

**UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

DISSERTAÇÃO

**Adaptação e Implementação de Ferramenta para Avaliação do Nível de
Maturidade Tecnológica no Segmento Alimentício, com Ênfase na Área de
Pescado**

WILLIAN BONNE MONTEIRO DOS SANTOS

2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**ADAPTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTA PARA
AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA NO
SEGMENTO ALIMENTÍCIO, COM ÊNFASE NA ÁREA DE PESCADO**

WILLIAN BONNE MONTEIRO DOS SANTOS

Sob a orientação da Professora
Dra. Gesilene Mendonça de Oliveira

e Co-orientação do Professor
Dr. Romulo Cardoso Valadão

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ
Fevereiro, 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237a Santos, Willian Bonne Monteiro dos , 1992-
ADAPTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTA PARA
AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA NO
SEGMENTO ALIMENTÍCIO, COM ÊNFASE NA ÁREA DE PESCADO /
Willian Bonne Monteiro dos Santos. - Seropédica,
2023.
118 f.

Orientadora: Gesilene Mendonça de Oliveira.
Coorientadora: Romulo Cardoso Valadão.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2023.

1. Inovação Científica. 2. Maturidade Tecnológica. 3.
TRL. 4. Pescado. 5. Transferência de Tecnologia. I.
Oliveira, Gesilene Mendonça de, 1972-, orient. II.
Valadão, Romulo Cardoso , 1976-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos. IV. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de
Financiamento 001.



UFRRJ

MINISTERIO DA EDUCACAO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE POS-GRADUACAO EM CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ATA Nº 861/2023 - PPGCTA (12.28.01.00.00.00.41)

Nº do Protocolo: 23083.012189/2023-19
Seropédica-RJ, 06 de março de 2023.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/02/2023

(Assinado digitalmente em 06/03/2023 13:19)
ANDRE VON RANDOW DE ASSIS
DTA (12.28.01.00.00.00.41)
Matricula: ###09240

(Assinado digitalmente em 09/03/2023 19:38)
GESILENE MENDONCA DE OLIVEIRA
DTA (12.28.01.00.00.00.41)
Matricula: ###33741

(Assinado digitalmente em 13/04/2023 12:11)
SILVIA CONCEICAO REIS PEREIRA MELLO
CPF: ###.###.877-##

(Assinado digitalmente em 06/03/2023 14:23)
WILLIAN BONNE MONTEIRO DOS SANTOS
Matricula: 2020#####9

Visualize o documento original em <https://sispac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 861, ano: 2023, tipo: ATA, data de emissão: 06/03/2023 e o código de verificação: 39bdbe9ed7

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa a minha mãe Geruza Monteiro dos Santos, com todo o meu afeto e gratidão, pelos ensinamentos e incondicional apoio que foram decisivos pilares na formação da minha índole.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, em segundo a Doutrina do Santo Daime, por me conceder sabedoria e discernimento para superar as dificuldades com fé e determinação.

A minha Mãe Geruza Monteiro dos Santos, minha rainha, por estar sempre ao meu lado, por me educar acima de tudo com muita humildade e esforço.

Aos meus irmãos Ana Barbara, Wisley Santos, Wesley Santos, Ronald Santos, Sofia, tios Wita, Adriana, Neta, Socorro, Maria, Rosa, ao meu pai Apolinário, aos meus primos Ruan, Bruno, Nataniel, Nathan em especial aos meus avós Cicero Marcolino dos Santos (Cição) e Francisca Monteiro (Lôlôia) que torcem por mim lá no céu, todos estes que me veem como um herói, mas, na verdade, eu que sou vitorioso de tê-los em minha vida.

A todos os meus colegas e amigos que fiz durante este ciclo Bruna Lima, Francisca Mangueira, Robério, Marlon, Teógenes, Marciana, Alana, Nadson, Katia, Tica, Luiz, Laíz, Laerne, Crisvania, Elieuda, Antonio, Athur, Fatima, Cleide, Mateus, Nargila, Rafaela, Juanlu, Alex (*in memoria*), Eduardo, Emanuel Germano, Suelen, Nariane, Wilmar, Igor, Barbara, Mirlene, Rômulo, Alexandre, Maria, Bruno, Sabrina, Renata, Douglas, Laú Nogueira, Aldernia, Andreza, Paula, Mizael, Maílson, Michel, Jaciel, Nailza, Natanael, Davi, Robson, Genivaldo, Valdilene, Jheniffer, Antônio, Silvana, Manoel, Afrânio, Ary, Maria Du ó (*in memoria*), Éder, Silvanir, Ricardo, Rodrigo, Tatiane Labre, João Trajano, Fabio, Selmir.

Aos meus animais de estimação, Snoopy, Sasha, Perdido, Lolla e Izabô, que fizeram com que esta jornada fosse muito menos estressante e mais alegre

À minha orientadora Profa. Dra. Gesilene Mendonça de Oliveira, pela espontaneidade em aceitar o desafio de me acompanhar sob condições tão adversas, confiar no meu compromisso acadêmico e transmitir seus conhecimentos com simplicidade e empenho.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Romulo Cardoso Valadão, por sempre ajustar a sua disputada agenda acadêmica para prestar o seu apoio e transmitir seus conhecimentos sem hesitar fazer o bem, para eu chegar à melhor interpretação estatística.

À minha irmã de mestrado Fernanda De Jorge Gouvea, pelas trocas de experiências, cumplicidade e agradáveis momentos de descontração e sinergia.

A Programa de Residência Universitária de Pós-graduação da UFRRJ, pelo acolhimento e atenção nas horas que mais precisei.

Ao Grupo de Bolsistas Capes do Facebook, por cada meme e motivação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro e provisão de bolsa;

À UFRRJ, especialmente, ao PPGCTA pela oportunidade de cursar o mestrado nessa importante e respeitada casa do saber;

E enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

SANTOS, Willian Bonne Monteiro dos. Adaptação e implementação de ferramenta para avaliação do nível de maturidade tecnológica no segmento alimentício, com ênfase na área de pescado. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

A cadeia produtiva do pescado possui um Sistema Agroindustrial do Pescado (SAP) consolidado e organizado, composto por diferentes setores que permitem a produção, beneficiamento, processamento e a comercialização deste alimento. No entanto, a mais de um século a forma de apresentação dos produtos no mercado é a mesma, fresco, congelado, salgado e seco, defumado e enlatado, necessitando acompanhar as tendências de consumo quanto a diversificação de produtos, quanto a forma de apresentação e a praticidade no seu preparo e saudabilidade. Neste contexto, esta pesquisa tem por objetivo desenvolver uma ferramenta (método analítico) baseada na métrica TRL (*Technology Readiness Level*) para caracterizar os níveis de maturidade científica e tecnológica de produtos de pescado desenvolvidos por projetos de pesquisa no âmbito do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, com ênfase em Tecnologia de Pescado. O estudo sustentou-se a partir de uma pesquisa descritiva e exploratória aplicada utilizando pesquisa bibliográfica, estudo de caso, coleta de dados através da aplicação de questionários contendo perguntas semiestruturadas e análises de exemplos de material referenciado. Através da construção de questionário checklist baseado na metodologia Rocha (2016) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica, suportadas na NBR ISO 16290: 2015, foi proposto um modelo de calculadora TRL, adaptado para segmento alimentício com ênfase em tecnologia de pescado, além da construção de um guia de compreensão da ferramenta, validado por pesquisadores entrevistados da área de ciência e tecnologia de alimentos. A ferramenta foi aplicada em cinco projetos selecionados do PPGCTA – UFRRJ com ênfase na área de tecnologia de pescado e os resultados foram avaliados através da aplicação de quatro propostas metodológicas: 1) proposta de acordo com NBR ISO 16290:2015; 2) proposta com base no modelo calculadora TRL, segundo Rocha (2016); 3) proposta de peso considerando criticidade funcional de elementos da ferramenta atendendo elementos dos trabalhos de (HICKS et al., 2009 e COBOS et al., 2020); e, 4) proposta sugerida pelo autor de pesos ponderados tendo em vista elementos e ciclo de vida da ferramenta. Os resultados indicaram que o melhor modelo para a utilização da ferramenta no contexto alimentício com ênfase em tecnologia de pescado foi a proposta desenvolvida neste trabalho, demonstrando eficientemente o grau de maturidade dos projetos avaliados. Através da identificação do melhor método de aplicação dos resultados da ferramenta foi estabelecido o índice de aderência tecnológica para medir o desenvolvimento da ferramenta a partir da identificação de fatores relacionados à execução dos projetos analisados. Por fim, a ferramenta pode contribuir para o progresso das atividades de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, que podem auxiliar pesquisadores na tomada de decisões relativas ao desenvolvimento e transição dos projetos estudados e as oportunidades existentes no mercado.

