem a parcerias com universidades e centros de pesquisas, já que esses são capazes de fornecer tecnologias, o que minimiza os riscos de desenvolvimento próprios de tecnologias, além de gerar diminuição de custos nas empresas.

É neste cenário que atuam os Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT). São os NIT os responsáveis pelas TT e, por consequência, a valoração delas. Essas entidades são naturalmente interdisciplinares, pois tratam de gestão e proteção de

tecnologias, valoração, transferência, contato com empresas e governos, além de incentivarem a cultura de empreendedorismo e inovação nas universidades (Oliveira, 2020).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso aplicado a um ativo de propriedade intelectual, com foco na análise do seu nível de maturidade tecnológica (TRL - *Technology Readiness Level*), para fins de transferência de tecnologia.

1.1 O PROBLEMA

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é o órgão responsável pelos registros e proteção dos ativos de propriedade. Além disso, é também responsável pelos contratos de transferência de tecnologia, realizados por meio de licenciamentos ou cessões de direitos.

De acordo com os boletins mensais fornecidos pelo INPI, observa-se uma diferença significativa entre o número de pedidos de patentes e o número de concessões, conforme ilustrado na Figura 1 (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2024).

Figura 1 - Pedidos e Concessões de Propriedade Intelectual em abril de 2024.

Período	Patentes	Marcas	Desenhos Industriais	Programas de Computador	Contratos	Indicações Geográficas	Topografias de Circuitos Integrados
Pedidos							
Fevereiro-Abril/2024	6.554	105.861	1.680	1.099	188	10	2
Acumulado no ano	8.641	134.430	2.122	1.400	260	12	3
Acumulado 12 meses	28.224	416.782	7.003	4.428	974	33	3
Concessões							
Fevereiro-Abril/2024	2.827	39.970	832	1.095	202	3	2
Acumulado no ano	3.972	60.285	943	1.448	300	4	3
Acumulado 12 meses	16.108	200.445	3.632	5.982	944	12	3

Fonte: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (2024).

Mediante os dados fornecidos, percebe-se que há um fator impeditivo no cenário nacional que contribui para a discrepância entre o número de pedidos e concessões de propriedade intelectual. Nesse contexto, este trabalho propõe, realizar um estudo de caso aplicado a uma tecnologia específica, com foco na análise do seu

nível de maturidade tecnológica (TRL - *Technology Readiness Level*), a fim de identificar possíveis estratégias que favoreçam a transferência do ativo de propriedade intelectual.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral ou Primário

Este trabalho tem por objetivo realizar análise do nível de maturidade tecnológica (TRL - *Technology Readiness Level*), de um ativo de propriedade intelectual a fim de identificar possíveis estratégias que favoreçam a transferência de tecnologia.

1.2.2 Objetivos Específicos ou Secundários

- Identificar o estado da arte acerca da transferência de ativos de propriedade intelectual.
- Identificar os principais instrumentos para a mensuração da maturidade tecnológica de produtos, em conformidade com o TRL.
- Realizar estudo de caso para identificar a avaliação do nível de maturidade tecnológica (TRL) de determinada tecnologia, por meio da aplicação do instrumento elaborado pelos autores.

1.3 JUSTIFICATIVA

A transferência de ativos de propriedade intelectual é essencial para impulsionar a inovação e o desenvolvimento econômico, mas enfrenta obstáculos no Brasil, como a falta de diretrizes claras e mecanismos adequados para a comercialização de tecnologias (MCTI, 2019).

Este trabalho justifica-se por compreender o estado da arte e os fundamentos teóricos da transferência de ativos de propriedade intelectual, identificando boas práticas e desafios. A análise do nível de maturidade tecnológica (TRL) de uma tecnologia específica orienta estratégias para sua aplicação prática, acelerando sua inserção no mercado e gerando impactos sociais e econômicos positivos.

A Portaria MCTI nº 6.449, de 17 de outubro de 2022, estabelece diretrizes para a avaliação de maturidade tecnológica, reforçando a importância de ferramentas como calculadoras de TRL para padronizar e facilitar esse processo. A utilização de tais instrumentos permite uma avaliação mais precisa e objetiva, alinhada às políticas públicas vigentes, promovendo maior eficiência na transferência de tecnologia e na inovação no país.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 LEIS E NORMAS

2.1.1 Lei da Inovação (LEI Nº 10.973, DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004)

A Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004), atualizada posteriormente pela Lei nº 13.243/2016, estabelece diretrizes fundamentais para promover a transferência de tecnologia no Brasil. Ela incentiva o desenvolvimento científico e tecnológico ao fomentar parcerias entre Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs), empresas privadas e o setor público. Além disso, facilita a negociação de direitos de propriedade intelectual, autorizando as ICTs a celebrar contratos de licenciamento e transferência de tecnologia, conforme o interesse público e as diretrizes institucionais. A Lei também prevê mecanismos para simplificar os processos administrativos e gerenciar a propriedade intelectual, fortalecendo a inovação no ambiente produtivo (Brasil, 2016).

Com o objetivo principal de criar ambientes cooperativos e favoráveis à inovação, a Lei de Inovação regulamenta as parcerias entre o setor público e privado, conectando instituições de ensino e empresas. Para incentivar a inovação e formação de parcerias, a legislação prevê a criação, implantação e consolidação de incubadoras de empresas, parques tecnológicos, polos tecnológicos e outros ambientes promotores da inovação.

Além disso, os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios são autorizados a conceder recursos para a execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação às ICTs, empresas ou diretamente aos pesquisadores. Esses incentivos buscam potencializar a geração de novas tecnologias e a sua inserção no mercado.

Principais pontos da Lei de Inovação:

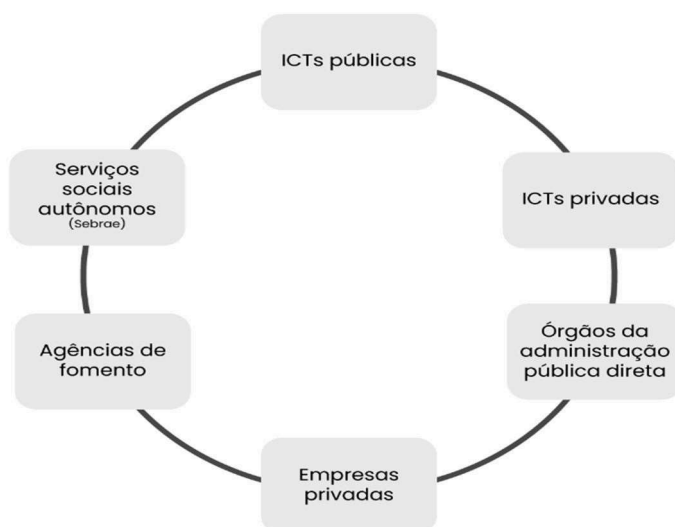
- Permite a utilização de laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e instalações das ICTs por empresas.
- Facilita o licenciamento de patentes e a transferência de tecnologias desenvolvidas pelas ICTs.
- Promove a participação dos pesquisadores das ICTs nas receitas advindas de licenciamento de tecnologias para o mercado.
- Determina a criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs).
- Incentiva a inovação por meio de recursos financeiros e fiscais.

2.1.2 Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Emenda Constitucional nº 85/2015, Lei nº 13.243/2016 e Decreto 9.283/2018)

O Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, instituído pela Emenda Constitucional nº 85/2015, pela Lei nº 13.243/2016 e pelo Decreto 9.283/2018, veio para proporcionar um ambiente mais propício à pesquisa, desenvolvimento e inovações nas universidades, nas empresas e nos institutos públicos, através da alteração de nove leis, incluindo a Lei de Inovação (Brasil, 2018).

A Figura 2 mostra os tipos de entidades beneficiadas pelo Marco Legal.

Figura 2 - Tipos de entidades beneficiadas pelo Marco Legal.



Fonte: Adaptado de SEBRAE (2022).

A criação do marco foi a solução às necessidades de um ambiente mais favorável para a inovação, com menos burocracia, aumentando a interação entre empresas, governo e o setor acadêmico.

As seguintes mudanças foram implementadas:

- **Flexibilidade nas Parcerias:** Leis e decretos permitem que universidades e instituições de pesquisa colaborem mais com o setor produtivo.
- **Uso Compartilhado de Infraestrutura:** Isso permite que as empresas privadas usem equipamentos, laboratórios e outras infraestruturas públicas para otimizar os recursos.
- **Transferência de Tecnologia:** Facilita a comercialização de inovações e facilita a transferência de tecnologia entre empresas, centros de pesquisa e universidades.
- **Incentivos Fiscais:** Incentivos fiscais adicionais para empresas que investem em P&D, como deduções e isenções tributárias.
- **Mobilidade de Pesquisadores:** Permite que pesquisadores se mudem entre os setores público e privado, permitindo-lhes trabalhar em projetos inovadores em vários contextos.
- **Captação de Recursos:** Introduz mecanismos para captação de recursos financeiros, tanto públicos quanto privados, para financiar projetos de inovação.

2.1.3 Lei do Bem (LEI Nº 11.196, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2005)

A Lei do Bem trouxe à tona os incentivos fiscais previstos na Lei de Inovação, oferecendo às empresas a possibilidade de utilizar benefícios fiscais sem restrições regionais e abrangendo todos os setores da economia (Brasil, 2005).

A principal finalidade da Lei do Bem é estimular a inovação tecnológica nas empresas brasileiras através de incentivos fiscais, visando aumentar a competitividade do setor produtivo nacional. A lei oferece benefícios fiscais para empresas que investem em PD&I, ajudando a reduzir o custo desses investimentos.

Alguns desses benefícios fiscais:

- Prevê a redução de 50% (cinquenta por cento) do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI incidente sobre equipamentos, máquinas, aparelhos e instrumentos, bem como os acessórios sobressalentes e ferramentas que acompanhem esses bens, destinados à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico;
- Prevê a redução a 0 (zero) da alíquota do imposto de renda retido na fonte nas remessas efetuadas para o exterior destinadas ao registro e manutenção de marcas, patentes e cultivares;
- Prevê a dedução do valor correspondente à soma dos dispêndios com pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica, classificáveis como despesas operacionais pela legislação do Imposto sobre a Renda da Pessoa Jurídica (IRPJ), realizados no período, para fins de apuração do Lucro Líquido e para efeito de apuração da base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL).

Outro ponto importante é que a Lei do Bem já traz consigo um cálculo da participação da pessoa jurídica na titularidade dos direitos sobre a criação e a propriedade industrial e intelectual gerada por um projeto em parceria com uma ICT.

A Figura 3 ilustra esse cálculo e os detalhes envolvidos.

Figura 3 - Fórmula para calcular participação jurídica.

$$\text{Participação da Pessoa Jurídica} = \frac{\text{Valor Despendido pela Pessoa Jurídica} - \text{Valor do Benefício Fiscal Utilizado}}{\text{Valor Total do Projeto}}$$

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

Onde:

- **Valor Despendido pela Pessoa Jurídica (VDPJ):** Total de recursos financeiros investidos pela empresa no projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I).
- **Valor do Benefício Fiscal Utilizado (VBFU):** Total de incentivos fiscais usufruídos pela empresa, conforme previsto na legislação (Lei do Bem).

- **Valor Total do Projeto (VTP):** Soma total dos investimentos necessários para a execução completa do projeto de PD&I.
- **Participação da Pessoa Jurídica (PPJ):** Percentual de participação da empresa no projeto, após descontados os benefícios fiscais.
- **Participação da ICT (PICT):** Percentual de participação da Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação no projeto, que é a parte remanescente após a participação da empresa ser calculada.

2.1.4 Regulamento da Política de Inovação do IFTO.

O Regulamento da Política de Inovação do IFTO, aprovado pela Resolução nº 67/2019, estabelece diretrizes detalhadas para a transferência de tecnologia, com o objetivo de fomentar a inovação e promover a interação entre o Instituto e o setor produtivo. De acordo com o regulamento, a transferência de tecnologia é definida como um processo pelo qual conhecimentos, habilidades e procedimentos são transferidos, por meio de transações econômicas ou não, de uma organização para outra, ampliando a capacidade de inovação do receptor (IFTO, 2019).

Esse regulamento implementa a Política de Inovação no IFTO, fundamentada na Lei de Inovação. Ele propõe a promoção e o incentivo de medidas, planos e programas de desenvolvimento tecnológico, além de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), por meio da incorporação de inovações tecnológicas criadas, desenvolvidas ou adaptadas no Instituto. Assim, busca-se consolidar práticas que elevem a eficiência tecnológica e promovam a competitividade no cenário produtivo (IFTO, 2019).

O documento também prevê diferentes modalidades de transferência de propriedade industrial, como licenças e cessões de marcas, patentes e desenhos industriais. Além disso, enfatiza a necessidade de formalização de contratos para assegurar o uso adequado dos ativos tecnológicos, beneficiando tanto o IFTO quanto às partes envolvidas.

O Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) desempenha papel essencial nesse contexto, sendo responsável pela gestão e supervisão de todas as atividades

relacionadas à propriedade intelectual e transferência de tecnologia, garantindo a conformidade legal e eficiência nos processos (IFTO, 2019).

Por fim, o regulamento aborda aspectos fundamentais, como:

- Competências do Núcleo de Inovação – NIT,
- Bens Passíveis de Proteção,
- Gestão das atividades de propriedade intelectual e inovação, e
- Transferência de Tecnologia (TT).

2.1.5 Manual de Oslo.

Criado em 1995, pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Manual de Oslo tem como finalidade guiar e uniformizar os conceitos, metodologias, construção de estatísticas e indicadores de pesquisa e desenvolvimento (P&D), trata-se da principal referência sobre o conceito de inovação. (OCDE, 2004).

Segundo o Manual de Oslo, inovação é a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado, no que se refere às suas características ou usos previstos, ou ainda, à implementação de métodos ou processos de produção, distribuição, marketing ou organizacionais novos ou significativamente melhorados. Sendo assim, de acordo com o Manual, a inovação pode ser classificada em inovação de produto, de processo, de marketing e organizacional.

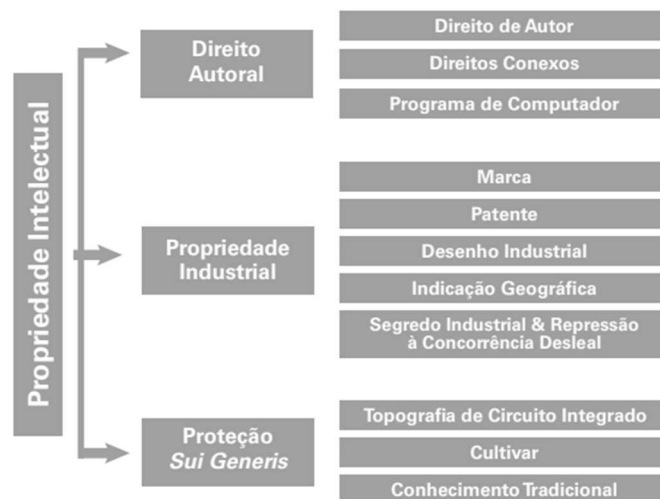
2.2 PROPRIEDADE INTELECTUAL

Propriedade Intelectual é um conceito relacionado com proteção legal e reconhecimento de autoria de obra de produção intelectual. A Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI) ou *World Intellectual Property Organization* (WIPO), divide o conceito de propriedade intelectual em duas categorias, Propriedade Industrial e Direitos autorais.

Além disso, existe uma proteção *sui generis*, que abrange o registro de cultivares, topografias de circuitos integrados, acesso ao patrimônio genético e conhecimentos tradicionais.

A Figura 4 demonstra os tipos de propriedade intelectual envolvidos nessa proteção.

Figura 4 - Modalidades de direitos de propriedade intelectual.



Fonte: Adaptado de Jungmann (2010).

2.2.1 Propriedade industrial

A Propriedade Industrial foca em atividades empresariais e inclui as patentes, marcas, desenhos e indicações geográficas.

Para assegurar a proteção da propriedade intelectual, é necessário dirigir-se ao órgão competente. No caso da propriedade industrial, o órgão responsável é o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O INPI é encarregado do registro e concessão de marcas, patentes, desenhos industriais, transferência de tecnologia, indicações geográficas, programas de computador e topografias de circuitos integrados.

2.2.2 Direito autoral

Já o Direito Autoral está relacionado à autoria de obras literárias, artísticas e intelectuais, garantindo proteção aos criadores quanto à utilização de suas produções. No Brasil, a solicitação de proteção de direitos autorais deve ser feita junto à Biblioteca Nacional, que é o órgão responsável pelo registro de obras intelectuais, conforme disposto na Lei nº 9.610/1998. Essa proteção é fundamental para assegurar os direitos morais e patrimoniais dos autores (Brasil, 1998).

2.2.3 Sui Generis

A proteção *Sui Generis* refere-se a um sistema específico e distinto de proteção da propriedade intelectual. Foi elaborada para oferecer uma abordagem específica, adaptada às particularidades do que está sendo protegido (CDTN, 2023).

Esse sistema foi criado para atender às necessidades únicas de certos tipos de criações ou invenções que não se enquadram nas categorias convencionais de propriedade intelectual e abrange o registro de cultivares, topografias de circuitos integrados, acesso ao patrimônio genético e conhecimentos tradicionais. Cada tipo de proteção é regulamentado por leis específicas e gerido por órgãos competentes:

Registro de Cultivares: Regulamentado pela Lei nº 9.456/1997, é de responsabilidade do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Topografias de Circuitos Integrados: Regulamentado pela Lei nº 11.484/2007, o registro deve ser solicitado junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Acesso ao Patrimônio Genético e Conhecimentos Tradicionais: Regulamentado pela Lei nº 13.123/2015, é supervisionado pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA).

Esses mecanismos de proteção visam assegurar os direitos de autoria, uso e exploração econômica, alinhados às legislações vigentes e tratados internacionais (Brasil, 1997; Brasil, 2007; Brasil, 2015).

2.3 MATURIDADE TECNOLÓGICA

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a escala TRL/MRL (*Technology Readiness Levels/Manufacturing Readiness Levels*) é uma ferramenta essencial para avaliar o desenvolvimento de tecnologias e processos. A escala TRL refere-se ao grau de maturidade de produtos, enquanto a MRL trata do nível de prontidão de processos de produção. Juntas, essas escalas auxiliam na determinação da prontidão tecnológica e manufatureira de ativos tangíveis e intangíveis (EMBRAPA, 2024).

2.3.1 Escalas TRL (*Technology Readiness Levels*) e MRL (*Manufacturing Readiness Levels*)

A escala *Technology Readiness Levels* (TRL) foi introduzida pela NASA na década de 1970 como uma métrica programática para avaliar a maturidade de tecnologias de maneira independente de disciplinas. Essa escala permite classificar tecnologias em nove níveis, desde os princípios básicos observados (TRL 1) até sistemas comprovados em operações reais (TRL 9).

Ela tem sido amplamente adotada por diversas organizações, como o Departamento de Defesa dos Estados Unidos, devido à sua eficácia em comunicar o status de maturidade tecnológica e reduzir incertezas relacionadas a desempenho, cronograma e orçamento em projetos de desenvolvimento tecnológico (MANKINS, 2009).

Desenvolvida posteriormente a TRL, a MRL surgiu a partir da necessidade de avaliar a maturidade dos processos de fabricação da tecnologia. Enquanto a TRL foca na maturidade da tecnologia em si, a MRL foca na capacidade de fabricar essa tecnologia de maneira confiável e eficiente. Isso é crucial para garantir que as tecnologias prontas para uso possam ser produzidas em escala com qualidade e consistência, como ilustrado na Figura 5, que mostra as escalas TRL e MRL.

Figura 5 - Escala TRL/MRL

Nível	Definição síntese	TRL - Tecnologia	MRL - Processo
1	Ideação	Princípios básicos observados e reportados	Princípios básicos observados e reportados
2	Concepção	Concepção tecnológica e/ou aplicação formulada	Conceito de manufatura definido
3	Prova de conceito	Prova de conceitos das funções críticas de forma analítica ou experimental	Processo de manufatura demonstrado (fazer funcionar)
4	Otimização	Validação em ambiente de laboratório de componentes ou arranjos experimentais básicos de laboratório	Capacidade de produzir a tecnologia em ambiente laboratorial (fazer funcionar apropriadamente)
5	Prototipagem	Validação em ambiente relevante de componentes ou arranjos experimentais com configurações físicas finais	Capacidade de produzir protótipo do componente do produto em ambiente relevante de produção
6	Escalonamento	Modelo do sistema/subsistema protótipo de demonstrador em ambiente relevante	Capacidade de produzir o produto ou seus subconjuntos em ambiente relevante de produção. A tecnologia está em fase de testes sem alcançar a escala final
7	Demonstração em ambiente operacional	Protótipo do demonstrador do sistema em ambiente operacional	Capacidade de produzir o produto ou seus subconjuntos em ambiente representativo de produção. Pode incluir testes operacionais e testes de fabricação, mas é testado usando modelos/simuladores inativos compatíveis com o produto final
8	Produção	Sistema completo, testado, qualificado e demonstrado	Implementação da produção e minimização dos custos
9	Produção continuada	Sistema já foi operado em todas as condições, extensão e alcance	Uso do produto em todo seu alcance e quantidade. Produção estabelecida

Fonte: EMBRAPA (2018).

O uso das escalas TRL e MRL possibilita monitorar o desenvolvimento de ativos tecnológicos em todas as etapas de pesquisa, validação e desenvolvimento. Por adotar uma linguagem padronizada, a aplicação adequada dessas escalas promove uma compreensão clara e uniforme entre gestores, equipes internas e parceiros externos acerca da fase em que cada ativo se encontra no processo de desenvolvimento (EMBRAPA 2018).

2.4 VALORAÇÃO DE TECNOLOGIA

O processo de valoração de tecnologias é uma atividade essencial para avaliar o potencial de inovação e os benefícios econômicos de ativos intangíveis. Segundo Oliveira et al. (2021), a valoração envolve métodos que permitem estimar o valor de tecnologias em diferentes contextos de transferência, considerando aspectos como

custos, mercado e potencial de renda. Essa análise visa fornecer embasamento técnico e financeiro para decisões estratégicas em negociações de tecnologia.

De acordo com os autores, "o processo de valoração é uma ferramenta que reduz incertezas, proporcionando uma base sólida para negociações entre universidades e empresas" (Oliveira et al., 2021).

2.4.1 Tipos de Abordagem no Processo de Valoração

Existem diferentes abordagens para a valoração de tecnologias, cada uma com suas vantagens e limitações, sendo as mais comuns:

- **Abordagem pelo Custo:** Essa abordagem baseia-se nos custos necessários para desenvolver ou substituir uma tecnologia. Embora seja de aplicação simples, não considera o valor potencial de mercado da tecnologia.
- **Abordagem pelo Mercado:** Fundamenta-se na comparação de tecnologias semelhantes disponíveis no mercado. Essa abordagem é objetiva, mas limitada quando não existem referências de tecnologias comparáveis.
- **Abordagem pela Renda:** Estima o valor com base nos benefícios econômicos futuros da tecnologia, descontados por uma taxa de risco. É amplamente usada, mas requer alta precisão na estimativa de dados financeiros e taxas de desconto (Oliveira et al., 2021).
- **Teoria das Opções Reais (TOR):** Considera incertezas futuras e oferece flexibilidade na análise de ativos tecnológicos, sendo particularmente útil em contextos de alto risco. No entanto, a aplicação prática pode ser desafiadora devido à complexidade dos cálculos (Oliveira et al., 2021).

O trabalho de Oliveira et al. (2021) realiza um levantamento dos principais métodos aplicáveis a cada abordagem de valoração, destacando sua aplicabilidade em diferentes contextos. Esse levantamento é fundamental para identificar as ferramentas mais adequadas para cada situação, proporcionando maior precisão e confiabilidade na análise.

2.5 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

A transferência de tecnologia é o processo pelo qual conhecimentos técnicos, habilidades, métodos de fabricação são transferidos de uma organização ou setor para outra. Este processo pode ocorrer dentro de uma mesma empresa, entre diferentes empresas, ou entre instituições de pesquisa e desenvolvimento e a indústria. O objetivo principal da transferência de tecnologia é transformar descobertas científicas e inovações tecnológicas em produtos ou serviços comercializáveis, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social.

De acordo com o INPI (2020), existem duas modalidades principais de contratos que podem ser averbados ou registrados junto ao órgão. A primeira abrange licenças e cessões de direitos de propriedade industrial, incluindo patentes, marcas, desenhos industriais e topografias de circuitos integrados. A segunda envolve contratos não amparados por direitos de propriedade industrial, como os de fornecimento de tecnologia e prestação de serviços de assistência técnica e científica. Além disso, também são registrados contratos de franquia, que dizem respeito a modelos de negócios.

O INPI pontua cada uma das modalidades junto com suas particularidades, a seguir as modalidades existentes:

- Licença de Uso de Marca (UM);
- Cessão de Marca (CM);
- Licença para Exploração de Patentes (EP);
- Cessão de Patente (CP);
- Licença para Exploração de Desenho Industrial (EDI);
- Cessão de Desenho Industrial (CDI);
- Licença Compulsória de Patente;
- Licença de Topografia de Circuito Integrado (LTCI);
- Cessão de Topografia de Circuito Integrado (CTCI);
- Licença Compulsória de Topografia de Circuito Integrado;
- Fornecimento de Tecnologia (FT);
- Prestação de Serviços de Assistência Técnica e Científica (SAT);
- Franquia (FRA).

2.6 TIPOS DE PARCERIA

As parcerias podem ser estabelecidas entre sujeitos públicos ou privados, individuais ou coletivos, para a realização de intervenções finalizadas, sobretudo ao desenvolvimento econômico ou social de um determinado grupo ou território (Bagnato; Ortega; Marcolan, 2016,).

As parcerias entre Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs) e empresas privadas são fundamentais para o desenvolvimento de tecnologias e a promoção da inovação no Brasil. Essas colaborações são reguladas por marcos legais que buscam fomentar o ambiente de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), garantindo eficiência e segurança jurídica às partes envolvidas.

Tipos de Parcerias Focadas no Desenvolvimento Tecnológico:

- **Parcerias para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I):** Envolvem projetos conjuntos para o desenvolvimento de novos produtos, processos ou serviços. Segundo a Lei nº 10.973/2004, as ICTs podem compartilhar infraestrutura e conhecimento técnico com empresas privadas para criar soluções tecnológicas inovadoras (Brasil, 2004);
- **Contratos de Transferência de Tecnologia:** Estes contratos viabilizam a transferência de tecnologias desenvolvidas nas ICTs para o setor privado, promovendo sua aplicação no mercado. Conforme a Lei nº 13.243/2016, as ICTs podem licenciar ou ceder direitos de propriedade intelectual às empresas para incentivar a inovação (Brasil, 2016);
- **Incubação e Parques Tecnológicos:** Essas parcerias permitem que empresas privadas utilizem os espaços e a expertise das ICTs para o desenvolvimento e a prototipagem de tecnologias. Os parques tecnológicos, previstos na legislação, são ambientes propícios à inovação e à conexão entre o setor acadêmico e o industrial (Manual de Oslo, 2004);
- **Acordos de Cooperação para Desenvolvimento Tecnológico:** São estabelecidos para o desenvolvimento de tecnologias específicas que atendam às demandas do setor produtivo. Esses acordos facilitam a

aplicação prática do conhecimento gerado pelas ICTs e permitem a criação de soluções inovadoras com impacto direto no mercado.

Os contratos entre ICTs e empresas privadas são ferramentas essenciais para formalizar as parcerias e assegurar direitos e deveres das partes. A política de Inovação do IFTO cita as formas de contratos passíveis para formalizar as parcerias, são elas:

- Contratos de Cessão;
- Licenciamento de Direitos;
- Fornecimento de Tecnologia;
- Assistência Técnica;
- Franquias.

2.7 TRABALHOS RELACIONADOS

Na pesquisa foram encontrados alguns trabalhos relacionados, os quais também serviram de embasamento para pesquisa. Os trabalhos encontrados já demonstram uma necessidade e um interesse sobre a temática, são eles:

- Avaliação e valoração de ativos tecnológicos em instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICTs): O caso das tecnologias em estágio inicial (EMBRAPA);
- Guia para Atividades de Valoração de Tecnologias (IFTO - Minas Gerais);
- Transferência de Tecnologia: Licenciamento, Transferência ou Cessão de Direitos (Universidade Federal de Pelotas - UFPel);
- Guia prático de inovação: propriedade intelectual, transferência de tecnologia e empreendedorismo (UNESP);
- Guia Prático II: Transferência de Tecnologia, Parcerias entre Universidade e Empresa (USP);
- Cartilhas de instruções da União;
- Guia para preenchimento do TRL e MRL - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações;
- Calculadoras TRL e MRL - Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE);

- Apresentação sobre valoração de ativos tecnológicos – Thiago Chuba (INPI);
- Calcule a Maturidade da Tecnologia - Vitrine Tecnológica do MEC.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ESTUDO DO ESTADO DA ARTE E INSTRUMENTOS PARA A MENSURAÇÃO DE MATURIDADE TECNOLÓGICA

O presente trabalho é uma investigação descritiva qualitativa que adota a abordagem de uma pesquisa baseada em assuntos teóricos, ou seja, utiliza livros, artigos e trabalhos acadêmicos que abordam o assunto de interesse.

Para início do trabalho, procurou-se construir uma base teórica relacionada às diretrizes do processo de transferência de tecnologia, realizando fichamentos de literatura especializada e estudos acadêmicos recentes e conduzindo uma análise documental, na qual se examinaram as normas presentes na legislação em vigor.

Para a análise da escala TRL, o método técnico empregado consistiu em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), através da *Methodi Ordinatio*. A metodologia *Methodi Ordinatio* é uma ferramenta multicritério voltada para a avaliação de artigos científicos, permitindo identificar os trabalhos mais relevantes em relação a um tema específico. Por meio da equação *InOrdinatio*, são considerados elementos como o número de citações, o fator de impacto da publicação e o ano de publicação. Essa abordagem possibilita a criação de um ranking que destaca os artigos mais significativos, sendo especialmente útil na elaboração de revisões sistemáticas de literatura (Pagani, Kovaleski e Resende, 2015).

A pesquisa foi conduzida a partir de bases de dados como Science Direct, Scopus e Web of Science. Ela é composta por nove etapas, conforme ilustrado na Figura 6, que apresenta a metodologia *Methodi Ordinatio*, detalhada na sequência.

Figura 6 - Etapas da metodologia Methodi Ordinatio.



FONTE: Adaptado de Aparecida et al. (2015).

As etapas do método são:

- Etapa 1: Definição do problema de pesquisa e objetivo de estudo;
- Etapa 2: Realização de uma pesquisa preliminar exploratória utilizando as palavras-chaves;
- Etapa 3: Definição e combinação de palavras-chave e bases de dados;
- Etapa 4: Pesquisa final nas bases com adaptação das *strings*;

- Etapa 5: Procedimento de filtragem (duplicidade, repetição, divergência com o tema);
- Etapa 6: Identificação do fator de impacto, citações e ano de publicação;
- Etapa 7: Classificação usando Equação InOrdinati a partir das informações de ano de publicação, número de citações e o fator de impacto;
- Etapa 8: Salvar e catalogar os trabalhos selecionados;
- Etapa 9: Leitura e análise sistemática dos artigos selecionados.

O processo detalhado e os resultados obtidos com a aplicação da Methodi Ordinatio estão disponíveis no “Anexo A” deste trabalho.

3.2 FORMULÁRIO PARA A MENSURAÇÃO DE MATURIDADE TECNOLÓGICA

Durante a preparação para a realização do estudo de caso, observou-se que diversos instrumentos disponíveis para o levantamento do nível de maturidade tecnológica — como os fornecidos pela Secretaria de Educação Superior (Sesu), disponível em: <https://vitrinetecnologica.mec.gov.br/37-uncategorised/176-calculadora-maturidade-da-tecnologia>, pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), disponível em: <https://formularios.mctic.gov.br/index.php/117963>, e pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), disponível em: <https://iae.dcta.mil.br/index.php/calculadoras-trl-e-mrl> — apresentavam limitações ou inconsistências que poderiam impactar a pesquisa. Diante disso, com base nos estudos já realizados, foi optado pela elaboração de um instrumento próprio.

Assim, para calcular a escala TRL durante o estudo de caso apresentado neste trabalho, foi elaborado um formulário que teve como referência o protocolo de elaboração de escalas de mensuração de atitude proposto por Lucian e Dornelas (2015). Esse protocolo inclui etapas essenciais, como a definição precisa do construto, a escolha do tipo de escala, a elaboração criteriosa dos itens, a purificação da escala e a validação preditiva.