Palavras-chaves: Inovação Científica. Maturidade Tecnológica. TRL. Pescado. Transferência de Tecnologia

ABSTRACT

SANTOS, Willian Bonne Monteiro dos. **Adaptation and implementation of a tool to evaluate the level of technological maturity in the food segment, with emphasis on the fish area.** 2023. 132s. Dissertation (master's in food science and technology). Institute of Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

The fish production chain has a consolidated and organized Agroindustrial Fish System (SAP), that is composed of different sectors that allow the production, improvement, processing and marketing of this food. However, for more than a century, the way of presenting the products on the market is the same, fresh, frozen, salty and dry, smoked and canned, needing to follow consumption trends regarding the diversification of products, as to the form of presentation and practicality in their preparation and healthiness. In this context, this research aims to develop a tool (analytical method) based on the TRL (Technology Readiness Level) metric to characterize the levels of scientific and technological maturity of fish products developed by research projects under the Postgraduate Program in Food Science and Technology of the Institute of Technology of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, with emphasis on Fish Technology. The study was based on a descriptive and exploratory research applied using bibliographic research, case study, data collection through the application of questionnaires containing semi-structured questions and analysis of examples of referenced material. Through the construction of a checklist questionnaire based on the Rocha methodology (2016) and the Aeronautical Technological Institute, supported at NBR ISO 16290: 2015, a TRL calculator model adapted for food segment with emphasis on fish technology was proposed, in addition to the construction of a tool understanding guide, validated by searched from the food science and technology areas. The tool was applied in five selected projects of the PPGCTA - UFRRJ with emphasis on the area of fish technology and the results were evaluated through the application of four methodological proposals: 1) proposal according to NBR ISO 16290:2015; 2) proposal based on the TRL calculator model, according to Rocha (2016); 3) weight proposal taking into account functional criticality of tool elements taking into account elements of the work of (HICKS et al., 2009 and COBOS et al., 2020); and, 4) proposal suggested by the author of weighted weights taking into account elements and tool life cycle. The results indicated that the best model for the use of the tool in the food context with emphasis on fish technology was the proposal developed in this work, efficiently showing the degree of maturity of the evaluated projects. Through the identification of the best method of application of the results of the tool, the technological adherence index was established to measure the development of the tool starting from the identification of factors related to the execution of the analyzed projects. Finally, the tool can contribute to the progress of the activities of research, development and innovation projects, which can assist researchers in making decisions related to the development and transition of the projects studied and the opportunities existing in the market.

Keywords: Scientific Innovation. Technological Maturity. TRL. Fish. Technology transfer.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1- Projetos desenvolvidos no PPGCTA que foram utilizados para o estudo da aplicação da ferramenta TRL.....	16
Tabela 2- Situações e desenvolvimento tecnológicos dos projetos acadêmicos do PPGCTA avaliados.....	19
Tabela 3- Valor Crítico de Funcionalidade dos Projetos acadêmicos do PPGCTA.....	20
Tabela 4- Valores de Cotação Sobre a Influência do Ciclo de Vida.....	21
Tabela 5- Nível de elementos alcançados entre os projetos acadêmicos do PPGCTA segundo NBR/16290:2015.....	24
Tabela 6- Percentagem alcançada pelos projetos acadêmicos do PPGCTA distribuída entre os elementos da ferramenta TRL.....	25
Tabela 7- Nível de TRL de acordo com as condições estabelecida no contexto dos projetos.....	27
Tabela 8- Demonstração dos níveis dos projetos acadêmicos do PPGCTA avaliados utilizando a ferramenta TRL.....	28
Tabela 9- Nível de TRL de acordo com as condições estabelecida no contexto dos projetos.....	29
Tabela 10- Demonstração dos níveis dos projetos acadêmicos do PPGCTA avaliados utilizando a ferramenta TRL.....	30
Tabela 11 - Nível de TRL de acordo com as condições estabelecida no contexto dos projetos.....	31
Tabela 12 - Somatório de esforços, investimentos e índice de aderência para cada projeto acadêmico do PPGCTA considerando os valores ponderados de acordo com a quantidade de elementos da ferramenta.....	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Visão e Definição da Escala de Maturidade Tecnológica – TRL.....	10
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
EC Emenda Constitucional
EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations.
GMS Monoestearato de Glicerol
ICT Instituto de Ciência e Tecnologia
IES Instituições de Ensino Superior
IF Instituições Federais
INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO *International Organization for Standardization*
NASA *National Aeronautics and Space Administration*
NBR Norma Brasileira
NIT Núcleo de Inovação Tecnológica
NMT Nível de Maturidade Tecnológica
ONU Organização das Nações Unidas
P&D Pesquisa e Desenvolvimento
PIB Produto Interno Bruto
POA Produtos de Origem Animal
SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TRL Technology Readiness Level
UFRRJ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFs Universidades Federais
CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EUA Estados Unidos da América

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE QUADROS.....	X
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Conceito de Inovação e sua Contextualização.....	4
3.1 Princípios da Inovação Tecnológica	5
3.1.1 Diretrizes do marco legal da ciência, tecnologia e inovação.....	5
3.1.2 Níveis de Maturidade Tecnológica (Technology Readness Level)	7
3.2 Inovações e Aplicações Tecnológicas nas áreas Ciência e Tecnologia de Alimentos..	10
3.3 Inovação e Aplicação Tecnológica na Ciência e Tecnologia de Pescado.....	10
4 MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1 Universo, População e Instrumento de Pesquisa	14
4.2 Obtenção e Adaptação do Questionário para o Segmento Alimentício	15
4.3 Aplicação do Questionário entre Projetos do Segmento Alimentício	16
4.4 Tratamento e Análise dos Resultados	16
4.4. Identificação de diferentes situações possíveis na condição de desenvolvimento tecnológico em um projeto.....	17
4.4.2 Proposta metodológica para a aplicação da ferramenta considerando a normativa ABNT ISO NBR 16290:2015	17
4.4.3 Proposta metodológica para a aplicação da ferramenta considerando a calculadora de TRL desenvolvida por (Rocha et al., 2016)	17
4.4.4 Proposta metodológica para a aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico no ciclo de vida do projeto – levando em consideração elementos dos trabalhos de (HICKS et al., 2009; COBOS et al., 2020).....	18
4.4.5 Proposta metodológica sugerida pelo autor para a aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico no ciclo de vida do projeto — uso de pesos entre os elementos e níveis do ciclo de vida de projetos tecnológicos.	18

4.4.6 Proposta de criação de um índice de relacionamento entre maturidade tecnológica e o desenvolvimento do projeto em seu ciclo de vida, considerando os fatores risco e investimento	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Análise das Propostas Sugeridas para a Ferramenta.....	21
5.2 Resultado da aplicação da ferramenta considerando a normativa ABNT ISO NBR 16290:2015.....	21
5.3 Resultados da aplicação da ferramenta considerando a calculadora TRL desenvolvida por Rocha (2016).....	23
5.4 Resultado da aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico entre os elementos da ferramenta – uso de pesos entre os elementos da ferramenta.....	25
5.5 Resultado da aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico do projeto — uso de pesos entre os elementos e níveis do ciclo de vida de projetos tecnológicos.....	28
5.6 Proposta de criação de um índice de relacionamento entre maturidade tecnológica e o desenvolvimento do projeto em seu ciclo de vida, considerando os fatores risco e investimento	30
5.7 Discussão dos Resultados	31
6 CONCLUSÃO.....	34
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

A busca por inovação é cada vez mais presente em instituições acadêmicas, empresas e por profissionais de mercado como fator determinante no sucesso organizacional, os quais são relevantes para a criação de valor e vantagens competitivas. Além disso, é uma forma de diferenciar-se da concorrência, independentemente da sua dimensão e da indústria a que pertence (RAJAPATHIRANA; HUI, 2018; TAALBI, 2017).

Na indústria alimentícia, a inovação vem ganhando grande destaque, no entanto, carece de interações as quais são essenciais para o seu crescimento, principalmente em países emergentes como o Brasil. Isto ocorre devido aos baixos investimentos em profissionais nas áreas de inovação nas empresas, assim como na participação conjunta entre empresas e Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT's). Deve ser citado também que pela baixa participação entre empresas e ICT's a contribuição destas, diante das demandas governamentais, econômicas e sociais, torna-se limitada (FRANCESCHELLI et al. 2018).

O pescado está entre as quatro fontes de proteínas de origem animal mais consumidas no mundo. É responsável por cerca de 17% de toda proteína consumida pelo homem e representou no ano de 2018 um consumo per capita aparente de 20,5 kg/hab/ano. Entretanto, em 2020 foi verificada uma estimativa de consumo inferior em relação a 2019 (20,2 kg/hab/ano) (FAO, 2022).