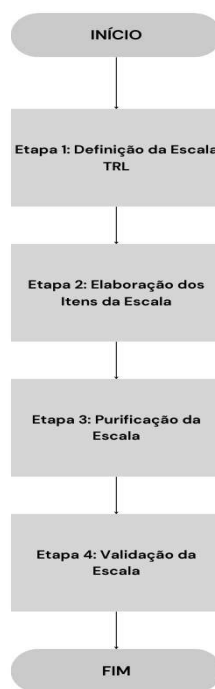
No desenvolvimento do formulário, a escala TRL foi estruturada em nove níveis sequenciais, com 10 perguntas dicotômicas ("sim" ou "não") para cada nível,

permitindo uma avaliação clara e objetiva da maturidade tecnológica. Além disso, foram coletados e adaptados itens validados por instituições como o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), garantindo alinhamento com práticas reconhecidas.

A purificação do instrumento envolveu revisões para assegurar clareza e pertinência dos itens, com validação inicial para garantir a confiabilidade e eficácia da escala desenvolvida.

O passo a passo detalhado da criação do instrumento de inferência é apresentado a seguir na Figura 7.

Figura 7 - Criação do instrumento de inferência.



Fonte: Elaboração própria (2025).

3.2.1 Criação do Instrumento De Inferência

A criação do instrumento de inferência, foi organizada em 4 etapas, são elas:

- Etapa 1: Definição da Escala TRL,
- Etapa 2: Elaboração dos Itens da Escala,
- Etapa 3: Purificação da Escala, e

- Etapa 4: Validação da Escala.5

3.2.1.1 *Etapa 1: definição da escala TRL*

A escala TRL (*Technology Readiness Levels*) é composta por 9 níveis sequenciais, nos quais o nível de maturidade tecnológica aumenta progressivamente de 1 a 9. Para determinar se a tecnologia atende aos requisitos de cada nível, definiu-se que cada etapa seria composta por 10 perguntas relacionadas às exigências específicas de cada nível.

Cada pergunta oferece duas opções de resposta: “sim” ou “não”. Ao final de cada nível, calcula-se a porcentagem de respostas “sim”, e com base nesse percentual, verifica-se se a tecnologia atingiu ou não o limite mínimo pré-definido para pontuar e avançar para o próximo nível.

A utilização de perguntas dicotômicas, como “sim” ou “não”, proporciona clareza e objetividade ao instrumento, alinhando-se às melhores práticas de construção de escalas. Segundo Lucian e Dornelas (2015), em seu artigo "Mensuração de Atitude: Proposição de um Protocolo de Elaboração de Escalas", o uso de escalas dicotômicas reduz ambiguidades nas respostas e facilita tanto a coleta quanto a análise dos dados. Essa abordagem garante maior precisão na avaliação dos níveis de maturidade tecnológica.

3.2.1.2 *Etapa 2: elaboração dos itens da escala*

Durante a pesquisa sobre a escala TRL, verificou-se a existência de calculadoras e metodologias já desenvolvidas. Contudo, identificou-se limitações em algumas ferramentas, como falta de funcionalidade e ausência de resultados acessíveis. Por exemplo, a calculadora oficial do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) não disponibiliza o resultado após a conclusão do processo.

Diante disso, foi realizada uma coleta de perguntas já utilizadas em formulários desenvolvidos por instituições reconhecidas, como a Secretaria de Educação Superior (Sesu), o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE). Essas perguntas foram incorporadas ao formulário considerando-se que, por já estarem em uso, presumivelmente passaram por validação e se mostraram pertinentes e eficazes para compor a escala.

3.2.1.3 *Etapa 3: purificação da escala*

Após a definição de uma versão preliminar da escala, torna-se necessário realizar a **validação de face**. Esse tipo de validação consiste em verificar se os itens da escala parecem claros e adequados para mensuração, conforme a percepção de especialistas (Fink, 1995).

Com base nessa etapa, e em conjunto com os orientadores, concluiu-se que algumas perguntas precisariam ser reformuladas para permitir a aplicação da escala dicotômica, considerando que nem todas estavam estruturadas no formato necessário. Para isso, utilizou-se inteligência artificial como suporte para caracterizar as perguntas pertinentes a cada nível da escala TRL, uma vez que algumas calculadoras existentes não apresentavam essa distinção de forma clara.

Posteriormente, foram reformuladas as perguntas, garantindo que fossem diretas e pudessem ser respondidas com “sim” ou “não”. Essa reformulação assegura a objetividade das respostas e facilita o cálculo do nível TRL.

Por fim, com o portfólio de perguntas já revisadas e organizadas por nível da escala TRL, procedeu-se à seleção das 10 perguntas mais pertinentes para cada nível. Essa seleção foi realizada com o objetivo de garantir a eficácia do instrumento e possibilitar um cálculo preciso do nível de maturidade tecnológica.

3.2.1.4 *Etapa 4: validação da escala*

A proposta deste trabalho foi realizar um estudo de caso utilizando a escala desenvolvida, com uma única aplicação prática. No entanto, para garantir uma validação mais robusta e precisa, seria necessário conduzir mais testes em diferentes tecnologias, ampliando o espectro de análise e permitindo a identificação de possíveis ajustes. Além disso, seria recomendável explorar a possibilidade de testar a escala com diferentes perguntas, ajustando os itens de acordo com as sugestões de especialistas, como indicado por Fink (1995), que enfatiza a importância de validações iterativas para garantir clareza e adequação dos itens.

Outro passo essencial seria comparar os resultados obtidos com outras escalas reconhecidas, promovendo uma validação convergente e divergente, como sugerido por Campbell e Fiske (1959) na aplicação da Matriz Multitraço-Multimétodo (MTMM). Essa abordagem permitiria verificar se a escala TRL desenvolvida mede consistentemente o nível de maturidade tecnológica e se seus resultados são coerentes com instrumentos similares.

Essa estratégia não só consolidaria a confiabilidade da escala, mas também fortaleceria sua aplicabilidade em diferentes contextos tecnológicos, assegurando sua utilidade como uma ferramenta preditiva e comparativa.

3.2.2 Funcionamento do formulário

Após diversas revisões, foi desenvolvida a versão final do formulário, que será apresentada a seguir:

3.2.2.1 *Menu inicial*

A aba do Menu Inicial apresenta uma definição rápida sobre a escala TRL (*Technology Readiness Levels*). Logo abaixo, estão disponíveis dois botões: "TRL" e "INICIAR", que permitem o avanço para outras seções do formulário, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Menu Inicial formulário.



The image shows a web interface for a form titled "Nível de Maturidade Tecnológica- TRL". At the top, there is a header bar with the title. Below the header, there is a section titled "O QUE É ?" which contains a text box explaining the TRL tool. The text states: "TRL é uma ferramenta de demonstração que avalia a maturidade de uma tecnologia, produto ou projeto. Auxilia os tomadores de decisão a obter exatidão de quão distante o resultado está. Ajuda a manter os projetos dentro de um determinado custo, prazo e esforço pré-estabelecidos. Viabiliza aos interessados um entendimento comum aos gestores, técnicos e pesquisadores. Definindo o status que a tecnologia se encontra, facilitando feedbacks, comparações de tecnologias e futuras tomadas de decisões." Below this text box, there are two buttons: "TRL" and "INICIAR".

Nível de Maturidade Tecnológica- TRL

O QUE É ?

TRL é uma ferramenta de demonstração que avalia a maturidade de uma tecnologia, produto ou projeto. Auxilia os tomadores de decisão a obter exatidão de quão distante o resultado está. Ajuda a manter os projetos dentro de um determinado custo, prazo e esforço pré-estabelecidos. Viabiliza aos interessados um entendimento comum aos gestores, técnicos e pesquisadores. Definindo o status que a tecnologia se encontra, facilitando feedbacks, comparações de tecnologias e futuras tomadas de decisões.*

TRL INICIAR

Fonte: Elaboração própria (2025).

3.2.2.2 Botão TRL

Na aba “**TRL**”, é apresentada a definição de cada nível da escala TRL, acompanhada da descrição do que se espera alcançar em cada etapa. Essa seção tem como objetivo proporcionar ao pesquisador uma compreensão mais clara e detalhada da escala antes do início do preenchimento do formulário, conforme a Figura 9.

Figura 9 - Aba TRL formulário.

TRL - Technology Readiness Levels

TRL	Definição	Descrição
1	Princípios básicos observados e relatados.	O mais básico nível da prontidão tecnológica. Pesquisa científica começa a ser traduzida e aplicada em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Os exemplos podem incluir articular em papel as propriedades básicas de uma tecnologia.
2	Conceito tecnológico e/ou aplicação formulado.	Invenção começa. Uma vez que os princípios básicos são observados, aplicações práticas podem ser inventadas. As aplicações são especulativas e podem não haver nenhuma prova ou análise detalhada para apoiar a suposição. Os exemplos serão limitados e articular analítico.
3	Prova de conceito experimental e analítica, da função crítica e/ou característica.	Atividade P&D iniciada, leva a incluir articular analítico e articular laboratorial para validar fisicamente as propriedades de análise de elementos separados da tecnologia. Exemplos incluem componentes individuais de sistemas.
4	Validação funcional da tecnologia e/ou "breadboard" em ambiente de laboratório.	Componentes tecnológicos básicos são integrados para articular que ele vai trabalhar juntos. Leva a relativamente "baixa fidelidade" em comparação com o eventual sistema. Exemplos incluem a integração de hardware e/ou na laboratório.
5	Validação funcional da tecnologia e/ou "breadboard" em ambiente relevante.	Fidelidade da tecnologia do plano de análise aumenta significativamente. Os componentes tecnológicos são integrados com os elementos de suporte razoavelmente realistas, de modo que podemos testar em um ambiente simulado. Exemplos incluem "alta fidelidade" a integração de laboratório de componentes. Modelo representativo de protótipo de sistema, que é muito além da TRL 4, é testado em um ambiente relevante. Representa um importante passo em uma tecnologia de prontidão demonstrada. Exemplos incluem a teste de um protótipo em um ambiente de laboratório de alta fidelidade ou em um ambiente operacional simulado.
6	Demonstração da tecnologia e/ou sistema em ambiente relevante.	Protótipo porta ou sistema operacional planejado. Representa um grande passo a partir da TRL 5, incluindo a demonstração de um protótipo de sistema em um ambiente operacional (por exemplo, em uma aeronave, em um veículo, ou no espaço).
7	Demonstração da tecnologia e/ou sistema em ambiente operacional.	Protótipo porta ou sistema operacional planejado. Representa um grande passo a partir da TRL 6, incluindo a demonstração de um protótipo de sistema em um ambiente operacional (por exemplo, em uma aeronave, em um veículo, ou no espaço).
8	Sistema real completo e/ou tecnologia qualificada em uma prova de demonstração.	A tecnologia tem sido comprovada para trabalhar em sua forma final e em condições operadoras. Em quase todas as áreas, este TRL representa o fim do desenvolvimento verdadeiro de sistema. Exemplos incluem a avaliação de sistema em seu sistema de área destinada a determinar a validade de especificações de projeto.
9	Sistema real testado em uma prova de demonstração com missão alcançada.	Aplicação real da tecnologia em sua forma final e em condições de missão, tal como equator encontrado na teste operacional avaliação. Exemplos incluem a teste de sistema em condições

Teste do sistema, Operações e Lançamento

Desenvolvimento do sistema e subsistema

Tecnologia Demonstrada

Desenvolvimento da Tecnologia

Pesquisa para provar viabilidade

Pesquisa básica da tecnologia

TRL 9

TRL 8

TRL 7

TRL 6

TRL 5

TRL 4

TRL 3

TRL 2

TRL 1

Sistema real "demonstrado em voo" por meio de operações com missão bem-sucedida.

Sistema real completo e aceito para voo ("qualificado para voo").

Modelo demonstrando o desempenho do elemento para o ambiente operacional.

Modelo demonstrando as funções críticas do elemento em um ambiente relevante.

Verificação em ambiente relevante da função crítica do componente e/ou maquete.

Verificação funcional em ambiente laboratorial do componente e/ou maquete.

Prova de conceito analítica e experimental da função crítica e/ou da característica.

Conceito e/ou aplicação da tecnologia formulados.

Princípios básicos observados e relatados.

VOLTAR **INICIAR**

Fonte: DOD (2011).

Fonte: Elaboração própria (2025).

Ao final, encontram-se os botões “**VOLTAR**” e “**INICIAR**”, que permitem retornar ao menu inicial ou avançar para a próxima aba, respectivamente.

3.2.2.3 Demonstração da triagem

Ao selecionar o botão “**INICIAR**”, a planilha avança para a aba de **TRIAGEM**, onde o pesquisador pode descrever sua tecnologia preenchendo informações como:

- Nome da tecnologia;
- Responsável pela tecnologia;
- Categoria;
- Descrição breve da tecnologia.

Essa etapa tem como objetivo registrar os dados iniciais da tecnologia de forma clara e organizada, facilitando a continuidade do processo de avaliação, como mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Triagem da tecnologia.

Figura 10 mostra a interface de triagem da tecnologia, intitulada "CALCULADORA DE TRL IAE/ITA-2016-1". O formulário contém os seguintes campos e valores:

- Nome da Tecnologia: Carvão
- Responsável pela TC: João Pedro
- Categoria ou área da TC: Propriedade Industrial
- Descrição breve da TC: Carvão ativado produzido com casca de coco
- Data da Avaliação: 9/23/2024

Abaixo dos campos, há três botões: LIMPAR, VOLTAR e PRÓXIMO.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Para exemplificar foram preenchidos com dados hipotéticos.

3.2.2.4 Demonstração do questionário TRL

Nesta etapa encontra-se a parte principal do formulário, composta pelas perguntas referentes a cada nível da escala TRL. Os níveis estão organizados e diferenciados por uma escala de cores representativa, que muda conforme o nível.

Cada nível possui o mesmo número de perguntas, as quais devem ser respondidas com "sim" ou "não". Para registrar a resposta, basta selecionar a célula

correspondente à pergunta. Essa estrutura visa facilitar o preenchimento e garantir a uniformidade das respostas, como mostrado nas Figuras 11, 12 e 13.

Figura 11 - Perguntas do formulário TRL.

TRL	Pergunta	Resposta
TRL 1 – Princípios Básicos Observados e Relatados		
TRL 1	1 - Existem fundamentos científicos que embasam essa tecnologia?	Sim
TRL 1	2 - Já foram realizados estudos exploratórios para esta tecnologia?	Sim
TRL 1	3 - Existem observações iniciais ou dados que sustentem a viabilidade teórica da tecnologia?	Sim
TRL 1	4 - Os conceitos fundamentais e principais elementos dessa tecnologia foram identificados?	Sim
TRL 1	5 - A estrutura ou funcionamento básico da tecnologia já foi descrito?	Sim
TRL 1	6 - Princípios de base previstos para uso de novas tecnologias foram identificados?	Sim
TRL 1	7 - O problema foi identificado para compreender os fundamentos do pensamento como abordagem?	Não
TRL 1	8 - Foi feito estudo sobre a literatura e fundamentação teórica que trata dos princípios de base previstos?	Sim
TRL 1	9 - Foram documentados os estudos que confirmam os princípios básicos?	Sim
TRL 1	10 - Foram identificadas potenciais aplicações para a tecnologia?	Não
TRL 2 – Formulação do Conceito Tecnológico e/ou das Aplicações		
TRL 2	1 - O conceito inicial da tecnologia foi definido?	Sim
TRL 2	2 - Foi realizada alguma análise preliminar para identificar o potencial de aplicação?	Sim
TRL 2	3 - Já existe uma visão clara dos principais componentes necessários para essa tecnologia?	Sim
TRL 2	4 - Alguma demonstração inicial foi realizada para validar os conceitos principais?	Não
TRL 2	5 - Objetivos de P&D foram definidos?	Sim
TRL 2	6 - Premissas e hipóteses básicas da tecnologia (projeto) foram determinadas?	Sim
TRL 2	7 - Aplicações potenciais foram identificadas após observações de base?	Sim
TRL 2	8 - Foram identificadas as principais funções a serem desempenhadas pela tecnologia?	Sim
TRL 2	9 - Foram documentados os possíveis GAP's da tecnologia?	Não
TRL 2	10 - Meios, método e processo a serem utilizados e desenvolvidos estão disponíveis?	Sim
* GAP (Gap Analysis ou Lacuna): Refere-se às lacunas ou diferenças existentes entre o estado atual da tecnologia e o estado desejado ou ideal. A análise de GAP's é uma técnica usada para identificar áreas de melhoria, necessidades não atendidas ou problemas que precisam ser resolvidos.		
* P&D (Pesquisa e Desenvolvimento): Refere-se a atividades sistemáticas realizadas para criar novos conhecimentos, desenvolver novos produtos, processos ou serviços, ou melhorar significativamente os já existentes. O objetivo de P&D é inovar e gerar avanços tecnológicos.		
TRL 3 – Prova de Conceito Experimental		
TRL 3	1 - Alguma prova de conceito já foi realizada para validar a ideia?	Não
TRL 3	2 - Algum aspecto fundamental da tecnologia foi testado em um ambiente controlado?	Sim
TRL 3	3 - Os testes realizados resultaram em conclusões que sustentem a continuidade do projeto?	Sim
TRL 3	4 - Estudos ou análises foram conduzidos para explorar e validar o conceito?	Sim
TRL 3	5 - Evidências de validação do conceito já foram obtidas?	Sim
TRL 3	6 - Potencial aplicação científica para resolução de problemas foi descrita?	Sim
TRL 3	7 - Previsão de desempenho da tecnologia foi feita?	Não
TRL 3	8 - Protocolo de pesquisa para verificação do conceito e aplicação da tecnologia está disponível?	Sim
TRL 3	9 - Foi desenvolvido um MVP?	Não
TRL 3	10 - Foi realizado o estudo da viabilidade da tecnologia (do conceito e das aplicações)?	Sim
* MVP (Minimum Viable Product - Produto Mínimo Viável): Trata-se da versão inicial de um produto, desenvolvida com o menor conjunto de funcionalidades possíveis para validar hipóteses, testar o produto no mercado e coletar feedback dos usuários. É uma estratégia usada para economizar tempo e recursos no processo de desenvolvimento.		