No Brasil, o último boletim da pesca em 2011 lançado pelo então Ministério da Pesca e Aquicultura estimou uma produção em torno 637.884 mil toneladas (BRASIL, 2011, 2014). No ano de 2021, o setor de aquicultura registrou uma produção de 841.005 mil toneladas de peixes cultivados (tilápia, peixe nativo e outras espécies), de acordo com dados publicados pela Associação Brasileira de Piscicultura (2022). Em relação à produção de 2020, houve um incremento de 4,7% desta produção, destacando a relevância da atividade pesqueira no agronegócio nacional. Mesmo com esses dados, o consumo de pescado nacional (10 kg/per capita/ano) ainda é inferior ao consumo mundial, citado acima (FAO, 2022).

Atualmente a construção de programas de incentivo a implantação de inovação para atender a necessidade da sociedade, bem como, o estímulo à competitividade para se manter atuante no mercado, vem sofrendo um avanço significativo, com isso pode-se afirmar que o poder público possui grande interesse em apoiar a implantação de inovação nas empresas (GADELHA et al., 2021). Para estimular o desenvolvimento e incentivar a produção intelectual de modo a beneficiar a sociedade, as universidades estão buscando mobilizar a comunidade acadêmica por meio da institucionalização através da política de inovação de forma que ocorra a interação entre universidades, sistema produtivo e governo (OLIVEIRA et al., 2020).

As interações entre os Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT's) com as empresas privadas constituem em um mecanismo primordial para viabilizar o desenvolvimento das invenções oriundas da pesquisa acadêmica (BRICK, 2020). As estratégias políticas e de investimento público contribuem de forma mútua entre a oferta e demanda, isto é, com a maturidade científica e tecnológica dos projetos das ICT's e demandas das empresas interessadas (RIBEIRO, 2016).

Uma métrica já vem sendo aplicada como mecanismo de mensuração de maturidade tecnológica por atores dos sistemas de Ciência Tecnológicas nos Estados Unidos da América, Europa e de forma mais recente no Brasil. Trata-se da Technology Readiness Level (TRL), desenvolvida pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), atualizada pela ISO 16290:2015 (NASA, 2018). Os métodos de avaliação consistem em quantificar os níveis de consolidação das pesquisas e dos produtos (MASSAMBANI, 2017).

Neste contexto, o presente trabalho propõe a elaboração de uma ferramenta (checklist), com ênfase na área de Tecnologia de Pescado, baseada no modelo TRL citado, para determinação do grau de maturidade tecnológica de produtos desenvolvidos por projetos de

pesquisa na grande área de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Analisados através da aplicação de quatro propostas metodológicas: 1) proposta de acordo com NBR ISO 16290:2015; 2) proposta com base no modelo calculadora TRL, segundo Rocha (2016); 3) proposta de peso considerando a criticidade funcional de elementos da ferramenta; e, 4) proposta sugerida pelo autor de pesos ponderados levando em consideração elementos e ciclo de vida da ferramenta.

Desta forma, será possível avaliar a maturidade tecnológica das inovações propostas e oportunidades existentes no mercado. Além disso, haverá a possibilidade de compreender os tipos de dificuldades vivenciadas durante cada etapa e, assim, alimentar com mais insumos soluções para ampliar o número de Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) com capacidade de alcançar o mercado brasileiro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propor uma Ferramenta baseada no método TRL (Technology Readiness Level) para o setor alimentício que possa avaliar o grau de maturidade tecnológica de produtos e processos desenvolvidos em projetos de pesquisa acadêmicos no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia da UFRRJ.

2.2 Objetivos Específicos

- Propor um método analítico para Ferramenta TRL, com base em material referenciado para mensurar o potencial de inovação de produtos e processos alimentícios;
- Avaliar o Nível de Maturidade Tecnológica de produtos de pescado desenvolvidos em projetos de pesquisa acadêmica na área de Tecnologia de Pescado para propor de maneira objetiva em qual etapa de sequência da inovação estes trabalhos se encontram;
- Desenvolver um método analítico por meio da comparação de dados utilizando referências consolidadas;
- Propor o uso da Ferramenta TRL desenvolvida para o contexto acadêmico na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos;
- Propor critérios para identificar os principais desafios dessa etapa, capazes de contribuir para o financiamento de trabalhos acadêmicos e as oportunidades existentes no mercado.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Conceito de Inovação e sua Contextualização

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico tem crescido de forma significativa, devido à demanda do mercado pela inclusão ou exclusão de tecnologias, com foco na criação de novos conceitos que possam alcançar a necessidade do mercado consumidor, ocorrendo através da utilização de instrumentos, processos ou ferramentas que possam contribuir na tomada de decisões (SZCZYGIELSKI et al., 2017; HONG et al., 2016).

A definição de inovação de acordo com o Manual de Oslo é “um produto ou processo novo ou melhorado, ou mesmo a combinação de ambos, que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores da unidade, sendo esse produto novo ou melhorado disponibilizado a potenciais utilizadores, ou colocando o processo em uso” (OECD, 2018).

O Manual de Oslo é um documento de referência internacional utilizado para coleta e utilização de dados sobre inovação. Seus principais desafios são estabelecidos de acordo com as crescentes demandas do contexto internacional, criando mudanças sustentáveis, além de alcançar benefícios econômicos (KUNTTU et al., 2021).

O documento ressalta a diversidade de processos de inovação, a qual varia por setor. Essa variação ocorre em relação a sua forma de desenvolvimento, às suas interações e acessos ao conhecimento, assim como em termos de estruturas organizacionais e fatores institucionais. Alguns setores apresentam mudanças rápidas e inovações radicais, outros desenvolvem mudanças menos expressivas e incrementais (OECD, 2018).

No campo educacional, estudos definem o termo inovação como sendo um conjunto de intervenções e decisões com certo grau de intencionalidade e sistematização. Essas intervenções visam transformar as atitudes, ideias, culturas, conteúdos, modelos e práticas pedagógicas, ou seja, as que venham acompanhadas de uma funcionalidade pedagógica inovadora (MENEGASSI et al., 2019).

A abordagem de sistemas de inovação reconhece que a inovação normalmente resulta de processos de conhecimento e aprendizagem complexos, interativos e cumulativos (ASHEIM; SMITH; OUGHTON, 2011; TANG et al., 2015).

O sistema de inovação abrange, assim, as instituições que contribuem para a inovação, contemplando as relações entre centros de pesquisa, universidades e empresas (ASHEIM; GRILLITSCH; TRIPPL, 2016). Nesse cenário, tem um destaque especial às Instituições Científicas e Tecnológicas e de Inovação (ICT's) públicas (federais, estaduais e municipais), compostas por Instituições de Ensino Superior (IES), sendo atores importantes no desenvolvimento científico e tecnológico, na produção de conhecimento, no patenteamento de invenções e na sua transferência para o setor produtivo (CARVALHO et al., 2020).

Em um estudo sobre o desenvolvimento de novos produtos, Grützmann et al., (2019) destacaram que a inovação faz parte de um processo de cinco estágios, os quais mostram os fatores de ideação para coleta de dados; estágios para estruturar o desenvolvimento do projeto; estágios para aplicação de testes, estágio de projeção e expansão do projeto e apreciação dos resultados alcançados. O estágio em que se encontra a inovação é que incidirá sobre seu risco de execução, sendo inversamente proporcional ao grau de maturidade da tecnologia, ou seja, quanto menor o grau de maturidade no qual se encontra, maior o risco do projeto (PROFNIT, 2019).

As etapas entre a concepção e o desenvolvimento de uma nova tecnologia são verdadeiros desafios, ocorrendo nos aspectos técnicos do invento, na viabilidade econômico-financeira do investimento na tecnologia e seus riscos associados, assim como, os eventuais potenciais interessados no invento, a fim de que o mesmo possa ser transferido para o setor produtivo visando a sua produção em escala industrial (FERREIRA et al., 2020).

O caminho percorrido pelo processo de transferência de tecnologia entre as ICT's e o setor produtivo é longo, sendo necessária a existência de uma peça principal a qual faça a articulação entre ambas para promover a interação organizada entre os setores de forma fundamentada e efetiva, contribuindo para o desenvolvimento sustentável com foco no conhecimento (BUENO; TORKOMIAN, 2018).

Essa peça-chave é definida como Modelo da Hélice Tríplice, incorporada por Leydesgorff e Etzkowitz (1996), onde captaram a ideia de relação integrada entre a academia, indústria e governo, capazes de expandir o conhecimento, possibilitando o desenvolvimento econômico e social, garantindo assim a criação de um ambiente propício à inovação e disseminação do conhecimento fundamentado para o desenvolvimento da sociedade.

Na visão de Sbragia et al. (2006) a “Hélice Tríplice é um modelo espiral de inovação que leva em consideração as múltiplas relações recíprocas em diferentes estágios do processo de geração e disseminação do conhecimento”.