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 12 - Perguntas do formulário TRL 2.0.

TRL 4 – Validação do Conceito em Ambiente de Laboratório		
TRL 4 1	Existe um protótipo inicial dessa tecnologia?	Sim
TRL 4 2	Já foram realizados testes específicos em condições de laboratório?	Não
TRL 4 3	Os resultados dos testes em laboratório indicam que a tecnologia pode ser funcional?	Não
TRL 4 4	O desenvolvimento da tecnologia foi iniciado e os componentes foram testados em ambiente laboratorial?	Não
TRL 4 5	Foram testados os componentes individuais em laboratórios e realizados relatórios?	Sim
TRL 4 6	Foram totalmente identificados os possíveis GAP's da tecnologia?	Sim
TRL 4 7	Foram estabelecidas as métricas de desempenho da tecnologia?	Não
TRL 4 8	Foi iniciado o programa de gestão de risco do protótipo?	Sim
TRL 4 9	Os meios e infraestruturas necessárias para aplicação da tecnologia foram identificados?	Não
TRL 4 10	Foi iniciado o cronograma para desenvolvimento do protótipo?	Sim
TRL 5 – Validação em Ambiente Relevante		
TRL 5 1	Modelo/protótipo da tecnologia está pronto para testes em ambiente relevante?	Sim
TRL 5 2	Melhorias foram implementadas no protótipo após os testes iniciais de laboratório?	Sim
TRL 5 3	Os componentes da tecnologia foram testados em ambiente relevante?	Não
TRL 5 4	Os resultados dos testes realizados nesse ambiente foram documentados?	Sim
TRL 5 5	Os requisitos de desempenho definidos são consistentes com o conceito ou aplicação formulada?	Não
TRL 5 6	A prova de conceito inclui estudos analíticos e experimentos laboratoriais?	Sim
TRL 5 7	O ambiente relevante possui os dados adequados que atendem aos requisitos para análise suplementar?	Não
TRL 5 8	A tecnologia já foi testada em um ambiente que simula condições reais?	Sim
TRL 5 9	Foram identificados os requisitos de interface de sistema?	Sim
TRL 5 10	Foram identificadas as interações entre os componentes/subsistemas?	Não
TRL 6 – Demonstração em Ambiente Relevante		
TRL 6 1	A tecnologia está sendo testada em um ambiente que se aproxima das condições reais de operação?	Sim
TRL 6 2	Testes mais extensivos e rigorosos foram realizados para avaliar a tecnologia?	Sim
TRL 6 3	Desafios ou limitações foram identificados durante os testes no ambiente relevante?	Não
TRL 6 4	Foi realizada a demonstração do modelo de protótipo da tecnologia em ambiente relevante?	Sim
TRL 6 5	Cada elemento foi testado individualmente sob condições de estresse?	Não
TRL 6 6	Estudo de dimensionamento (alcanço) da tecnologia foi iniciado?	Não
TRL 6 7	Áreas de risco e estratégias de mitigação foram identificadas em termos gerais?	Não
TRL 6 8	Foram aferidos efeitos de escala em relação ao modelo/protótipo?	Sim
TRL 6 9	As funções críticas do elemento foram tratadas em ambiente relevante?	Sim
TRL 6 10	Foi possível validar o funcionamento da tecnologia e de seus componentes?	Sim

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 13 - Perguntas do formulário TRL 3.0.

TRL 7 – Demonstração em Ambiente Operacional		
TRL 7 1	A tecnologia foi testada em um ambiente operacional real?	Não
TRL 7 2	Adaptações foram necessárias para que a tecnologia operasse bem nesse ambiente?	Não
TRL 7 3	Existem registros ou relatórios que validem os testes realizados em campo?	Não
TRL 7 4	Problemas de produção foram identificados?	Sim
TRL 7 5	Existe um estudo de mercado ou análise de viabilidade comercial para essa tecnologia?	Sim
TRL 7 6	As conclusões desse estudo indicam viabilidade comercial?	Não
TRL 7 7	Os resultados dos testes do protótipo/modelo indicam viabilidade de engenharia?	Sim
TRL 7 8	Modelo/Protótipo foi ensaiado com margens de segurança adequadas para demonstrar o desempenho em ambiente operacional?	Sim
TRL 7 9	Foi totalmente integrado o protótipo ao ambiente real demonstrado?	Sim
TRL 7 10	As expectativas prévias de desempenho foram alcançadas?	Sim
TRL 8 – Tecnologia Completa e Qualificada		
TRL 8 1	A tecnologia está completamente desenvolvida e pronta para produção?	Sim
TRL 8 2	A tecnologia foi qualificada ou certificada para aplicação comercial?	Não
TRL 8 3	Existe um plano de implementação ou produção em escala para essa tecnologia?	Não
TRL 8 4	A tecnologia já foi avaliada em um ambiente próximo ao real?	Sim
TRL 8 5	Resultados e conclusões dessa avaliação indicam que a tecnologia está pronta para o próximo nível?	Sim
TRL 8 6	Planejamento de produção e desenhos de rascunho estão quase completos e validados?	Sim
TRL 8 7	Metas de custo do projeto foram identificadas?	Não
TRL 8 8	Necessidades de investimento para o processo estão disponíveis?	Sim
TRL 8 9	Existe Relatório Técnico Final?	Não
TRL 8 10	O processo de produção foi demonstrado com adoção de boas práticas?	Sim
TRL 9 – Tecnologia Comprovada em Ambiente Operacional		
TRL 9 1	A tecnologia foi implementada em um ambiente operacional final?	Sim
TRL 9 2	Os principais problemas de produção foram resolvidos?	Sim
TRL 9 3	Tecnologia pronta para a produção em série?	Sim
TRL 9 4	A tecnologia foi avaliada em ambiente real e entregou resultados de acordo com o esperado?	Não
TRL 9 5	São necessárias mais mudanças na tecnologia (design)?	Não
TRL 9 6	A tecnologia possui arcabouço legal e permissões necessárias para comercialização?	Sim
TRL 9 7	Há algum plano de comercialização para a tecnologia?	Não
TRL 9 8	Sistema logístico foi implantado/implementado?	Sim
TRL 9 9	Foram realizados todos os processos de fabricação controlados para o nível de qualidade adequado?	Não
TRL 9 10	Foi concluída a documentação final do processo?	Sim

Fonte: Elaboração própria (2025).

As perguntas foram respondidas aleatoriamente para simular o funcionamento do formulário. Após o preenchimento, é possível avançar para o resultado final, que indicará o nível TRL em que a tecnologia avaliada se enquadra.

3.2.2.5 Demonstração do resultado

Nesta etapa, é exibido o resultado final do teste, incluindo:

- O percentual atingido em cada nível;
- A pontuação obtida;
- A indicação de conclusão ou pendência para cada nível.

Essa seção proporciona uma análise do desempenho da tecnologia avaliada em relação aos critérios estabelecidos pela escala TRL, conforme mostra a Figura 14.

Figura 14 - Resultado do formulário TRL.

RESULTADO DA AVALIAÇÃO

Nome da Tecnologia: Carvão
 Responsável pela TC: João Pedro
 Categoria ou área da TC: Propriedade Industrial
 Data da Avaliação: 9/23/2024

Descrição breve da TC: Carvão ativado produzido com casca de coco.

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	8	80	Não
TRL 2	8	80	Não
TRL 3	7	70	Não
TRL 4	5	50	Não
TRL 5	6	60	Não
TRL 6	6	60	Não
TRL 7	6	60	Não
TRL 8	6	60	Não
TRL 9	6	60	Não

% * Percentual mínimo para o nível pontuar pode ser alterado.
 TRL * Nível TRL final atingido.

VOLTAR RELATÓRIO
 INÍCIO RESETAR

Fonte: Elaboração própria (2025).

Nesta aba, está destacado o **percentual mínimo** necessário para que cada nível seja considerado completo e pontuado. Por padrão, esse percentual é definido em **70%**, mas pode ser ajustado conforme o nível de exigência do avaliador.

Caso o nível não atinja o percentual mínimo, ele não pontua, e o nível TRL permanecerá estagnado no estágio anterior, mesmo que níveis posteriores atendam ao percentual exigido. Isso reflete o caráter sequencial e linear da escala TRL: para

avancar, é imprescindível que os níveis iniciais sejam concluídos, pois os níveis finais pressupõem maior maturidade tecnológica.

Essa estrutura reforça que o desenvolvimento tecnológico ocorre de maneira progressiva, exigindo que as etapas anteriores sejam devidamente alcançadas para validar o progresso rumo a níveis mais avançados.

3.2.2.6 Demonstração do relatório

Caso o pesquisador ou avaliador deseje obter um feedback detalhado no formulário, essa aba apresenta um resumo das perguntas respondidas com “não” em cada nível da escala TRL, assim como mostrado nas Figuras 15, 16 e 17. Além disso, fornece orientações sobre o que precisa ser feito para atender às premissas pendentes.

Figura 15 - Relatório do formulário TRL.

RELATÓRIO DA AVALIAÇÃO			
TRL	Perguntas respondidas com "Não"	Para alcançar o próximo nível de maturidade no respectivo nível	
1	7 - O problema foi identificado para compreender os fundamentos do pensamento (como abstração)? 9 - Foram identificadas potenciais aplicações para a tecnologia?	"Identifique os problemas técnicos ou conceituais que fundamentam a necessidade e a importância do desenvolvimento da tecnologia." "Identifique, discuta e valide as potenciais aplicações práticas e o contexto de uso para a tecnologia desenvolvida."	
2	4 - Alguma demonstração inicial foi realizada para validar os conceitos principais? 9 - Foram documentados os possíveis GAPs da tecnologia?	"Conduza demonstrações iniciais no experimento que validem os conceitos principais e comprovem a aplicabilidade." "Documente e valide possíveis GAPs (lacunas) que possam impactar o desenvolvimento na aplicação da tecnologia."	
3	1 - Alguma prova de conceito inicial foi realizada para validar a ideia? 7 - Foi possível demonstrar a tecnologia (ou testá-la)? 9 - Foi desenvolvido um MVP?	"Realize uma prova de conceito inicial que valide a ideia e os fundamentos técnicos da tecnologia." "Realize protótipos simples e construa um demonstrador ou demonstrador operacional da tecnologia." "Priorize o desenvolvimento de um MVP (Produto Mínimo Viável) com base nos requisitos identificados, validando conceitos e funcionalidades por meio de testes iniciais e feedback dos usuários para compreender a viabilidade prática."	
4	2 - Já foram realizados testes específicos em condições de laboratório? 3 - Os resultados dos testes em laboratório indicam que a tecnologia pode ser funcional? 4 - O desenvolvimento da tecnologia foi iniciado e os componentes foram testados em ambiente laboratorial? 7 - Foram estabelecidas as métricas de desempenho da tecnologia? 9 - Os meios e infraestrutura necessários para aplicação da tecnologia foram identificados?	"Realize testes específicos em condições de laboratório para validar a funcionalidade inicial." "Realize e documente os resultados dos testes laboratoriais para validar os conceitos e a tecnologia desenvolvida." "Inicie o desenvolvimento da tecnologia e realize testes em ambiente laboratorial para validar os componentes." "Defina métricas claras de desempenho e teste-as em relação aos objetivos do projeto." "Identifique e integre os meios e infraestrutura necessários para a aplicação prática da tecnologia."	
5	3 - Os componentes da tecnologia foram testados em ambiente relevante? 5 - Os requisitos de desempenho definidos são consistentes com o conceito ou aplicação formulada? 7 - O ambiente relevante possui os dados adequados que atendem aos requisitos para análise e implementação? 9 - Foram identificadas as interações entre os componentes/sistemas?	"Teste os componentes da tecnologia em ambiente relevante para validar sua eficácia em condições práticas." "Valide se os requisitos de desempenho estão alinhados com o conceito ou aplicação planejada." "Confirme se os dados do ambiente relevante possuem dados adequados para atender aos requisitos de análise e implementação." "Mapeie e valide as interações entre os componentes e sub-sistemas para garantir compatibilidade e funcionalidade."	
6	2 - Devemos as interações terem sido identificadas durante os testes no ambiente relevante? 5 - Cada elemento foi testado individualmente sob condições de estresse? 6 - Estudo de demonstração (alocação) da tecnologia foi iniciado? 7 - Áreas de risco e estratégias de mitigação foram identificadas em termos gerais?	"Identifique e documente desafios em condições relevantes durante os testes no ambiente relevante." "Planeje e execute testes individuais em cada elemento sob condições de estresse controladas, documentando os resultados para garantir a confiabilidade." "Inicie estudos de demonstração para determinar o impacto e a aplicabilidade da tecnologia." "Identifique áreas de risco e desenvolva estratégias de mitigação para garantir segurança e eficácia."	
	1 - A tecnologia foi testada em um ambiente (operacional real)? 2 - Adaptações foram necessárias para que a tecnologia	"Realize testes de tecnologia em um ambiente operacional real para validar sua aplicabilidade prática." "Identifique as adaptações necessárias para assegurar que a tecnologia opere e desenvolva-se no ambiente real."	
TRL	Resumo por nível		
1	O ESTUDO DO ESTADO DA ARTE, JÁ REALIZADO.		
2	FORMULAÇÃO DA TECNOLOGIA ATRAVÉS DE UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA.	CONCEITO	
3	PESQUISA APLICADA RESULTANDO NO DESENVOLVIMENTO DE UM MVP.		
4	TESTES LABORATORIAIS EM ESCALA REDUZIDA VISANDO A VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES.	PROTÓTIPO	
5	TESTE EM ESCALA PILOTO VISANDO A VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES EM AMBIENTE PROXIMO AO REAL.		
6	UM PROTÓTIPO FINALIZADO DESENVOLVIDO E TESTADO EM AMBIENTE OPERACIONAL.	VALIDAÇÃO	
	DEMONSTRAÇÃO DO PROTÓTIPO FINALIZADO EM		

TRL	Perguntas	Preocupações	Preocupações	Preocupações
TRL 1	0	0	0	Não
TRL 2	0	0	0	Não
TRL 3	7	7	7	Não
TRL 4	1	1	1	Não
TRL 5	0	0	0	Não
TRL 6	0	0	0	Não
TRL 7	0	0	0	Não
TRL 8	0	0	0	Não
TRL 9	0	0	0	Não

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 16 - Feedback por nível TRL.