O nível de maturidade tecnológica é uma ferramenta consolidada por vários órgãos e instituições e utilizada para classificar o estágio de maturação da evolução da tecnologia no país, comparando tecnologias de determinadas aplicações, ou no apoio a projetos inovadores já em sua fase pré-competitiva, por órgãos de fomento, diminuindo os riscos de os projetos não chegarem à sua maturidade de aplicação (SOUZA et al., 2021).

A determinação do Nível de Maturidade Tecnológica (TRL, sigla que designa a expressão em inglês) de uma tecnologia contribui também na tomada de decisões e está relacionada à fonte de financiamento mais adequada para custear o próximo nível de maturidade em que cada fonte arca com um tipo de risco em que está incorporado ao plano de negócio da organização (PROFNIT, 2019).

O Brasil e diversos outros países destacam a inovação por meio de órgãos e entidades, onde são adotados benefícios variados para apoiar direta ou indiretamente as empresas, destacando-se como fator indispensável para o desenvolvimento econômico e aumento da competitividade das nações (MARTIN et al., 2020).

A construção balanceada de um portfólio de alto valor que impacte no desenvolvimento social e econômico de suas regiões é um dos desafios contemporâneos enfrentados por agências públicas de fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil (BERGAMINI, 2020). Neste sentido, a avaliação de Níveis de Maturidade Tecnológica (TRL's) tem se difundido rapidamente não apenas entre empresas do setor aeroespacial (seu contexto de origem), como também para vários outros contextos organizacionais (SANTOS et al., 2018).

3.1 Princípios da Inovação Tecnológica

3.1.1 Diretrizes do marco legal da ciência, tecnologia e inovação

As Instituições de Ensino Superior no Brasil (IES), em meio delas, as Universidades Federais (UFs) e Institutos Federais, são apontados como as maiores precursoras da disseminação do conhecimento, mediante técnicas que podem elevar a inovação tecnológica (GONÇALVES, 2022).

Entretanto, as ICT's apresentam grandes obstáculos na aplicação de atividades de ensino, pesquisa, extensão e, ainda de maneira nova, a inovação, desde investimentos das empresas até sua execução (PARANHOS et al., 2018). Em síntese, existe a falta de apoio financeiro para as organizações, burocracia do sistema público, visão administrativa e escassez de profissionais qualificados para carreiras específicas integradas aos Núcleos de Inovação Tecnológica (SILVA et al., 2019; MIKOSZ et al., 2018).

O início do desenvolvimento tecnológico voltado para os direitos de proteção industrial surgiu a partir da Lei nº 9.279/1996, contribuindo para a publicação da Lei 10.973/2004 de

inovação no Brasil, com isso, a expansão da inovação tecnológica em relação ao setor produtivo foi impulsionada, favorecendo o crescimento das Universidades Federais, permitindo que pesquisadores acadêmicos alcançarem maiores resultados através da aplicação de um projeto em conjunto as empresas (BRASIL, 1996; BRASIL, 2004).

Para atender aos objetivos propostos pela lei foi relevante a criação de Núcleos de Inovação Tecnológica, os quais são estruturas fundadas por uma ou mais ICT's com a finalidade de gestão política e institucional (BRASIL, 2004). São repartições que têm como propósito aplicar políticas de inovação a fim de validar a proteção de produtos com propriedade intelectual oriundas de universidades e instituições de pesquisa (COSTA, 2013).

De acordo com Etzkowitz (2017), os NIT 's desempenham um papel de estimular o desenvolvimento de invenções que não podem ser financiadas pelo inventor, além de associar esta tecnologia em conjunto com empresas que tenham interesse pela pesquisa desenvolvida. Devem ser assistidas por meio de escritórios universitários, os quais serão amparados pelo corpo administrativo das universidades, a partir de um mecanismo de intermédio, garantindo proteção entre as tecnologias desenvolvidas.

No entanto, embora tenha ocorrido a ampliação de incentivos à inovação, pesquisa e tecnologia, houve impasse na legislação quanto à necessidade de ampliação e inclusão científica ao setor privado (PIRES et al., 2020). O objetivo da Lei de Inovação era possibilitar de maneira efetiva o estímulo e maior comprometimento entre as ICT's na aplicação da atividade de inovação com as empresas, todavia, percebeu-se que durante a vigência desta Lei os incentivos tecnológicos adquiridos não chegaram ao desenvolvimento em patamares desejados (RAUEN et al., 2016).

Em 2011, para melhorar e contribuir para expansão da inovação tecnológica, foi proposto o Código de Ciência, Tecnologia e Inovação, resultando na Emenda Constitucional n° 85, de 26 de fevereiro de 2015. A partir deste momento foram constituídas articulações entre setores públicos e privados visando melhorar setores de ciência e tecnologia desenvolvidos pelas instituições de ensino (BRASIL, 2015).

Através do surgimento dos NIT 's houve um avanço relevante nas políticas de inovação com propósito de estabelecer níveis de proteção das propriedades intelectuais desenvolvidas pelas instituições públicas. Entretanto, o aumento de sua importância ocorreu a partir da promulgação da Lei de Inovação de 13.243 de 11 de janeiro de 2016, mais conhecida como Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (FERREIRA; TEIXEIRA, 2016).

A Lei de Inovação representa um avanço na sistematização do processo de inovação desenvolvida no país, desempenhando um papel relevante no processo de gerenciamento de patentes dos Institutos de Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2016). Entretanto, existe a presença de barreiras sobre a inovação e o entendimento das funções dos NIT's pelas instituições de ensino superior no Brasil, sendo associado às deficiências por parte das entidades de ensino em divulgar as atividades desenvolvidas pelo NIT's ocasionando em baixa amplitude de alcance no processo de inovação se não for dada a real importância de suas funções (NETO et al., 2019).

Para Soares e Prete (2018), o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação representa uma forma de contribuir para o nível de qualidade no ambiente produtivo e social, provendo o aumento de novos serviços e processos, além de agregar novas aplicabilidades a determinados produtos, promovendo melhorias efetivas e ganhos de qualidade no desempenho dos processos.

Em fevereiro de 2018 ocorreu a normatização do Decreto n°. 9.283/2018 que regulamentou as Leis Federais n.º 10.973/2004 e n.º 13.243/2016, promovendo medidas produtivas de apoio tecnológico e autonomia tecnológica ao desenvolvimento científico, nacional e regional (SEBRAE NACIONAL, 2018). De acordo com Diário Oficial da União (2018), o Decreto n.º. 9.283/2018 introduziu regras de estímulo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com visibilidade nas políticas de

desenvolvimento tecnológico, através da capacidade tecnológica e desenvolvimento produtivo do país.

De modo geral, os níveis de avaliação submetidos a validação de propostas de projetos, devem sofrer adaptações que relacionem as distintas áreas de estudo. Assim, favorecendo o crescimento e desenvolvimento tecnológico, seja na ciência, tecnologia, engenharia, entre outros. Segundo Prata (2019) estes instrumentos de avaliação de maturidade conduzem diretrizes apropriadas que designam o ponto estratégico de cada projeto e sua condução para níveis superiores.

Estes modelos são desenvolvidos para averiguar a capacidade individual de produzir benefícios a curto-médio-longo prazo à sociedade, e, determinar em quais pontos podem ser melhorados (PRATA, 2019). O Brasil possui muitos trabalhos com embasamento técnico-científico, mas que necessitam de ferramentas que contribuam em sua transferência para a sociedade.

3.1.2 Níveis de Maturidade Tecnológica (Technology Readness Level)

O Nível de Maturidade Tecnológica (TRL, para o termo em inglês), desenvolvido pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) em 1974, é uma ferramenta de medição separada em nove etapas onde permite a organização de novas tecnologias. Seu propósito é estruturar cada nível de maturidade a partir de comparações com as demais etapas, a fim de facilitar o entendimento sobre a elevação atual de desenvolvimento de um determinado produto, além de promover decisões relacionadas às transições tecnológicas (VELHO et al., 2017).

A maturidade tecnológica pode ser medida de forma contínua ou discreta, quantitativa ou qualitativamente. Neste sentido, seja qual a área de interesse de aplicação da ferramenta, o sistema busca o alcance de um estado futuro que seja aplicável (SCHUMACHER et al., 2016). Sendo aplicado para averiguar a condição em qual o projeto se encontra e verificar as diretrizes de melhoria do mesmo para garantir o seu progresso (PÖPPELBUB; RÖGLINGER, 2011).

Diferente da maturidade, a prontidão tecnológica objetiva identificar o ponto inicial em qual a proposta se encontra para dar-se início ao seu desenvolvimento (SCHUMACHER et al., 2016). Na interpretação realizada por Schumacher et al. (2016) a diferença entre essas duas abordagens é que a prontidão tecnológica vem antes do embasamento que irá fundamentar o processo de maturação, enquanto a análise de maturidade verifica em qual ponto o projeto se encontra no processo de maturação.

No Brasil a ABNT NBR ISO 16290:2015 é adotada para definição da TRL e de seus critérios de avaliação em sistemas espaciais, sendo aplicável, principalmente, a materiais relativos aos sistemas espaciais, embora as definições possam, em muitos casos, ser usadas em um domínio mais amplo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

As TRL's foram desenvolvidas como forma de comunicação e minimização de processos operacionais durante a transferência interna de tecnologia; análogo à prontidão de voo, contribuindo para o desenvolvimento ou não de um determinado projeto de inovação (PROFNIT, 2019). Na escala TRL são agrupados nove níveis, considerados ciclo de vida da dos projetos, visando a sua utilização e o melhor entendimento de transições entre eles, sendo elementos primordiais para o desenvolvimento da tecnologia desenvolvida a partir da produção acadêmica (INCER-VALVERDE et. al., 2021).

Nesta escala TRL, os níveis tecnológicos iniciais são considerados entre 1 e 3, justificando os estágios de pesquisa básica, aplicada e prova de conceito, onde as novas tecnologias foram fundamentadas e elaboradas, mas não foram ainda aplicadas às necessidades das empresas. Em seguida, os níveis considerados médios estão conceituados entre 4 e 7,

evidenciando que a tecnologia foi validada a partir de experimentos, análises de laboratório ou ambiente industrial. Nesta faixa descreve o desenvolvimento do conceito da tecnologia e aplicação como protótipo realizado em ambiente laboratorial relevante, os riscos são considerados altos, devido à necessidade de elevado investimento para seu desenvolvimento, sendo conhecido como “Vale da Morte” pela escassez de investidores nessa fase em função de tais riscos. Por último, os níveis mais altos de TRL's, entre as 8 e 9, evidenciando que a tecnologia desenvolvida está pronta para comercialização por órgãos de fomento ou apoio a projetos inovadores, diminuindo os riscos de maturidade de aplicação (RIBEIRO, 2019; MANKINS, 1995).

O Quadro 1 representa a Escala TRL, a partir da definição de seus respectivos níveis, segundo a NASA (2016), ABNT NBR ISSO 16290:2015 (2015) e Pellegrine, et al., (2017).

Quadro 1 – Visão e Definição da Escala de Maturidade Tecnológica — TRL

Nível de Maturidade Tecnológica	Marco Alcançado Pelo Elemento	Trabalho Realizado (DOCUMENTÁRIO)
TRL1: Princípios de base observados e relatados	Aplicações potenciais são identificadas após observações de base, mas o conceito do elemento ainda não está formulado.	Expressão dos princípios de base previstos para uso. Identificação de potenciais aplicações
TRL2: Conceito e/ou aplicação da tecnologia formulados	Formulação de potenciais aplicações e conceito preliminar do elemento. Nenhuma prova de conceito ainda.	Formulação de aplicações em potencial. Projeto conceitual preliminar do elemento, fornecendo entendimento de como os princípios básicos podem ser usados.
TRL3: Prova de conceito analítica e experimental da função crítica e/ou da característica	O conceito do elemento é elaborado e o desempenho esperado é demonstrado por meio de modelos analíticos suportados por dados experimentais/ características.	Requisitos de desempenho preliminares (podem objetivar diversas missões) incluindo definições de requisitos de desempenho funcionais. Projeto conceitual do elemento. Entrada de dados experimentais, definição e resultados de experimentos laboratoriais. Modelos analíticos do elemento para a prova de conceito.
TRL4: Verificação funcional em ambiente laboratorial do componente e/ou maquete	O desempenho funcional do elemento é demonstrado por ensaios com maquete em ambiente laboratorial.	Requisitos de desempenho preliminares (podem objetivar várias missões) como definição de requisitos de desempenho funcionais. Projeto conceitual do elemento. Plano de ensaios de desempenho funcional. Definição de maquete para verificação de desempenho funcional. Relatórios de ensaios com a maquete.
TRL5: Verificação em ambiente relevante da função crítica do componente e/ou maquete	As funções críticas do elemento são identificadas e o ambiente relevante associado é definido. Mas, não necessariamente em escala real, são construídas para verificar o desempenho por meio de ensaios em	Definição preliminar dos requisitos de desempenho e do ambiente relevante. Identificação e análise das funções críticas do elemento. Projeto preliminar do elemento sustentado por modelos apropriados para verificação das funções críticas. Plano de ensaios das funções críticas. Análise de efeitos de escala. Definição da maquete para a verificação

Nível de Maturidade Tecnológica	Marco Alcançado Pelo Elemento	Trabalho Realizado (DOCUMENTÁRIO)
	ambientes relevantes, sujeitos a efeito de escala.	de função crítica. Relatório de ensaios com maquete.
TRL6: Modelo demonstrando as funções críticas do elemento em um ambiente relevante	As funções críticas do elemento são verificadas e o desempenho é demonstrado em ambiente relevante com modelos representativos em formato, configuração e função.	Definição de requisitos de desempenho e do ambiente relevante. Identificação e análise das funções críticas do elemento. Projeto do elemento, sustentado por modelos apropriados para verificação das funções críticas. Plano de ensaios de função crítica. Definição de modelo das funções críticas. Relatórios dos ensaios com o modelo.
TRL7: Modelo demonstrando o desempenho do elemento para o ambiente operacional	O desempenho é demonstrado para o ambiente operacional no solo ou, se necessário, no espaço. Um modelo representativo, refletindo totalmente todos os aspectos do projeto do modelo de voo, é construído e ensaiado com margens de segurança adequadas para demonstrar o desempenho ambiente operacional.	Definição de requisitos de desempenho, incluindo definição do ambiente operacional. Definição e realização do modelo. Plano de ensaios do modelo. Resultados de ensaios com o modelo.
TRL 8: Sistema real completo e aceito para voo (“qualificado para voo”)	O modelo de voo é qualificado e integrado ao sistema final pronto para voo.	O modelo de voo é construído e integrado no sistema final. Aceitação para voo do sistema final.
TRL 9: Sistema real “demonstrado em voo” por meio de operações em missão bem-sucedida.	A tecnologia está madura. O elemento está em serviço com sucesso, para a missão designada, no ambiente operacional real.	Comissionamento em fase inicial de operação. Relatório de operação em órbita.

Fonte: NASA (2016), ABNT NBR ISSO 16290:2015 (2015) e Pellegrine, et al. (2017), adaptado pelo autor.

As universidades ainda enfrentam grandes barreiras quanto às transferências de projetos de inovadores para a indústria (MUNARI et al., 2018) partindo do pressuposto de que invenções baseadas em pesquisa necessitam de validação tecnológica, onde a implantação de um projeto-piloto que serve de certificado para o mercado e, posteriormente, aplicação industrial necessita de recurso para sua validação (CARTALOS et al., 2018). Outro ponto importante é que as restrições de aplicação financeira afetam o desenvolvimento dos projetos, pois os pesquisadores não dispõem de recursos para concluir este processo (AUDRETSCH et al., 2016).

A utilização da escala de TRL possibilita o gerenciamento de decisões sobre o progresso das atividades de pesquisa em uma entidade financeira, permitindo direcionar os esforços da pesquisa em relação à conformidade do produto para aplicação final (PROFNIT, 2019). Há várias adaptações da ferramenta, ajustadas conforme a necessidade do projeto, a partir de modificações nas descrições dos estágios, deixando os níveis mais claros para coordenadores do projeto (SANTOS, 2018).

No Brasil, instituições como a Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), o Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) e a Empresa Brasileira de

Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) avaliam o nível de maturidade de projetos utilizando indicadores que auxiliam na forma de avaliar o nível de avanço de tecnologias aplicadas nos trabalhos (VELHO et al., 2017).

3.2 Inovações e Aplicações Tecnológicas nas áreas Ciência e Tecnologia de Alimentos

A indústria de alimentos tem passado por grandes transformações, particularmente, para atender as exigências do consumidor, além de uma preocupação com a produção sustentável, com propósito de adquirir a segurança alimentar de seus produtos e redução dos impactos ambientais gerados pelos processos (FAO, 2020). Em vista disso, é notório o progresso da indústria em desenvolvimento de novos produtos para alcançar as necessidades dos consumidores, uma vez que a sociedade se encontra cada vez mais atenta quanto à qualidade dos produtos, valor, benefícios nutricionais, praticidade e funcionalidades dos alimentos que ingere (SANTOS, 2020).

De acordo com essas exigências, as inovações aplicadas nas indústrias do segmento alimentício são implementadas nas mais variadas formas, com objetivo de melhorar a qualidade dos produtos e aumentar a variedade, desenvolver processos flexíveis, fornecer melhores serviços, reduzir custos de mão-de-obra, entre outros (BIGLIARDI; GALANAKIS, 2020).