TRL	Perguntas respondidas com NÃO	Para alcançar o máximo de maturidade no respectivo nível recomenda-se:
1	7 - O problema foi identificado para compreender os fundamentos do pensamento como abordagem? 10 - Foram identificadas potenciais aplicações para a tecnologia?	* Identifique os problemas técnicos ou conceituais que fundamentam a necessidade e abordagem do desenvolvimento da tecnologia. * Identifique, descreva e valide as possíveis aplicações práticas e os contextos de uso para a tecnologia desenvolvida.
2	4 - Alguma demonstração inicial foi realizada para validar os conceitos principais? 9 - Foram documentados os possíveis GAP's da tecnologia?	* Conduzir demonstrações iniciais ou experimentos que validem os conceitos principais e comprovem a aplicabilidade. * Documentar e analisar possíveis GAP's (lacunas) que possam impactar o desenvolvimento ou aplicação da tecnologia.
3	1 - Alguma prova de conceito já foi realizada para validar a ideia? 7 - Previsão de desempenho da tecnologia foi feita? 9 - Foi desenvolvido um MVP?	* Realizar uma prova de conceito inicial que valide a ideia e os fundamentos básicos da tecnologia. * Realizar previsões claras e baseadas em dados sobre o desempenho esperado da tecnologia. * Priorizar o desenvolvimento de um MVP (Produto Mínimo Viável) com base nos requisitos identificados, validando conceitos e funcionalidades por meio de testes iniciais e feedback dos usuários para comprovar a viabilidade prática.
4	2 - Já foram realizados testes específicos em condições de laboratório? 3 - Os resultados dos testes em laboratório indicam que a tecnologia pode ser funcional? 4 - O desenvolvimento da tecnologia foi iniciado e os componentes foram testados em ambiente laboratorial? 7 - Foram estabelecidas as métricas de desempenho da tecnologia? 9 - Os meios e infraestruturas necessárias para aplicação da tecnologia foram identificados?	* Realizar testes específicos em condições de laboratório para verificar a funcionalidade inicial. * Analisar e documentar os resultados dos testes laboratoriais para confirmar se a tecnologia é funcional. * Iniciar o desenvolvimento da tecnologia e realizar testes em ambiente laboratorial para avaliar os componentes. * Definir métricas claras de desempenho e testá-las em relação aos objetivos do projeto. * Identificar e assegurar os meios e infraestruturas necessários para a aplicação prática da tecnologia.
5	3 - Os componentes da tecnologia foram testados em ambiente relevante? 5 - Os requisitos de desempenho definidos são consistentes com o conceito ou aplicação formulada? 7 - O ambiente relevante possui os dados adequados que atendem aos requisitos para análise suplementar? 10 - Foram identificadas as interações entre os componentes/subsistemas?	* Testar os componentes da tecnologia em ambientes relevantes para avaliar sua eficácia em contextos práticos. * Verificar se os requisitos de desempenho estão alinhados com o conceito ou aplicação proposta. * Certificar-se de que o ambiente relevante possui dados adequados para atender aos requisitos de análise suplementar. * Mapear e analisar as interações entre os componentes e subsistemas para garantir compatibilidade e funcionalidade.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 17 - Requisitos por nível TRL.

TRL	Requisito por nível	
1	O ESTUDO DO ESTADO DA ARTE JÁ REALIZADO.	CONCEITO
2	FORMULAÇÃO DA TECNOLOGIA ATRAVÉS DE UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA.	
3	PESQUISA APLICADA RESULTANDO NO DESENVOLVIMENTO DE UM MVP.	
4	TESTES LABORATORIAIS EM ESCALA REDUZIDA VIZANDO A VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES.	PROTÓTIPO
5	TESTE EM ESCALA PILOTO VIZANDO A VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES EM AMBIENTE PRÓXIMO AO REAL.	
6	UM PROTÓTIPO FINALIZADO DESENVOLVIDO E TESTADO EM AMBIENTE OPERACIONAL.	VALIDAÇÃO
7	DEMONSTRAÇÃO DO PROTÓTIPO FINALIZADO EM SITUAÇÕES REAIS COM APLICAÇÃO DE TESTES EXTENSIVOS.	
8	INÍCIO DA FASE COMERCIAL, TECNOLOGIA TESTADA EM CONDIÇÕES DE MERCADO.	PRODUÇÃO
9	APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA, TOTALMENTE DESENVOLVIDA E VALIDADA, NO MERCADO.	

Fonte: Elaboração própria (2025).

Com essas informações, o pesquisador ou avaliador terá uma visão mais abrangente sobre o estado atual da tecnologia, permitindo identificar os pontos que necessitam de maior atenção e direcionando esforços para as melhorias necessárias

3.2.3 Teste de uso

Após a finalização do formulário, foram testadas diferentes configurações para simular sua aplicabilidade. As possibilidades analisadas incluíram: todas as respostas marcadas como "NÃO", todas as respostas marcadas como "SIM" e as respostas aleatórias.

Para o cenário em que todas as respostas foram "SIM", o resultado obtido foi TRL 9, com todos os níveis atingindo 100% do percentual de conclusão, conforme ilustrado na Figura 18 a seguir.

Figura 18 - Cenário teste com todas as respostas "SIM".

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	10	100,00	Sim
TRL 2	10	100,00	Sim
TRL 3	10	100,00	Sim
TRL 4	10	100,00	Sim
TRL 5	10	100,00	Sim
TRL 6	10	100,00	Sim
TRL 7	10	100,00	Sim
TRL 8	10	100,00	Sim
TRL 9	10	100,00	Sim

%

70

TRL

9

Fonte: Elaboração própria (2025).

No caso em que todas as respostas foram "NÃO", o resultado obtido foi TRL 0, com todos os níveis apresentando um percentual de conclusão de 0%, como demonstrado na Figura 19 correspondente.

Figura 19 - Cenário teste com todas as respostas "NÃO".

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	0	0,00	Não
TRL 2	0	0,00	Não
TRL 3	0	0,00	Não
TRL 4	0	0,00	Não
TRL 5	0	0,00	Não
TRL 6	0	0,00	Não
TRL 7	0	0,00	Não
TRL 8	0	0,00	Não
TRL 9	0	0,00	Não

%70

TRL0

Fonte: Elaboração própria (2025).

Por fim, quando as perguntas foram respondidas de forma aleatória, o resultado final foi TRL 4. Esse valor foi determinado considerando que o percentual mínimo necessário para que um nível pontue é de 70%, conforme ilustrado na próxima Figura 20.

Figura 20 - Cenário teste com todas as respostas aleatórias.

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	8	80	Não
TRL 2	8	80	Não
TRL 3	7	70	Não
TRL 4	7	70	Não
TRL 5	5	50	Não
TRL 6	6	60	Não
TRL 7	6	60	Não
TRL 8	6	60	Não
TRL 9	6	60	Não

%70

TRL4

Fonte: Elaboração própria (2025).

Ao modificar o percentual mínimo de pontuação de 70% para 60%, o nível TRL permaneceu em 4, pois o nível 5 ainda não atingiu o percentual exigido, conforme demonstrado na Figura 21.

Figura 21 - Cenário teste com todas as respostas aleatórias 2.

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	8	80	Não
TRL 2	8	80	Não
TRL 3	7	70	Não
TRL 4	7	70	Não
TRL 5	5	50	Não
TRL 6	6	60	Não
TRL 7	6	60	Não
TRL 8	6	60	Não
TRL 9	6	60	Não

%

70

TRL

4

Fonte: Elaboração própria (2025).

Por outro lado, ao reduzir o percentual mínimo de 60% para 50%, o nível TRL passou a ser 9, como ilustrado na Figura 22. Esse aumento ocorre porque todos os níveis atingiram o percentual mínimo determinado.

Figura 22 - Cenário teste com todas as respostas aleatórias 3.

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	8	80	Não
TRL 2	8	80	Não
TRL 3	7	70	Não
TRL 4	7	70	Não
TRL 5	5	50	Não
TRL 6	6	60	Não
TRL 7	6	60	Não
TRL 8	6	60	Não
TRL 9	6	60	Não

%

50

TRL

9

Fonte: Elaboração própria (2025).

4. ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso, foi realizado-se uma aplicação prática do formulário com a avaliação da tecnologia denominada “Carvão Ativado de Fibra de Coco” a qual possui as seguintes características: trata-se de um carvão ativado produzido em um reator de leito fixo a partir da pirólise da fibra de coco.

As perguntas foram respondidas por um dos pesquisadores responsáveis, que esteve à frente do projeto de PD&I.

4.1 DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

Nesta etapa, foram fornecidos os dados sobre a tecnologia, como nome e descrição, assim como mostra a Figura 23.

Figura 23 – Estudo de caso: descrição da tecnologia.



O formulário, intitulado "TECNOLOGIA", contém os seguintes campos preenchidos:

- Nome da Tecnologia: Carvão ativado de fibra de coco
- Responsável pela TC: Marcelo Mendes Pedroza
- Categoria ou área da TC: Engenharias
- Descrição breve da TC: Carvão ativado produzido em reator de leito fixo a partir da pirólise de fibra de coco
- Data da Avaliação: 29/01/2025

Na base do formulário, há três botões: LIMPAR, VOLTAR e PRÓXIMO.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Todos os dados foram fornecidos pelo pesquisador responsável pela tecnologia. Essa etapa tem como objetivo registrar os dados iniciais da tecnologia de forma clara e organizada, facilitando a continuidade do processo de avaliação.

4.2 FORMULÁRIO PARA CÁLCULO

Nesta fase, foram respondidas todas as perguntas correspondentes a cada nível TRL, com o objetivo de obter a avaliação final, assim como mostram as Tabelas 1 a 9 a seguir.

Tabela 1 - Estudo de caso TRL 1.

TRL	Pergunta	Resposta
TRL 1 – Princípios Básicos Observados e Relatados		
TRL 1	1 - Existem fundamentos científicos que embasam essa tecnologia?	Sim
TRL 1	2 - Já foram realizados estudos exploratórios para esta tecnologia?	Sim
TRL 1	3 - Existem observações iniciais ou dados que sustentem a viabilidade teórica da tecnologia?	Sim
TRL 1	4 - Os conceitos fundamentais e principais elementos dessa tecnologia foram identificados?	Sim
TRL 1	5 - A estrutura ou funcionamento básico da tecnologia já foi descrito?	Sim
TRL 1	6 - Princípios de base previstos para uso de novas tecnologias foram identificados?	Sim
TRL 1	7 - O problema foi identificado para compreender os fundamentos do pensamento como abordagem?	Sim
TRL 1	8 - Foi feito estudo sobre a literatura e fundamentação teórica que trata dos princípios de base previstos?	Sim
TRL 1	9 - Foram documentados os estudos que confirmam os princípios básicos?	Sim
TRL 1	10 - Foram identificados potenciais aplicações para a tecnologia?	Sim

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 2 - Estudo de caso TRL 2.

TRL 2 – Formulação do Conceito Tecnológico e/ou das Aplicações		
TRL 2	1 - O conceito inicial da tecnologia foi definido?	Sim
TRL 2	2 - Foi realizada alguma análise preliminar para identificar o potencial de aplicação?	Sim
TRL 2	3 - Já existe uma visão clara dos principais componentes necessários para essa tecnologia?	Sim
TRL 2	4 - Alguma demonstração inicial foi realizada para validar os conceitos principais?	Sim
TRL 2	5 - Objetivos de P&D foram definidos?	Sim
TRL 2	6 - Premissas e hipóteses básicas da tecnologia (projeto) foram determinadas?	Sim
TRL 2	7 - Aplicações potenciais foram identificadas após observações de base?	Sim
TRL 2	8 - Foram identificadas as principais funções a serem desempenhadas pela tecnologia?	Sim
TRL 2	9 - Foram documentados os possíveis GAP's da tecnologia?	Sim

TRL 2	10 - Meios, método e processo a serem utilizados e desenvolvidos estão disponíveis?	Sim
* GAP (Gap Analysis ou Lacuna): Refere-se às lacunas ou diferenças existentes entre o estado atual da tecnologia e o estado desejado ou ideal. A análise de GAP's é uma técnica usada para identificar áreas de melhoria, necessidades não atendidas ou problemas que precisam ser resolvidos.		
* P&D (Pesquisa e Desenvolvimento): Refere-se a atividades sistemáticas realizadas para criar novos conhecimentos, desenvolver novos produtos, processos ou serviços, ou melhorar significativamente os já existentes. O objetivo de P&D é inovar e gerar avanços tecnológicos.		

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 3 - Estudo de caso TRL 3.

TRL 3 – Prova de Conceito Experimental		
TRL 3	1 - Alguma prova de conceito já foi realizada para validar a ideia?	Sim
TRL 3	2 - Algum aspecto fundamental da tecnologia foi testado em um ambiente controlado?	Sim
TRL 3	3 - Os testes realizados resultaram em conclusões que sustentem a continuidade do projeto?	Sim
TRL 3	4 - Estudos ou análises foram conduzidos para explorar e validar o conceito?	Sim
TRL 3	5 - Evidências de validação do conceito já foram obtidas?	Sim
TRL 3	6 - Potencial aplicação científica para resolução de problemas foi descrita?	Sim
TRL 3	7 - Previsão de desempenho da tecnologia foi feita?	Sim
TRL 3	8 - Protocolo de pesquisa para verificação do conceito e aplicação da tecnologia está disponível?	Sim
TRL 3	9 - Foi desenvolvido um MVP?	Sim
TRL 3	10 - Foi realizado o estudo da viabilidade da tecnologia (do conceito e das aplicações)?	Não
* MVP (Minimum Viable Product – Produto Mínimo Viável): Trata-se da versão inicial de um produto, desenvolvida com o menor conjunto de funcionalidades possíveis para validar hipóteses, testar o produto no mercado e coletar feedback dos usuários. É uma estratégia usada para economizar tempo e recursos no processo de desenvolvimento.		

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 4 - Estudo de caso TRL 4.

TRL 4 – Validação do Conceito em Ambiente de Laboratório		
TRL 4	1 - Existe um protótipo inicial dessa tecnologia?	Sim
TRL 4	2 - Já foram realizados testes específicos em condições de laboratório?	Sim
TRL 4	3 - Os resultados dos testes em laboratório indicam que a tecnologia pode ser funcional?	Sim
TRL 4	4 - O desenvolvimento da tecnologia foi iniciado e os componentes foram testados em ambiente laboratorial?	Sim
TRL 4	5 - Foram testados os componentes individuais em laboratórios e realizados relatórios?	Sim
TRL 4	6 - Foram totalmente identificados os possíveis GAP's da tecnologia?	Sim
TRL 4	7 - Foram estabelecidas as métricas de desempenho da tecnologia?	Sim
TRL 4	8 - Foi iniciado o programa de gestão de risco do protótipo?	Não
TRL 4	9 - Os meios e infraestruturas necessárias para aplicação da tecnologia foram	Sim

	identificados?	
TRL 4	10 - Foi iniciado o cronograma para desenvolvimento do protótipo?	Sim
* GAP (Gap Analysis ou Lacuna): Refere-se às lacunas ou diferenças existentes entre o estado atual da tecnologia e o estado desejado ou ideal. A análise de GAP's é uma técnica usada para identificar áreas de melhoria, necessidades não atendidas ou problemas que precisam ser resolvidos.		

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 5 - Estudo de caso TRL 5.

TRL 5 – Validação em Ambiente Relevante		
TRL 5	1 - Modelo/protótipo da tecnologia está pronto para testes em ambiente relevante?	Não
TRL 5	2 - Melhorias foram implementadas no protótipo após os testes iniciais de laboratório?	Não
TRL 5	3 - Os componentes da tecnologia foram testados em ambiente relevante?	Não
TRL 5	4 - Os resultados dos testes realizados nesse ambiente foram documentados?	Não
TRL 5	5 - Os requisitos de desempenho definidos são consistentes com o conceito ou aplicação formulada?	Não
TRL 5	6 - A prova de conceito inclui estudos analíticos e experimentos laboratoriais?	Não
TRL 5	7 - O ambiente relevante possui os dados adequados que atendem aos requisitos para análise suplementar?	Não
TRL 5	8 -A tecnologia já foi testada em um ambiente que simula condições reais?	Não
TRL 5	9 - Foram identificados os requisitos de interface de sistema?	Não
TRL 5	10 - Foram identificadas as interações entre os componentes/subsistemas?	Não

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 6 - Estudo de caso TRL 6.

TRL 6 – Demonstração em Ambiente Relevante		
TRL 6	1 - A tecnologia está sendo testada em um ambiente que se aproxima das condições reais de operação?	Não
TRL 6	2 - Testes mais extensivos e rigorosos foram realizados para avaliar a tecnologia?	Não
TRL 6	3 - Desafios ou limitações foram identificados durante os testes no ambiente relevante?	Não
TRL 6	4 - Foi realizada a demonstração do modelo de protótipo da tecnologia em ambiente relevante?	Não
TRL 6	5- Cada elemento foi testado individualmente sob condições de estresse?	Não
TRL 6	6 - Estudo de dimensionamento (alcance) da tecnologia foi iniciado?	Não
TRL 6	7 - Áreas de risco e estratégias de mitigação foram identificadas em termos gerais?	Não
TRL 6	8 - Foram aferidos efeitos de escala em relação ao modelo/protótipo?	Não

TRL 6	9 - As funções críticas do elemento foram tratadas em ambiente relevante?	Não
TRL 6	10 - Foi possível validar o funcionamento da tecnologia e de seus componentes?	Não

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 7 - Estudo de caso TRL 7.