Um estudo feito por Kaur et al., (2018) destacou a utilização do nível de maturidade tecnológica no processo tecnológico de produção de algas marinhas, para melhorar o cultivo e redução de gasto na aplicação e valorização do produto quanto à sustentabilidade da cadeia de produção e sua comercialização. A aplicação da ferramenta sinalizou uma baixa TRL quanto a sua aplicação, entretanto, foi visto como ponto positivo para traçar metas a serem alcançadas para sua disseminação no mercado consumidor.

A inovação pode surgir a partir das demandas da sociedade, geradas ou não na própria empresa e negociadas com as ICT's, e podem estar ligados aos diferentes níveis sociais como (agricultores, empresas, reguladores e normatizadores), sendo operado em diferentes contextos políticos e econômicos (MOHAMED et al., 2020).

Outro exemplo a ser citado como forma positiva da aplicação da ferramenta no segmento alimentício foi o trabalho realizado por Setiawan et al. (2018) o qual aplicaram a ferramenta de prontidão para inovação tecnológica a fim de avaliar a utilização de monoestearato de glicerol (GMS) em alimentos, para potencializar sua aplicação a partir da perspectiva de tecnologia, mercado, organização, parceria e risco nos alimentos.

O processo de inovação está cada vez mais interligado aos processos tecnológicos do segmento alimentício, ocorrendo em todas as etapas, desde o plantio por meio de métodos avançados envolvendo biotecnologia, no processo para transformação do alimento em produto, como também em novas técnicas para conservação dos alimentos por maior período (SILVA, 2020).

3.3 Inovação e Aplicação Tecnológica na Ciência e Tecnologia de Pescado

A atividade pesqueira é um importante setor para o agronegócio e para a produção nacional, sendo fornecedora de alimentos para milhões de indivíduos, geradora de empregos diretos e indiretos, desde o trabalho informal ao profissional com registro na carteira profissional e contribui para o PIB nacional, gerando divisas (BRASIL, 2011).

A pesca extrativa marinha é a principal responsável pela produção de pescado, sendo a pesca artesanal a principal provedora de alimentos, empregos e receitas nas regiões Nordeste e Norte do país, onde se encontra a maior população pesqueira e com menos recursos financeiros. Nas regiões Sudeste e Sul, apesar da pesca industrial ocorrer com mais frequência e representar 55% do volume de pescado desembarcado, a pesca artesanal também é responsável pelo fornecimento de alimentos e é meio de subsistência para milhões de pessoas. Esta responde por

45% do volume da produção total de pescado desembarcado no país, destacando-se, então, o seu importante papel, em um contexto global, tanto para a segurança alimentar, como para o desenvolvimento econômico local, tendo em vista a oportunidade que representa para a erradicação da pobreza (BRASIL, 2011).

Nos últimos anos, em virtude da inovação contínua, a aquicultura (cultivo de organismos aquáticos) nacional atingiu um crescente aumento, que contribuiu significativamente neste processo. Entretanto, este processo de evolução enfrenta grandes barreiras em relação a práticas de sustentabilidade ambiental e social, fatores estes primordiais para os processos de inovações futuras (ROUTLEDGE et al., 2022).

A crescente produtividade na indústria de alimentos é impulsionada por investimentos públicos e privados em inovação tecnológica, principalmente, para o desenvolvimento de novos produtos, buscando aperfeiçoar características com fatores como: sabor agradável, cor, embalagem, facilidade na preparação, aspectos nutricionais e conforto para consumidor, para alcançar sucesso de mercado (LIMA et al., 2020).

Para melhorar as chances de aceitação de um novo produto alimentício é necessário que seu desenvolvimento esteja direcionado para atender as necessidades dos consumidores, a partir da implantação de vários tipos e métodos de dados do consumidor no desenvolvimento de produtos (HORVAT et al., 2019).

Neste contexto, faz-se necessário associar a melhoria da produção da qualidade dos alimentos oriundos da atividade pesqueira (pesca e cultivo) à promoção do desenvolvimento econômico local, tecnicizando a pesca em pequena escala, a artesanal, para o pescador poder escoar sua produção e ter uma maior remuneração, assim como, desenvolver políticas públicas que favoreçam o pequeno e médio agricultor a produzir na legalidade, poder beneficiar a sua matéria-prima e atender as demandas de mercado existentes em nosso país.

A ONU por meio da Agenda 2030 propõe ações globais para o desenvolvimento sustentável, onde afirma 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas. Seu 14º objetivo destaca a Conservação e Uso Sustentável dos Oceanos, dos Mares e dos Recursos Marinhos. Seu subitem 14b menciona a importância da pesca de pequena escala para garantir a segurança alimentar do planeta e reforça a importância de proporcionar o acesso do pescador artesanal aos recursos marinhos e mercados (ONU, 2015; FAO, 2018). A tecnicização da pesca artesanal permitirá implantar e programar planos de gestão com base científica para o melhor aproveitamento das espécies de pescado marinho, principalmente das espécies acessórias (descartadas = *bycatch*) atendendo a uma demanda crescente da população pelo consumo deste alimento

Dados consolidados destacam que a produção aquícola atingiu um recorde de 214 milhões de toneladas (FAO, 2022). O resultado representou um aumento marginal de 3% no volume sobre o estudo anterior, que consolidou dados de 2018: 178 milhões de toneladas foram de animais aquáticos e 36 milhões foram de algas, destacando a importância socioeconômica da cadeia produtiva do pescado para o mercado internacional.

Pesquisas acadêmicas básicas e aplicadas mostram o uso de tecnologias emergentes e inovadoras para o processamento e aproveitamento integral do pescado, bem como seu potencial de diversificação de novos produtos e subprodutos para alimentação humana e animal, respectivamente (PIRES et al., 2017; PINTO, 2018; ESTANECH et al., 2020; FREITAS et al., 2022). Pires e colaboradores mostraram a importância da caracterização química e aproveitamento integral de espécies de peixes marinhos, sem valor comercial (*bycatch*), e a aplicação de tecnologia para obtenção da Carne Triturada de Peixe (CTP) e Carne Mecanicamente Separada (CMS) de peixe para o preparo de hambúrgueres (PIRES et al., 2017). Em outro estudo, foi desenvolvido um hambúrguer de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com CMS de tilápia do Nilo com a adição de transglutaminase, a fim de conferir propriedades funcionais ao novo produto e otimizar o aproveitamento dos resíduos sólidos gerados no

processo de filetagem da tilápia (PINTO, 2018). Um novo produto pesqueiro, um patê funcional, foi elaborado a partir de uma espécie de peixe marinho de baixo valor comercial, a pescada-bicuda (*Sphyræna tome*), com adição do prebiótico inulina, como substituto de gordura, para conferir propriedades funcionais ao produto desenvolvido, além de agregar valor à matéria-prima utilizada (ESTANECH, et al., 2020). Em outro estudo, Freitas e colaboradores desenvolveram uma salsicha de CMS de tilápia do Nilo com adição de farinha do resíduo do processamento do abacaxi (FRA) (*Ananas comosus* (L.) Merrill) visando dar um melhor destino aos resíduos sólidos gerados após o processamento de tilápia e abacaxi, visto que estes são potenciais fontes de nutrientes, e assim, agregar valor aos coprodutos, melhorar o potencial nutricional da salsicha enriquecida com fibras, além de contribuir para a redução do descarte de resíduos sólidos no meio ambiente.

A inovação está cada vez mais interligada aos processos de segmento alimentício e isso ocorre devido a grupos de pesquisa e desenvolvimento que estão presentes em todas as etapas de produção, recorrendo a inovações tecnológicas cada vez mais com produtos desenvolvidos contribuindo para atender as demandas do mercado consumidor (DE SENA et al., 2022).

Messina et al., (2016) aplicou a ferramenta de prontidão para avaliar o nível de maturidade do processamento do pescado produzido por pescadores locais da Sicília ocidental, para melhorar a qualidade tecnológica a partir da substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio durante a fase de salga. O nível de prontidão de nível 8 da escala TRL pode ser testado em ambiente real através do envolvimento de produtores e consumidores locais, sendo destacado pela funcionalidade de aceitação do produto e validado como um produto que poderá reduzir os índices de hipertensão e de doenças cardiovasculares por consumi-lo.

As interações sustentáveis entre universidades e empresas são baseadas no estudo de diferentes modelos de processos, na definição de indicadores-chave de desempenho e na avaliação desses modelos (DE MATOS et al., 2019). A partir das informações inerentes ao processo é realizado um trabalho colaborativo para integração analítica, para buscar propostas como soluções aplicáveis ao processo produtivo. Tais análises e tratamento das informações precisam estar alinhados com a estratégia do negócio, para que a implementação da Solução proposta seja avaliada consistentemente por meio do monitoramento dos parâmetros inerentes ao processo. A sua validação é conseguida através da utilização de modelos aplicáveis e respectivos testes estatísticos para os resultados obtidos. A indústria apresenta como principais mudanças em sua quarta revolução, o foco no cliente, a busca por produtos mais inteligentes e produtivos, novas formas de colaboração e parcerias, além de mudanças nos modelos operacionais para os digitais (GARCIA et al., 2020).