TRL 7 – Demonstração em Ambiente Operacional		
TRL 7	1 - A tecnologia foi testada em um ambiente operacional real?	Não
TRL 7	2 - Adaptações foram necessárias para que a tecnologia operasse bem nesse ambiente?	Não
TRL 7	3 - Existem registros ou relatórios que validem os testes realizados em campo?	Não
TRL 7	4- Problemas de produção foram identificados?	Não
TRL 7	5 - Existe um estudo de mercado ou análise de viabilidade comercial para essa tecnologia?	Não
TRL 7	6 - As conclusões desse estudo indicam viabilidade comercial?	Não
TRL 7	7 - Os resultados dos testes do protótipo/modelo indicam viabilidade de engenharia?	Não
TRL 7	8 - Modelo/Protótipo foi ensaiado com margens de segurança adequadas para demonstrar o desempenho em ambiente operacional?	Não
TRL 7	9 - Foi totalmente integrado o protótipo ao ambiente real demonstrado?	Não
TRL 7	10 - As expectativas prévias de desempenho foram alcançadas?	Não

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 8 - Estudo de caso TRL 8.

TRL 8 – Tecnologia Completa e Qualificada		
TRL 8	1 - A tecnologia está completamente desenvolvida e pronta para produção?	Não
TRL 8	2 - A tecnologia foi qualificada ou certificada para aplicação comercial?	Não
TRL 8	3 - Existe um plano de implementação ou produção em escala para essa tecnologia?	Não
TRL 8	4 - A tecnologia já foi avaliada em um ambiente próximo ao real?	Não
TRL 8	5 - Resultados e conclusões dessa avaliação indicam que a tecnologia está pronta para o próximo nível?	Não
TRL 8	6 - Planejamento de produção e desenhos de rascunho estão quase completos e validados?	Não
TRL 8	7 - Metas de custo do projeto foram identificadas?	Não
TRL 8	8 - Necessidades de investimento para o processo estão disponíveis?	Não

TRL 8	9 - Existe Relatório Técnico Final?	Não
TRL 8	10 - O processo de produção foi demonstrado com adoção de boas práticas?	Não

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 9 - Estudo de caso TRL 9

TRL 9 – Tecnologia Comprovada em Ambiente Operacional		
TRL 9	1 - A tecnologia foi implementada em um ambiente operacional final?	Não
TRL 9	2 - Os principais problemas de produção foram resolvidos?	Não
TRL 9	3 - Tecnologia pronta para a produção em série?	Não
TRL 9	4 - A tecnologia foi avaliada em ambiente real e entregou resultados de acordo com o esperado?	Não
TRL 9	5 - São necessárias mais mudanças na tecnologia (design) ?	Não
TRL 9	6 - A tecnologia possui arcabouço legal e permissões necessárias para comercialização?	Não
TRL 9	7 - Há algum plano de comercialização para a tecnologia?	Não
TRL 9	8 - Sistema logístico foi implantado/implementado?	Não
TRL 9	9 - Foram realizados todos os processos de fabricação controlados para o nível de qualidade adequado?	Não
TRL 9	10 - Foi concluída a documentação final do processo?	Não

Fonte: Elaboração própria (2025).

Todas as perguntas foram respondidas individualmente. No total são 10 perguntas para cada nível da escala TRL, respondidas com "sim" ou "não". Para registrar a resposta, basta selecionar a célula correspondente à pergunta. Essa estrutura visa facilitar o preenchimento e garantir a uniformidade das respostas.

4.3 RESULTADO DA AVALIAÇÃO

Nesta etapa, é exibido o resultado final do teste, incluindo:

- O percentual atingido em cada nível;
- A pontuação obtida;

- A indicação de conclusão ou pendência para cada nível.

Essa seção proporciona uma análise do desempenho da tecnologia avaliada em relação aos critérios estabelecidos pela escala TRL, conforme as Figuras 24, 25 e 26.

Figura 24 - Estudo de caso: resultado da avaliação.

RESULTADO DA AVALIAÇÃO

Nome da Tecnologia:	Carvão ativado de fibra de coco	
Responsável pela TC:	Marcelo Mendes Pedroza	Date da Avaliação: 29/01/2025
Categoria ou área da TC:	Engenharias	

Descrição breve da TC:

Carvão ativado produzido em reator de leito fixo a partir da pirólise de fibra de coco

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	10	100	Sim
TRL 2	10	100	Sim
TRL 3	9	90	Não
TRL 4	9	90	Não
TRL 5	0	0	Não
TRL 6	0	0	Não
TRL 7	0	0	Não
TRL 8	0	0	Não
TRL 9	0	0	Não

%

70

* Percentual mínimo para o nível pontuar pode ser alterado.

TRL

3

* Nível TRL final atingido.

VOLTAR

RELATÓRIO

INÍCIO

RESETAR

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 25 - Estudo de Caso: dados da tecnologia.

RESULTADO DA AVALIAÇÃO

Nome da Tecnologia:	Carvão ativado de fibra de coco	
Responsável pela TC:	Marcelo Mendes Pedroza	Date da Avaliação: 29/01/2025
Categoria ou área da TC:	Engenharias	

Descrição breve da TC:

Carvão ativado produzido em reator de leito fixo a partir da pirólise de fibra de coco

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 26 - Estudo de caso: resultado TRL.

Nível	Pontuação	Percentual de Conclusão (%)	Nível Completo
TRL 1	10	100	Sim
TRL 2	10	100	Sim
TRL 3	9	90	Não
TRL 4	9	90	Não
TRL 5	0	0	Não
TRL 6	0	0	Não
TRL 7	0	0	Não
TRL 8	0	0	Não
TRL 9	0	0	Não

%

70

TRL

4

Fonte: Elaboração própria (2025).

No resultado final, é possível observar o percentual de conclusão de cada nível. Conclui-se que o nível TRL 4 foi atribuído porque, a partir do nível 5, a pontuação não foi suficiente para que o projeto avançasse para a próxima etapa. Vale destacar que, por padrão, foi estabelecido um percentual mínimo de 70% para que cada nível seja considerado concluído.

Essa estrutura reforça que o desenvolvimento tecnológico ocorre de maneira progressiva, exigindo que as etapas anteriores sejam devidamente alcançadas para validar o progresso rumo a níveis mais avançados.

4.4 RELATÓRIO DA AVALIAÇÃO

Essa etapa apresenta um resumo das perguntas respondidas com “não” em cada nível da escala TRL, assim como mostra Figura 27.

Figura 27 - Estudo de caso: relatório da avaliação.

TRL	Perguntas respondidas com NÃO	Para alcançar o máximo de maturidade no respectivo nível
1		
2		
3	10 - Foi realizado o estudo da viabilidade da tecnologia (do conceito e das aplicações)?	* Estudar a viabilidade da tecnologia em relação ao conceito e às potenciais aplicações práticas.
4	8 - Foi iniciado o programa de gestão de risco do protótipo?	* Criar e implementar um programa de gestão de risco para o protótipo.
5	1 - Modelo/protótipo da tecnologia está pronto para testes em ambiente relevante? 2 - Melhorias foram implementadas no protótipo após os testes iniciais de laboratório? 3 - Os componentes da tecnologia foram testados em ambiente relevante? 4 - Os resultados dos testes realizados nesse ambiente foram documentados? 5 - Os requisitos de desempenho definidos são consistentes com o conceito ou aplicação formulada? 6 - A prova de conceito inclui estudos analíticos e experimentos laboratoriais? 7 - O ambiente relevante possui os dados adequados que atendem aos requisitos para análise suplementar? 8 - A tecnologia já foi testada em um ambiente que simula condições reais? 9 - Foram identificados os requisitos de interface de sistema? 10 - Foram identificadas as interações entre os	* Preparar o modelo ou protótipo para testes em ambientes relevantes, garantindo sua funcionalidade. * Implementar melhorias no protótipo com base nos resultados obtidos nos testes iniciais de laboratório. * Testar os componentes da tecnologia em ambientes relevantes para avaliar sua eficácia em contextos práticos. * Documentar detalhadamente os resultados dos testes realizados em ambientes relevantes. * Verificar se os requisitos de desempenho estão alinhados com o conceito ou aplicação proposta. * Incluir estudos analíticos e experimentos laboratoriais na prova de conceito para validação da tecnologia. * Certificar-se de que o ambiente relevante possui dados adequados para atender aos requisitos de análise suplementar. * Realizar testes da tecnologia em ambientes simulados que reflitam as condições reais de operação. * Identificar e documentar os requisitos de interface de sistema para integração eficaz. * Mapear e analisar as interações entre os componentes e subsistemas para garantir compatibilidade e funcionalidade.
6	1 - A tecnologia está sendo testada em um ambiente que se aproxima das condições reais de operação? 2 - Testes mais extensivos e rigorosos foram realizados para avaliar a tecnologia? 3 - Desafios ou limitações foram identificados durante os testes no ambiente relevante? 4 - Foi realizada a demonstração do modelo de protótipo da tecnologia em ambiente relevante? 5 - Cada elemento foi testado individualmente sob condições de estresse? 6 - Estudo de dimensionamento (alcance) da tecnologia foi iniciado? 7 - Áreas de risco e estratégias de mitigação foram identificadas em termos gerais? 8 - Foram aferidos efeitos de escala em relação ao modelo/protótipo? 9 - As funções críticas do elemento foram tratadas em ambiente relevante? 10 - Foi possível validar o funcionamento da tecnologia e de seus componentes?	* Realizar testes da tecnologia em ambientes que simulem condições reais de operação para validar sua aplicabilidade. * Conduzir testes extensivos e rigorosos para avaliar o desempenho e os limites da tecnologia. * Identificar e documentar desafios ou limitações encontrados durante os testes no ambiente relevante. * Demonstrar o modelo de protótipo da tecnologia em um ambiente relevante para validação prática. * Planejar e executar testes individuais em cada elemento sob condições de estresse controladas, documentando os resultados para garantir a confiabilidade. * Iniciar estudos de dimensionamento para determinar o alcance e a aplicabilidade da tecnologia. * Identificar áreas de risco e desenvolver estratégias de mitigação para garantir segurança e eficácia. * Realizar medições para aferir os efeitos de escala em relação ao modelo ou protótipo desenvolvido. * Tratar e validar as funções críticas do elemento em um ambiente relevante para garantir o desempenho esperado. * Validar o funcionamento completo da tecnologia e de seus componentes em condições reais ou simuladas.

7	1- A tecnologia foi testada em um ambiente operacional real? 2- Adaptações foram necessárias para que a tecnologia operasse bem nesse ambiente? 3- Existem registros ou relatórios que validem os testes realizados em campo? 4- Problemas de produção foram identificados? 5- Existe um estudo de mercado ou análise de viabilidade comercial para essa tecnologia? 6- As conclusões desse estudo indicam viabilidade comercial? 7- Os resultados dos testes do protótipo/modelo indicam viabilidade de engenharia? 8- Modelo/Protótipo foi ensaiado com margens de segurança adequadas para demonstrar o desempenho em ambiente operacional? 9- Foi totalmente integrado o protótipo ao ambiente real demonstrado?	* Realizar testes da tecnologia em um ambiente operacional real para validar sua aplicabilidade prática. * Implementar as adaptações necessárias para assegurar que a tecnologia opere adequadamente no ambiente real. * Registrar e documentar os resultados obtidos nos testes realizados em campo, garantindo sua validação. * Realizar uma análise detalhada do processo produtivo, implementando auditorias, simulações ou testes em escala piloto para identificar potenciais problemas e garantir a viabilidade da produção em larga escala. * Realizar um estudo de mercado ou análise detalhada da viabilidade comercial da tecnologia. * Analisar as conclusões do estudo de viabilidade comercial para confirmar seu potencial de aplicação. * Garantir que os testes do protótipo/modelo demonstrem viabilidade técnica e de engenharia. * Ensaiar o modelo/protótipo com margens de segurança adequadas para validar o desempenho em ambiente operacional. * Integrar totalmente o protótipo ao ambiente real, assegurando sua funcionalidade e operação contínua. * Verificar e documentar se as expectativas prévias de desempenho foram alcançadas com sucesso.
8	1- A tecnologia está completamente desenvolvida e pronta para produção? 2- A tecnologia foi qualificada ou certificada para aplicação comercial? 3- Existe um plano de implementação ou produção em escala para essa tecnologia? 4- A tecnologia já foi avaliada em um ambiente próximo ao real? 5- Resultados e conclusões dessa avaliação indicam que a tecnologia está pronta para o próximo nível? 6- Planejamento de produção e desenhos de rascunho estão quase completos e validados? 7- Metas de custo do projeto foram identificadas? 8- Necessidades de investimento para o processo estão disponíveis? 9- Existe Relatório Técnico Final? 10- O processo de produção foi demonstrado com adoção	* Certificar-se de que a tecnologia está completamente desenvolvida e documentada para produção em larga escala. * Garantir que a tecnologia seja qualificada ou certificada conforme os requisitos comerciais e regulatórios. * Elaborar um plano detalhado de implementação ou produção em escala para viabilizar sua aplicação prática. * Avaliar a tecnologia em um ambiente próximo ao real para validar sua operação e desempenho. * Analisar os resultados e conclusões da avaliação para confirmar se a tecnologia está pronta para o próximo nível. * Concluir e validar o planejamento de produção e os desenhos de rascunho necessários. * Identificar metas de custo realistas e alinhadas com os objetivos do projeto. * Assegurar que os investimentos necessários para o processo estão disponíveis e alocados. * Desenvolver e finalizar o Relatório Técnico Final, detalhando todas as etapas e validações. * Demonstrar que o processo de produção adota boas práticas e atende aos padrões de qualidade estabelecidos.
9	1- A tecnologia foi implementada em um ambiente operacional final? 2- Os principais problemas de produção foram resolvidos? 3- Tecnologia pronta para a produção em série? 4- A tecnologia foi avaliada em ambiente real e entregou resultados de acordo com o esperado? 5- São necessárias mais mudanças na tecnologia (design)? 6- A tecnologia possui arcabouço legal e permissões necessárias para comercialização? 7- Há algum plano de comercialização para a tecnologia? 8- Sistema logístico foi implantado/implementado? 9- Foram realizados todos os processos de fabricação controlados para o nível de qualidade adequado? 10- Foi concluída a documentação final do processo?	* Implementar a tecnologia em um ambiente operacional final para validar sua funcionalidade e eficiência. * Priorizar a resolução dos problemas de produção garantindo a estabilidade e eficiência da produção antes da implementação final. * Finalizar os ajustes na tecnologia, realizar testes finais de validação em condições reais de produção e garantir que todos os requisitos técnicos, logísticos e regulatórios estejam atendidos para viabilizar a produção em série. * Avaliar a tecnologia em um ambiente real e garantir que os resultados atendam às expectativas. * Realizar uma revisão detalhada do design da tecnologia, identificando e implementando as alterações necessárias para atender aos requisitos funcionais, de desempenho e regulatórios antes de finalizar o desenvolvimento. * Assegurar que a tecnologia possui arcabouço legal e permissões necessárias para comercialização. * Desenvolver e validar um plano de comercialização detalhado para a tecnologia. * Implementar um sistema logístico eficiente para suportar a operação e distribuição da tecnologia. * Controlar os processos de fabricação para garantir que atendam ao nível de qualidade adequado. * Finalizar e validar a documentação completa do processo, assegurando conformidade com os padrões necessários.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Com essas informações, o pesquisador tem uma visão mais abrangente sobre o estado atual da tecnologia, permitindo identificar os pontos que necessitam de maior atenção e direcionando esforços para as melhorias necessárias.

4.5 ANÁLISE DO RESULTADO

Os projetos de PD&I seguem um ciclo de vida composto por diferentes fases, que abrangem desde a pesquisa até a produção, conforme descrito no Manual de Frascati (OCDE, 2015). Essas fases incluem:

- Pesquisa básica
- Pesquisa aplicada
- Desenvolvimento experimental
- Industrialização
- Produção e comercialização

Desta maneira, cada nível da escala TRL apresenta uma correlação com as fases de desenvolvimento de um projeto, conforme demonstra a Figura 28 a seguir.

Figura 28 - Correlação TRL/PD&I.



Fonte: ABGI BRASIL (2025).

Um aspecto essencial a ser analisado são os mecanismos de apoio à inovação, que compreendem programas voltados ao incentivo de projetos inovadores por meio do acesso a recursos financeiros públicos e privados. Esses recursos podem ser disponibilizados por meio de financiamentos e empréstimos, viabilizando o avanço de tecnologias em diferentes estágios de maturidade (ABGI BRASIL, 2025).