A aplicação de tecnologias emergentes e inovadoras torna-se relevante e urgente para o desenvolvimento de um novo produto, como o peixe formatado e embutido para consumo humano, feito a partir de espécies de peixes que são descartadas ou da utilização de CTP, ou CMS de peixe, ou a obtenção de subprodutos de resíduos sólidos (cabeças, vísceras, carcaças, peles, escamas e barbatanas) descartados nas unidades de beneficiamento. O desenvolvimento de estudos voltados ao aproveitamento integral do pescado, e outros da cadeia produtiva agroindustrial, poderá atender a interesses econômicos e ambientais, possibilitando o aumento da renda de empresários e piscicultores, e atender às prerrogativas da FAO quanto à prática sustentável da pesca, a atividade, voltada para uma proposta de emissão zero de resíduos (ZERI, Zeri Emission Research Initiative) e redução do impacto ambiental (AMORIM et al., 2019).

É necessário empenhar esforços científicos e tecnológicos, um trabalho conjunto entre Estado, ICT e Empresa para a validação e consolidação tecnológica em laboratório e posterior escalonamento da produção do novo produto. A busca por viabilizar industrialmente o processo envolvido para empresários de diferentes níveis, desde a família até os grandes empresários, é fundamental, e desta forma serão revisitados elementos de Engenharia de Processos e Sistemas Baseados em Conhecimento nas obras, por monitoramento e controle inteligente, no processo

produtivo, para resultar em custos relativamente baixos quando comparados aos já existentes no mercado.

A cadeia produtiva do pescado segue as normas estabelecidas pelo Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento — MAPA, que dispõe sobre a fiscalização industrial e sanitária de produtos de origem animal (BRASIL, 2020). Através da legislação em vigor, surge a oportunidade de integrar a visão acadêmica e social com a visão empresarial e mercadológica, avaliando a possibilidade de desenvolvimento de novos produtos da pesca consoante os requisitos sanitários com a consequente transferência de tecnologia social para fortalecer a economia circular.

A matéria-prima destinada à elaboração de produtos da pesca deve apresentar um controle de qualidade aceitável para o processo (quando peixe, por exemplo, olhos cristalinos, guelras vermelhas, isento de cheiro pútrido, entre outros). Deste modo, exigindo a expertise de cientistas associada ao conhecimento prático de produtores e empresários sobre a cadeia produtiva, incluindo métodos de processamento e conservação para se obter produção em escala de acordo com as normas de higiene e voltadas para o preparo de alimentos de origem animal, evitando a contaminação por microrganismos patogênicos ou toxinas derivadas de bactérias termoestáveis. Tal como a implementação de legislações que regem a utilização de matérias-primas residuais das Unidades de Processamento de Pescado criadas para a elaboração de subprodutos, bem como as normas para garantir a sua identidade e qualidade no mercado (inter)nacional.

O controle das variáveis que afetam as propriedades e a qualidade do produto são desafiadoras e merecem atenção durante o estudo em escala piloto. As variáveis a serem monitoradas e controladas incluem: a composição centesimal das espécies marinhas ou de água doce, tendo em vista que fatores como espécie, alimentação, estado fisiológico, época do ano, entre outros, interferem nos teores de constituintes químicos presentes no músculo e lixo sólido; o pH, temperatura e tempo durante o processo operacional que interferem diretamente na atividade das enzimas autolíticas presentes no músculo, na atividade metabólica dos microrganismos durante o processo, armazenamento e prazo de validade; o método empregado para hidrólise de proteínas; produtos fermentados produzidos por microrganismos; o método de secagem para obter o produto em pó e assim por diante.

Todas essas variáveis requerem controle e validação com operações de processamento e mercados estabelecidos e conhecidos, a produção de novos produtos a partir de espécies de peixes descartadas ou resíduos agroindustriais representa uma indústria promissora que otimiza o processo produtivo da indústria pesqueira. Por fim, a inovação está cada vez mais entrelaçada com os processos do segmento alimentício, ocorrendo ao longo dos diversos setores que compõem a cadeia produtiva e as etapas do processo operacional de transformação da matéria-prima em subproduto ou subproduto (JOANA, 2022).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Universo, População e Instrumento de Pesquisa

Utilizou-se análise descritiva transversal com abordagem quantitativa para avaliar os níveis de maturidade tecnológica de projetos de pesquisa na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, desenvolvidos e concluídos pelo Laboratório de Pescado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) do Instituto de Tecnologia da Universidade Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), conforme Tabela 1.

Tabela 1- Projetos desenvolvidos no PPGCTA que foram utilizados para o estudo da aplicação da ferramenta TRL

Autores	PROJETOS – PPGCTA
(A)	Embutido tipo salsicha de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis Niloticu</i> , Linnaeus, 1758) com adição de farinha do resíduo do processamento de abacaxi (<i>Ananascomosus</i> (L.) Merrill);
(B)	Desenvolvimento de Fishburger à Base de Pescado Marinho de Baixo Valor comercial Capturado na Baía de Sepetiba, RJ
(C)	Elaboração de Fishburger com resíduos da filetagem de Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> , Linnaeus 1758) adicionado de transglutaminase
(D)	Desenvolvimento de Linguiça de Mexilhão (<i>Perna perna</i>) Funcional Processada com a Aplicação de Transglutaminase Microbiana
(E)	Desenvolvimento de patê da pescada-bicuda (<i>Sphyræna tome</i> , Fowler, 1903) com propriedades funcionais para diversificação e agregação de valor

Fonte: Autoria própria (2022)

Os estudos apresentados na Tabela 1, a proposta 1 conduziu experimentos para a elaboração de um embutido cárneo de pescado a partir do espinhaço de tilápia do Nilo adicionado do resíduo agroindustrial do processamento de abacaxi. A proposta 2 buscou o desenvolvimento de um hambúrguer de peixe a ser implementado na alimentação de uma escola. Seguido da proposta 3, no desenvolvimento de uma linguiça de pescado (mexilhão) adicionada de inulina adicionada de transglutaminase microbiana. A proposta 4 envolveu a elaboração de um patê com pescado utilizando um prebiótico (inulina) como substituta de gordura. Por fim, a proposta 5 teve em vista utilizar resíduos da indústria pesqueira (Tilápia do Nilo). As propostas buscam o emprego de alimentos mais saudáveis e o reaproveitamento de produtos no setor agroindustrial oriundos da pesca, obtendo a melhor disponibilidade de alimentos. A avaliação das propostas leva a uma melhor garantia de transferência do produto elaborado, permitindo que as pesquisas encontradas na Universidade sejam dispostas à sociedade.

A abordagem quantitativa deste estudo seguiu conforme Hair (2009), destacando-se a necessidade de caracterizar e avaliar uma população-alvo mediante inquérito via formulário para identificar que tipos de elementos estão diretamente ligados à problemática, com base nas informações a respeito do tema sobre maturidade em projetos científicos de base tecnológica, observando novas visões ou confirmações de prática usualmente já conhecida.

A área de Tecnologia de Pescado foi escolhida por sua necessidade em atender tendências de mercado quanto ao desenvolvimento de produtos de maior conveniência e saudabilidade. Além do interesse das Stakeholders, como Porto Sudeste, ICN, Itaguaí Construções Navais S.A, Ternium e Vale, aprovado no Projeto Institucional intitulado “Polo Tecnológico do Mar da Baía de Sepetiba Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro”, desenvolvido pelo Laboratório de Pescado do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFRRJ, Embrapa Agroindústria de Alimentos, e as Secretarias Municipais de Agricultura e Pesca das Prefeituras de Itaguaí e Mangaratiba, respectivamente.

Assim, para iniciar o desenvolvimento do estudo em questão, foi estabelecida uma revisão de literatura a partir de 4 bases de dados Scopus, Elsevier, Springer e web of Science pela busca de artigos publicados, artigos de livre acesso, livros e documentos públicos. Os filtros de busca foram: a data de publicação 2011/2022, artigos publicados e artigos de livre acesso segundo as palavras-chave "Innovation" AND "Food" AND "Fish" AND "*Technology Readiness Level*" AND "PD&I" "Technological maturity" AND "Food production".

O contexto de utilização da metodologia abrange fundamentos da inovação tecnológica, contextualização e da aplicação da ferramenta TRL relacionada ao desenvolvimento de produtos/tecnologias inovadoras. Vista a importância percebida em identificar fases e maturidade no desenvolvimento tecnológico de projetos da área de pescado, originados entre os períodos de 2013 a 2020 no PPGCTA — UFRRJ, para atender as necessidades das tecnologias em setores específicos.