Assim, conforme o nível de desenvolvimento em que o projeto se encontra, há uma priorização por parte dos financiadores. A Figura 29 apresenta a relação entre o nível TRL (*Technology Readiness Level*) e a adesão de determinados financiadores.

Figura 29 - Financiadores de tecnologias.

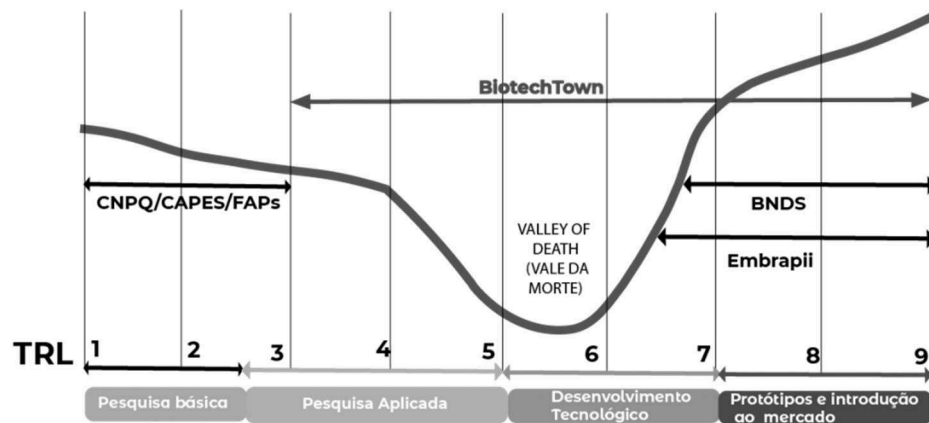
TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
		EMBRAPII/EMBRAPII SEBRAE						
		EMBRAPII-SEBRAE / FOM. PROJ. INOV.						
		ABDI / PROG. NACIONAL CONEXÃO STARTUP IND.						
	SEBRAE / SEBRAETEC							
	BNDES / BNDES GARAGEM CRIAÇÃO							
			BNDES / BNDES GARAGEM ACELERAÇÃO					
	BNDES / BNDES INOVAÇÃO							
	BNDES / MPME INOVADORA							
	FINEP / FINANCIAMENTO REEMBOLSÁVEL							
	FINEP / FINEP CONECTA							
	BNDES / THAI							
	FINEP / INOVACRED							
						FINEP / AP. AQ. INOV. TELEC.		

Fonte: Martin et al. (2020).

Além disso, é importante considerar se a tecnologia está passando pelo chamado "Vale da Morte". Esse termo descreve o momento crítico em que um projeto precisa de um grande investimento para seguir adiante, mas ainda não gera receita suficiente para se sustentar.

Muitas inovações acabam ficando pelo caminho justamente por falta de recursos e apoio estratégico. Esse desafio acontece na transição entre a fase de pesquisa e desenvolvimento e a comercialização, um período decisivo para a viabilização de novas tecnologias no mercado. Esse período crítico, conhecido como "vale da morte", onde muitas startups enfrentam dificuldades significativas para avançar (MUNHOZ et al., 2020), como mostrado na Figura 30, que representa o vale da morte.

Figura 30 - Vale da Morte.



Fonte: BiotechTown (2021).

É geralmente nesta etapa que a tecnologia "morre" por falta de investimentos para continuar o desenvolvimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou as diretrizes que compõem o processo de transferência de tecnologias, com ênfase na análise do nível de maturidade tecnológica. O objetivo foi proporcionar maior clareza sobre o funcionamento desse processo e identificar os principais instrumentos para a mensuração da maturidade tecnológica de produtos.

Para isso, foi desenvolvida uma ferramenta para auxiliar no cálculo e mensuração do nível de maturidade tecnológica (TRL). Como resultado final, o formulário desenvolvido se caracteriza por uma linguagem simples e clara, o que facilita sua aplicação por qualquer pessoa, independentemente de seu nível de conhecimento técnico. Para exemplificar seu funcionamento, foi realizado um estudo de caso utilizando a tecnologia Carvão Ativado, que, após a avaliação, constatou-se que a tecnologia encontra-se no TRL 4.

Neste estágio de maturidade, já se espera que a tecnologia tenha estabelecido seus conceitos e princípios fundamentais por meio de uma pesquisa básica, realizado a prova de conceito após uma pesquisa exploratória, desenvolvido um produto mínimo viável (MVP) com base em uma pesquisa aplicada e, por fim, conduzido testes laboratoriais em escala reduzida para validar seus componentes.

Além disso, a tecnologia passou pela validação de componentes e/ou subsistemas em ambiente laboratorial, estando alinhada à fase de desenvolvimento experimental do projeto de PD&I. Para avançar para o TRL 5, é essencial que a tecnologia seja testada em um ambiente relevante, onde suas aplicações possam ser avaliadas em condições análogas às reais. Esse processo ajudará a reduzir incertezas técnicas, fornecendo mais segurança sobre seu desempenho e aumentando suas chances de escalonamento e futura produção em larga escala.

Entretanto, um desafio importante neste momento é que a tecnologia encontra-se no chamado "Vale da Morte", um período crítico em que muitos projetos enfrentam dificuldades devido à necessidade de maior investimento para avançar no desenvolvimento. Sem os recursos adequados, há o risco de que a tecnologia não consiga progredir para os próximos estágios.

Apesar desse obstáculo, há alternativas viáveis para garantir a continuidade do projeto. Mecanismos de incentivo à inovação, como financiamentos públicos e

privados, podem fornecer o suporte necessário para que a tecnologia supere essa fase e avance para níveis mais altos da escala TRL. Com um planejamento adequado e estratégias voltadas para captação de recursos, a tecnologia pode seguir sua trajetória, consolidando-se no mercado.

5.1 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Como proposta de melhoria, o formulário desenvolvido para o cálculo do nível TRL das tecnologias pode ser refinado. Considerando que ele foi aplicado apenas uma vez em uma tecnologia real, recomenda-se a realização de novos testes e, posteriormente, sua validação comparativa com os resultados de outras calculadoras TRL.

Além disso, é possível ajustar as perguntas do formulário, de acordo com os objetivos específicos do aplicador para cada nível da escala TRL, sem comprometer o funcionamento da calculadora.

Com relação ao funcionamento da ferramenta, podem ser testadas novas funcionalidades que foram cogitadas, como a implementação da resposta "não se enquadra". Essa opção permitiria excluir determinadas perguntas da base de cálculo sem afetar a avaliação geral. No entanto, para que essa funcionalidade seja viável, seriam necessários mais testes e validações.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Validar o formulário com mais aplicações e comparações com outras calculadoras TRL.
- Refinar o funcionamento da calculadora, revisando seus cálculos e aprimorando as possibilidades de resultados.
- Disponibilizar a calculadora em um site, permitindo que o público pesquisador possa utilizá-la de forma prática e acessível.

REFERÊNCIAS

ABGI BRASIL. **TRL — Recursos financeiros por níveis de maturidade tecnológica.** Online. Disponível em: <https://abgi-brasil.com/trl-recursos-financeiros-por-niveis-de-maturidade-tecnologica/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

APARECIDA, E. et al. **Confiança em redes horizontais de empresas: um estudo bibliométrico.** [S.l.: s.n.], [s.d.].

BIOTECHTOWN. **Technology Readiness Level: como funciona o método TRL.** Online. Disponível em: <https://biotechtown.com/blog/trl/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

BRASIL. **Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Online. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005.** Dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 nov. 2005. Online. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007.** Dispõe sobre o incentivo ao desenvolvimento tecnológico da indústria de semicondutores e de displays e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 jun. 2007. Online. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11484.htm. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015.** Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal e a Convenção sobre Diversidade Biológica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 maio 2015. Online. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016.** Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 jan. 2016. Online. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997.** Institui a proteção de cultivares e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1997. Online. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9456.htm. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.** Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 fev. 1998. Online. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm. Acesso em: 25 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Portaria MCTI nº 6.449, de 17 de outubro de 2022**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 17 out. 2022. Online. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mcti-n-6.449-de-17-de-outubro-de-2022-437609158>. Acesso em: 25 jan. 2025.

CAMPBELL, D. T.; FISKE, D. W. **Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix**. Psychological Bulletin, v. 56, n. 2, p. 81-105, 1959. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/h0046016>. Acesso em: 25 dez. 2024.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN). **Manual de Propriedade Intelectual do CDTN: Introdução**. 2023. Online. Disponível em: <https://www.gov.br/cdtn/pt-br/inovacao-e-tecnologia/manual-de-propriedade-intelectual-do-cdtn/introducao>. Acesso em: 17 fev. 2025.

CONSUP/IFTO. **Regulamento da política de inovação do Instituto Federal do Tocantins – IFTO**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO, 2019. Online. Disponível em: <https://portal.ift.edu.br>. Acesso em: 11 jun. 2024.

EMBRAPA. **Escala de maturidade tecnológica TRL/MRL**. Online. Disponível em: <https://www.embrapa.br/escala-dos-niveis-de-maturidade-tecnologica-trl-mrl>. Acesso em: 11 jun. 2024.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. **Hélice tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo**. Estudos Avançados, v. 31, n. 90, p. 23–48, maio 2017.

FINK, A. **How to measure survey reliability and validity**. v. 7. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.

INPI. **Transferência de tecnologia**. Online. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/transferencia-de-tecnologia#quaisaostipos>. Acesso em: 25 dez. 2024.

INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO. **Calculadoras TRL e MRL**. Online. Disponível em: <https://iae.dcta.mil.br/index.php/calculadoras-trl-e-mrl>. Acesso em: 25 dez. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Boletim mensal de propriedade industrial**. Rio de Janeiro: 2024. Online. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas>. Acesso em: 25 dez. 2024.

JUNGSMANN, D. **Inovação e propriedade intelectual: guia para docente**. SENAI, 2010.

LUCIAN, R.; DORNELAS, J. S. **Mensuração de atitude: proposição de um protocolo de elaboração de escalas**. Revista de Administração Contemporânea, v. 19, n. 2, p. 157-177, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac20151559>. Acesso em: 25 dez. 2024.

MANKINS, J. C. **Technology readiness assessments: a retrospective.** Acta Astronautica, v. 65, n. 9-10, p. 1216-1223, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058>. Acesso em: 25 dez. 2024.

MANUAL DE OSLO. **Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica.** Tradução de Paulo Garchet. Brasília: Finep, 2004. Online. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 25 dez. 2024.

MARTIN, A. R. et al. **Classificação dos Instrumentos de Captação de Recursos para Apoio à Inovação do Governo Federal na Escala de Prontidão Tecnológica (TRL).** Cadernos de Prospecção, v. 13, n. 1, p. 68-81, 2020. Online. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Adriana-Martin/publication/339988526_Classificacao_dos_Instrumentos_de_Captacao_de_Recursos_para_Apoio_a_Inovacao_do_Governo_Federal_na_Escala_de_Prontidao_Tecnologica_TRL_Classification_of_Innovation_Support_Instruments_of_the_Federal_G/links/5e714197299bf15718459749/Classificacao-dos-Instrumentos-de-Captacao-de-Recursos-para-Apoio-a-Inovacao-do-Governo-Federal-na-Escala-de-Prontidao-Tecnologica-TRL-Classification-of-Innovation-Support-Instruments-of-the-Federal-G.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Relatório de Políticas Públicas para Inovação e Transferência de Tecnologia.** Brasília, 2019.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Calculadora TRL.** Online. Disponível em: <https://formularios.mctic.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2025.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Calcule a maturidade da tecnologia.** Online. Disponível em: <https://vitrinetecnologica.mec.gov.br>. Acesso em: 25 dez. 2024.

MUNHOZ, Fernando Molina; et al. **Vale da Morte: estudo sobre as causas e aplicações nas startups de tecnologia.** 2020. Online. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340492097_VALE_DA_MORTE_ESTUDO_SOBRE_AS_CAUSAS_E_APLICACOES_NAS_STARTUPS_DE_TECNOLOGIA. Acesso em: 17 fev. 2025.

OLIVEIRA, J. L. C.; FREY, I. A.; OLIVEIRA, F. H. P.; CARVALHO, J. F. S.; SILVA, S. W. **Métodos de valoração no contexto da transferência de tecnologia entre universidade e empresas.** Business Journal, v. 3, n. 2, p. 9-21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2674-6433.2021.002.0002>.

OLIVEIRA, J. L. C. **Valoração de tecnologias no cenário de transferência de tecnologia entre universidade e empresa no Brasil: uma metodologia proposta.** 2020. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Online. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/35783>. Acesso em: 25 dez. 2024.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Frascati 2015: Diretrizes para a coleta e o relato de dados sobre pesquisa e desenvolvimento experimental.** Brasília, DF: MCTI, 2015. Online. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores/paginas/manuais-de->

referencia/arquivos/OCDE_ManualFrascati_2015_PT_BR.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. **Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura.** Ciência da Informação, v. 46, n. 2, p. 104-121, 2017. Online. Disponível em: <https://revista.ibict.br>. Acesso em: 25 dez. 2024.

QUIKER. **Vale da Morte: o desafio do financiamento para inovações tecnológicas.** Online. Disponível em: <https://quiker.com.br/vale-da-morte/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

ANEXO A

APLICANDO A METODOLOGIA METHODI ORDINATIO

Este anexo visa demonstrar o processo detalhado e os resultados obtidos com a aplicação da Methodi Ordinatio.

ETAPA 1: DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO DE ESTUDO

Ao iniciar uma pesquisa acadêmica é comum que o pesquisador alinhe seu tema à linha de pesquisa do orientador. Para aqueles que estão ingressando em uma nova área e ainda não estão familiarizados com o assunto, é fundamental compreender a direção e o estado da arte dessa linha de pesquisa. Nesse contexto, a utilização de metodologias de revisão sistemática, como a Methodi Ordinatio, pode ser extremamente útil. Essa metodologia orienta a busca, seleção, coleta e classificação de artigos científicos, auxiliando na identificação dos trabalhos mais relevantes e atuais na área de interesse (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2017).

Assim, neste trabalho, a intenção de pesquisa é construir um portfólio bibliográfico a partir de artigos científicos sobre o tema de Transferência de Tecnologia (TT) e a aplicação da escala *Technology Readiness Level* (TRL).

ETAPA 2: REALIZAÇÃO DE UMA PESQUISA PRELIMINAR EXPLORATÓRIA UTILIZANDO AS PALAVRAS-CHAVES

Hora de escolher as *Keywords* a serem utilizadas e combiná-las com as palavras-chave, assim tendo algumas combinações para serem testadas na base de dados (Scopus).

Tabela 10 - Pesquisa preliminar exploratória (Anexo A).

	COMBINAÇÕES DE KEYWORDS E PALAVRAS-CHAVE	SCOPUS
1	"technology transfer" AND "intellectual property"	982
2	"technology transfer" AND ("Technology Readiness Level" OR trl)	31
3	"technology transfer" AND "technology valuation"	18

4	"technology transfer concept"	5
5	"technology transfer practices"	4
6	"technology transfer" AND "intellectual property" AND ("Technology Readiness Level" OR trl)	4
7	"technology transfer" AND (MRL OR "Manufacturing Readiness Levels")	4
8	"technology transfer" AND "intellectual property" AND "technology transfer practices"	4
9	"technology transfer" AND ("Technology Readiness Level" OR trl) AND (MRL OR "Manufacturing Readiness Levels")	2
10	"Transferência de Tecnologia" AND "Propriedade Intelectual"	2
11	"Transferência de Tecnologia" AND "Propriedade Intelectual" AND ("Technology Readiness Level" OR TRL)	0

Data da pesquisa: 14/04/2024

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da pesquisa preliminar exploratória foram documentados e assim é possível conferir as combinações utilizadas e seus respectivos resultados (número de artigos encontrados).

ETAPA 3: DEFINIÇÃO E COMBINAÇÃO DE PALAVRAS-CHAVE E BASES DE DADOS A SEREM UTILIZADAS

A base de dados utilizada foi a Scopus. A escolha deu-se em função do bom volume de trabalhos apresentados na pesquisa preliminar. E após as buscas as combinações escolhidas foram aquelas que obtiveram um bom número de artigos e/ou estavam mais relacionadas com o objetivo da pesquisa.

ETAPA 4: PESQUISA FINAL NAS BASES COM ADAPTAÇÃO DAS STRINGS

A busca final definitiva resultou no total bruto de 57 artigos, os quais passarão por um processo de filtragem no gerenciador de referências JabRef.

Tabela 11 - Pesquisa final (Anexo A).

	COMBINAÇÕES DE KEYWORDS E PALAVRAS-CHAVE	SCOPUS
1	"technology transfer" AND ("Technology Readiness Level" OR trl)	31
2	"technology transfer" AND "technology valuation"	18
3	"technology transfer" AND "intellectual property" AND ("Technology Readiness Level" OR trl)	4
4	"technology transfer" AND (MRL OR "Manufacturing Readiness Levels")	4

Fonte: Elaboração própria.

ETAPA 5: PROCEDIMENTO DE FILTRAGEM (DUPLICIDADE, REPETIÇÃO, DIVERGÊNCIA COM O TEMA)

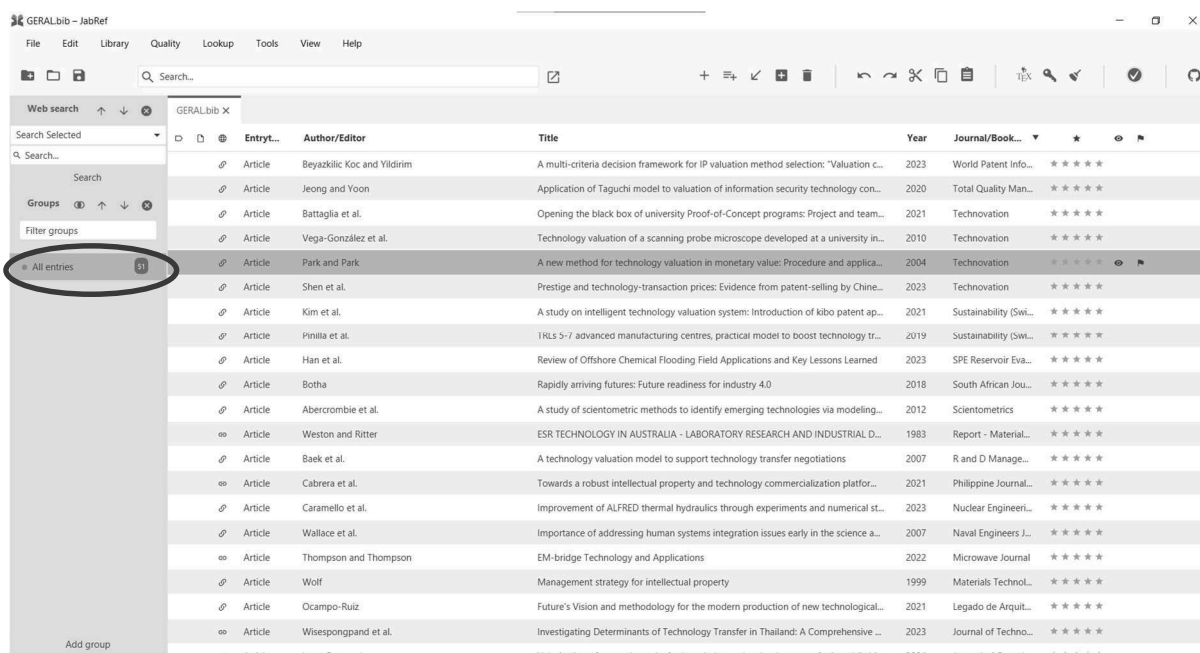
Nessa etapa os resultados de cada pesquisa são lançados na plataforma JabRef, onde é feita a filtragem dos artigos duplicados.

Tabela 12 - Resultado da filtragem (Anexo A).

FILTRAGEM DE DOCUMENTOS	Nº DE DOCUMENTOS
Total de documentos coletados	57
Eliminação de duplicadas	6

Fonte: Elaboração própria.

Figura 31 - Resultado da filtragem JabRef (Anexo A).



Fonte: Elaboração própria.

Após a remoção de duplicadas, restaram 51 artigos. O próximo passo é realizar uma filtragem do tema que se trata de uma leitura do título e posteriormente a eliminação daqueles que não estão relacionados ao tema.

Tabela 13 - Filtragem por título (Anexo A).

	Author	Title	Year	Journal/Proceedings
1	Schiffner, G.	Machine-room less lifts	2001	Elevator World
2	Weston, G. and Ritter, J.	ESR TECHNOLOGY IN AUST	1983	Report - Materials Research Laboratories (Australia)
3	Barbier, X., Kircher, E. and	The future is our business - Ho	2003	European Space Agency Bulletin(116), pp. 46 – 51
4	Dunhill, A., Thayer, P. and	The advantages and challenge	2011	Insight: Non-Destructive Testing and Condition Monitoring
5	Battaglia, D., Paolucci, C.	Opening the black box of unive	2021	Technovation
6	Genaïdy, A. and Karwowski, W.	A roadmap for a methodology	2008	Human Factors and Ergonomics In Manufacturing
7	Han, M., Ayirala, S. and	Review of Offshore Chemical	2023	SPE Reservoir Evaluation and Engineering
8	Dubos, G.F. and Saleh, M.	Risk of spacecraft on-orbit ob	2010	Acta Astronautica
9	Wallace, D.F., Bost, J.R.	Importance of addressing hum	2007	Naval Engineers Journal
10	Thompson, A. and Thompson, J.	EM-bridge Technology and Ap	2022	Microwave Journal
11	Ma, G., Buswell, R., Lea, J.	Technology readiness: A glob	2022	Cement and Concrete Research
12	Abercrombie, R.K., Uddin, S.	A study of scientometric meth	2012	Scientometrics
13	Buhr, T., Young, A., Berntsen, T.	Hot, humid air decontaminatio	2016	Journal of Applied Microbiology
14	Caramello, M., Frignani, F.	Improvement of ALFRED ther	2023	Nuclear Engineering and Design
15	Zorrilla, M., Ao, J., Terhune, J.	Using the lens of assistive tec	2022	Disability and Rehabilitation: Assistive Technology
16	Zabaniotou, A., Kamate, S.	Sustainable bioeconomy trans	2018	Journal of Cleaner Production
17		Small in size - Powerful in effe	2004	Jane's Defence Industry(JAN.)
18	Stanishkar, T., Sharma, S.	Crop variety valuation for tech	2024	International Journal of Revenue Management
19	Bennett, D., Vaidya, K. and	Valuing transferred machine to	1939	International Journal of Operations and Production Management
20	Bennett, D., Vaidya, K., H	Technology Transfer to the Ch	1937	Industry and Higher Education
21	Vega-González, L., Qureshi, M.	Technology valuation of a sca	2010	Technovation
22	Cupp, A., Fritts, A., Brei, J.	Application of the Technology	2023	Fisheries
23	Sutherland, I., Ignatova, I.	Scalable technology for the ex	2011	Journal of Chromatography A
24	Liu, H.-Y., Subramanian, J.	In Search of the Perfect Match	2021	IEEE Transactions on Engineering Management
25	Leon-Roa, C., Zufiga-C	Valorization of research result	2024	Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity
26	Meeampol, S. and Rass	Business school strategies fo	2023	International Journal of Innovation and Learning
27	Liu, H.-Y., Subramanian, J.	Marrying the Best of Both 'wo	2020	IEEE Transactions on Engineering Management
28	Bong, K.H., Shin, Y. and	Do Firms' Efforts Matter? An	2022	IEEE Transactions on Engineering Management
29	Ocampo-Ruiz, E.	Future's Vision and methodolo	2021	Legado de Arquitectura y Diseno
30	Tibay, E., Quinones, R.	Optimal Planning of University	2022	IEEE Access
31	Eckhauser, J.M., Hughes, R.	Evaluating real options for mit	2009	International Journal of Project Management
32	Jun, S., Park, S. and Jan	A Technology Valuation Mode	2015	Emerging Markets Finance and Trade
33	Jang, W.-J. and Lee, C.	A technology valuation model	2013	International Journal of Innovation and Technology Management
34	Baek, D.-H., Sul, W., Ho	A technology valuation model	2007	R and D Management
35	Vega-González, L. and S	Valuation methodology for ted	2010	Journal of Applied Research and Technology
36	Cabrera, E.A.M. and Ar	Technology valuation at unive	2019	Contaduría y Administración
37	Koh, S.-H. and You, Y.-Y	An empirical study on the med	2018	Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems
38	Kim, H.S.	Technology valuation for intel	2022	International Journal of Advanced and Applied Sciences
39	Wolf, R.	Management strategy for intel	1939	Materials Technology
40	Lee, J.H., Sung, T.-E., Ki	Evaluating determinant priority	2018	Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity
41	Koh, S.H. and Yoo, Y.W	An empirical study on the med	2017	International Journal of Applied Business and Economic Research
42	Park, Y. and Park, G.	A new method for technology	2004	Technovation
43	Shen, H., Coreynen, W.	Prestige and technology-trans	2023	Technovation
44	Kim, M.-S., Lee, C.-H., C	A study on intelligent technolo	2021	Sustainability (Switzerland)
45	Jeong, Y. and Yoon, B.	Application of Taguchi model	2020	Total Quality Management and Business Excellence
46	Wisessongpand, C., On	Investigating Determinants of	2023	Journal of Technology Management and Innovation
47	Beyazkılıç Koc, A. and Y	A multi-criteria decision frame	2023	World Patent Information
48	Rocha, A., Cruz-Cunha, J.	University technology transfer	2023	International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management
49	Cabrera, E.J.C., Baticad	Towards a robust intellectual p	2021	Philippine Journal of Science
50	Pinilla, L.S., Rodríguez, J.	TRLs 5-7 advanced manufactu	2019	Sustainability (Switzerland)
51	Botha, A.	Rapidly arriving futures: Future	2018	South African Journal of Industrial Engineering

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, após a aplicação do procedimento de filtragem, restaram 30 artigos.

ETAPA 6: IDENTIFICAÇÃO DO FATOR DE IMPACTO, CITAÇÕES E ANO DE PUBLICAÇÃO

Após realizar os procedimentos de filtragem, o resultado foi exportado para a planilha RankIN, onde é feito a aplicação da equação InOrdinatio.

Tabela 14 - Fator de Impacto, Citações e Ano de Publicação (Anexo A).

LEGEND:	
Ranking:	after applying the equation, the researcher must rank from highest to lowest to form the ranking
Article:	full article title
IF:	impact factor (last year CiteScore, or the estimation of it from the JCR in case of non-existent CiteScore)
Year:	year the article was published
Ci:	total citations found on Google Scholar
InOrdinatio:	$\text{InOrdinatio v2} = \{(\Delta * \text{IF}) - [\lambda * (\text{ResearchYear} - \text{PubYear}) / \text{HalfLife}] + \Omega * \sum \text{Ci} / [(\text{ResearchYear} + 1) - \text{PubYear}]\}$
Δ :	is the value between 0 and 10 that the researcher assigns to the importance of the publication's IF
λ :	is the value between 0 and 10 that the researcher assigns to the relevance of the year of publication
Ω :	is the value between 0 and 10 that the researcher assigns to the importance of the publication's annual average of citations
ResearchYear:	is the year in which the research is being performed. Eg: 2023
PubYear:	is the year the article was published. Eg: 1998
Half-Life	median Cited Half-Life of journals with JCR 2020 (7.6)
Δ :	10
λ :	10
Ω :	10
ResearchYear:	2024
Note 1:	The impact factor is automatically filled in, based on the journal title or ISSN
Note 2:	Mandatory fields are: Δ , λ , Ω , ResearchYear, Article, Year, Journal e Ci

Fonte: Elaboração própria.

Para essa pesquisa, os valores atribuídos para Fator de Impacto, Citações e Ano de Publicação foram todos 10, assim considerando que todos possuem o mesmo nível de importância na análise e classificação dos artigos.

ETAPA 7: CLASSIFICAÇÃO USANDO EQUAÇÃO INORDINATIO

A partir das informações de ano de publicação, número de citações e o fator de impacto, gerou-se o índice inordinatio para classificar as publicações por ordem de relevância conforme metodologia proposta.

Tabela 15 - Ranking dos artigos (Anexo A).

Ranking	Authors	Article	Journal	FI	Year	Ci	InOrdinatio
1	Park, Y. and Park, G.	A new method for Technovation		10,1	2004	217	178,02
2	Eckhause, J.M., Hughes, D.R. and Gabriel, S.	Evaluating real o International Journa		14	2009	51	152,14
3	Shen, H., Coreynen, W. and Huang, C.	Prestige and tech Technovation		10,1	2023	6	129,68
4	Baek, D.-H., Sul, W., Hong, K.-P. and Kim, H.	A technology val R and D Manageme		7,9	2007	93	108,30
5	Liu, H.-Y., Subramanian, A.M. and Hang, C.-C	Marrying the Bes IEEE Transactions o		6,2	2020	23	102,74
6	Bong, K.H., Shin, Y. and Park, J.	Do Firms' Efforts IEEE Transactions o		6,2	2022	13	102,70
7	Jun, S., Park, S. and Jang, D.	A Technology Va Emerging Markets F		4,8	2015	60	96,16
8	Pinilla, L.S., Rodríguez, R.L., Gandarias, N.T.,	TRLs 5-7 advanc Sustainability (Switz		5	2019	27	88,42
9	Tibay, E., Quinones, R., Quinones, H., Seleric	Optimal Planning IEEE Access		6,7	2022	5	81,04
10	Liu, H.-Y., Subramanian, A.M. and Hang, C.-C	In Search of the IEEE Transactions o		6,2	2021	9	80,55
11	Jeong, Y. and Yoon, B.	Application of Ta Total Quality Mana		7,2	2020	5	76,74
12	Botha, A.	Rapidly arriving South African Journa		1,2	2018	49	74,11
13	Leon-Roa, C., Zuñiga-Collazos, A., Villada Ca	Valorization of re Journal of Open Inn		5,1	2024	2	71,00
14	Sutherland, I., Ignatova, S., Hewitson, P., Jan	Scalable technol Journal of Chromato		7,3	2011	20	70,18
15	Lee, J.H., Sung, T.-E., Kim, E. and Shin, K.	Evaluating deter Journal of Open Inn		5,1	2018	13	61,68
16	Kim, M.-S., Lee, C.-H., Choi, J.-H., Jang, Y.-J.,	A study on intelli Sustainability (Switz		5	2021	2	51,05
17	Beyazkılıç Koc, A. and Yildirim, N.	A multi-criteria d World Patent Inform		2,7	2023	2	35,68
18	Cupp, A., Fritts, A., Brey, M., Woodley, C., Sn	Application of th Fisheries		3	2023	0	28,68
19	Cabrera, E.A.M. and Arellano, A.A.	Technology valu Contaduría y Admin		0,9	2019	11	20,75
20	Wolf, R.	Management str Materials Technolo		5	1999	1	17,49
21	Meeampol, S. and Rassameethes, B.	Business school International Journa		1,5	2023	0	13,68
22	Wisespongpan, C., Ongkunaruk, P. and Leir	Investigating De Journal of Technolo		1,4	2023	0	12,68
23	Jang, W.-J. and Lee, C.	A technology val International Journa		2,2	2013	6	12,53
24	Rocha, A., Cruz-Cunha, M.M. and Romero, F.	University techn International Journa		1,1	2023	0	9,68
25	Cabrera, E.J.C., Baticados, G.N., Junsay, M.V	Towards a robu Philippine Journal o		0,8	2021	1	6,55
26	Vega-González, L. and Saniger Blesa, J.	Valuation metho Journal of Applied R		0,9	2010	21	4,58
27	Kim, H.S.	Technology valu International Journa		0,1	2022	0	-1,63
28	Ocampo-Ruiz, E.	VISIÓN DE FUTU Legado de Arquitect			2021	0	-3,95
29	Koh, S.-H. and You, Y.-Y.	An empirical stu Journal of Advancece			2018	0	-7,89
30	Koh, S.H. and Yoo, Y.W.	An empirical stu International Journa			2017	0	-9,21

Fonte: Elaboração própria.

A aplicação torna-se mais simplificada quando é utilizada a planilha fornecida pelos fundadores da metodologia.

ETAPA 8: SALVAR E CATALOGAR OS TRABALHOS SELECIONADOS

Nesta etapa, realiza-se a busca pelos trabalhos em sua versão completa, que pode ser acessada diretamente no site da revista ou por meio do Google Scholar. Muitos artigos são encontrados integralmente ao utilizar informações como o fator de impacto e o número de citações como critérios de busca.

ETAPA 9: LEITURA E ANÁLISE SISTEMÁTICA DOS ARTIGOS SELECIONADOS

Nesta etapa, os artigos foram analisados, considerando que os trabalhos já estão organizados em ordem de relevância.