4.2 Obtenção e Adaptação do Questionário para o Segmento Alimentício

A coleta de dados sobre os projetos desenvolvidos no PPGCTA foi realizada a partir de base extraídas nas ferramentas de maturidade tecnológica desenvolvida por Rocha (2016) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica, suportadas na NBR ISO 16290: 2015. Foram observadas a identificação de fatores relacionados à funcionalidade e atividades tidas como essenciais para o desenvolvimento dos projetos e que pudessem servir de suporte para o desenvolvimento do questionário aplicado no segmento alimentício com ênfase em tecnologia de pescado, tendo em vista a necessidade em atender as tendências de mercado quanto ao desenvolvimento de produtos de maior conveniência e saudabilidade.

Inicialmente foi adaptado um questionário sob critérios da NBR ISO 16290:2015 (ANEXO 1) considerando a proposta de uma calculadora apresentada por Rocha (2016) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica, propondo uma escala de níveis de maturidade tecnológica baseada na métrica TRL.

O questionário foi constituído por nove níveis, de forma que permita aos usuários trazer à luz informações específicas e essenciais sobre um determinado projeto da tecnologia. Os níveis TRL foram apresentados agrupadamente, visando um melhor entendimento dos estágios de transição da tecnologia. Os mesmos estão diretamente relacionados ao ciclo de vida e custos de um projeto quanto a sua inovação tecnológica.

Para a adaptação do questionário foi analisado, juntamente com os orientadores, cada elemento os quais constituem os níveis da ferramenta, sendo detalhado e discutido por meio de leitura e escrita com base na literatura disponível. Diante deste, foram alinhados fatores que facilitam a modificação quanto a necessidade de adequações para contexto dos projetos do segmento alimentício.

Um guia informativo para melhor compreensão do questionário e do assunto abordado pelos entrevistados (ANEXO 2) também foi elaborado de maneira sucinta, destacando explicativamente cada nível da ferramenta e caracterizando seus elementos para que pudessem servir de auxílio aos egressos e assim, avaliar os processos e tecnologias utilizadas e verificar os diferentes valores obtidos nos níveis de maturidade, a fim de remanejar ações conforme a necessidade.

Atentando-se à necessidade de maior quantitativo de informações junto à ferramenta, este guia informativo foi desenvolvido visto que a ferramenta TRL de Rocha (2016), assim como a própria NBR ISO 16290:2015, teria sido elaborada para o contexto da engenharia aeroespacial, sinalizando possibilidade de dificuldades e/ou equívocos interpretativos quando aplicado a outro segmento.

Além da adequação, ao questionário foram atribuídos valores entre 0 e 5 pontos para indicar o grau de aderência entre os elementos da ferramenta. Os conjuntos compuseram um total de 88 questões adequadas para o segmento alimentício. Os elementos pertinentes em cada nível da ferramenta foram agrupados dentre as questões que variam consoante a condição da necessidade do nível abordado.

O questionário, juntamente com o guia, foi disponibilizado aos pesquisadores das áreas de interesse para que pudessem realizar apreciações com a intenção de validar o material desenvolvido, e, posteriormente, o mesmo fosse utilizado como auxiliar aos futuros entrevistados.

4.3 Aplicação do Questionário entre Projetos do Segmento Alimentício

Os entrevistados e seus respectivos projetos avaliados foram selecionados e identificados conforme a tecnologia avaliada, via formulário eletrônico com respectivo termo de consentimento (ANEXO 3). Foi conduzida uma breve orientação a respeito da necessidade de utilização da ferramenta no contexto acadêmico e segmento alimentício, conduzindo uma apresentação, relatando histórico, informações inerentes ao desenvolvimento da ferramenta para que tivessem sua primeira familiarização com a mesma, esclarecimentos e compreensão da real necessidade de sua aplicação.

O material foi disponibilizado aos entrevistados com posterior leitura a respeito do questionário a partir do guia informativo, seguidos da aplicação do questionário que avaliou o nível de maturidade dos projetos envolvidos dentro do programa de pós-graduação da UFRRJ.

A aplicação do questionário foi sucedida via Google Forms®, com o auxílio da plataforma de videoconferência Google Meet® para possíveis esclarecimentos, assim como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos entrevistados. Ao final da aplicação do questionário entre os projetos (Tabela 1) selecionados entre os egressos do PPGCTA-UFRRJ, os dados gerados foram condensados (resumidos) para a construção do trajeto de pesquisa e alinhamento dos dados obtidos.

4.4 Tratamento e Análise dos Resultados

A coleta de dados foi realizada por meio de análise documental, onde as respostas coletadas por cada proposta foram conduzidas por meio da observação do desenvolvimento dos projetos quanto a aplicação da ferramenta.

Deste modo, para a extração dos resultados foram utilizadas 4 propostas para o quadro metodológico: 1) proposta de acordo com NBR ISO 16290:201, visto que a proposta analisou elementos tidos como essenciais entre os níveis da ferramenta; 2) proposta com base no modelo calculadora TRL (ROCHA et al., 2016), onde verificou os resultados a partir de um modelo linear de desenvolvimento de fases sequenciais; 3) proposta de peso levando em consideração criticidade funcional de elementos da ferramenta levando em consideração elementos dos trabalhos de (HICKS et al., 2009; COBOS et al., 2020); 4) proposta sugerida pelo autor, considerando elementos das propostas anteriores e ponderando pesos entre elementos e ciclo de vida da ferramenta. Assim para avaliação da influência dos elementos contidos no questionário, observando as similaridades das respostas entre os projetos e que pudessem identificar seus respectivos níveis de maturidade.

4.4. Identificação de diferentes situações possíveis na condição de desenvolvimento tecnológico em um projeto

Foram consideradas características de ciclo de projetos e sua relação com possíveis situações no contexto acadêmico, observando que a ferramenta foi adaptada para atender a necessidade de projetos desenvolvidos no contexto acadêmico. A Tabela 2 apresenta essas diferentes situações possíveis que caracterizam tais condições.

Tabela 2- Situações e desenvolvimento tecnológicos dos projetos acadêmicos do PPGCTA avaliados

Situações no desenvolvimento tecnológico	<ol style="list-style-type: none">I. O projeto apresenta seu nível de maturidade de forma plena (completa), respondendo a todos os elementos (questionário); ou ao menos correspondendo um mínimo considerado satisfatório;II. O projeto apresenta seu nível de maturidade de forma não plena, mas com a transferência e aplicabilidade da tecnologia possível e viável;III. Apesar de não atender plenamente em um determinado nível de maturidade, o projeto não pode ser impedido de realizar sua continuidade no desenvolvimento tecnológico, mesmo não garantindo a sua contemplação quanto aos elementos (essenciais e não essenciais) constituintes dos respectivos níveis;
---	--

Fonte: A autoria própria (2022)

4.4.2 Proposta metodológica para a aplicação da ferramenta considerando a normativa ABNT ISO NBR 16290:2015

Os níveis da ferramenta TRL possuem atividades consideradas essenciais, as quais definem o objetivo que se aspira alcançar em cada nível da ferramenta. Sendo assim, a partir da quantidade de elementos avaliados nos níveis do questionário aplicado, foi gerado uma porcentagem que considerou a representação do que foi preenchido quanto à conformidade aplicada. O nível foi considerado alcançado a partir da contemplação de todas as atividades essenciais completas de acordo com ISO NBR 16290, destacadas no Anexo A deste Trabalho.

4.4.3 Proposta metodológica para a aplicação da ferramenta considerando a calculadora de TRL desenvolvida por (Rocha et al., 2016)

Os aspectos da proposta “Calculadora TRL” levantados por Rocha (2016) foram enquadrados no modelo nos conceitos da NBR 16290:2015, estabelecendo uma tolerância para o cumprimento sobre cada nível da ferramenta para a tecnologia ser considerada habilitada ao nível superior seguinte.

A partir dos elementos avaliados nos níveis do questionário aplicado, em vista da necessidade de maior validação dos conceitos da Calculadora de TRL, foi considerado um percentual de comprimento dos elementos do nível de maturidade, quando igual ou superior a 85%, que considerou a representação do que foi preenchido quanto à conformidade que estão relacionados aos níveis da ferramenta.

4.4.4 Proposta metodológica para a aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico no ciclo de vida do projeto – levando em consideração elementos dos trabalhos de (HICKS et al., 2009; COBOS et al., 2020)

A terceira abordagem considerou a aplicação de pesos entre elementos tidos como funcional, de acordo com os elementos do questionário adaptados para segmento alimentício, considerando componente dos trabalhos de (HICKS et al. 2009; COBOS et al. 2020).

Foi proposto uma medida baseada em três níveis considerando Fatores de Criticidade Funcional (FCF) levando como condição a identificação de elementos em que estão relacionados à funcionalidade e, elementos tidos como atividades essenciais para o desenvolvimento tecnológico entre os níveis da ferramenta.

A partir da identificação destes elementos foram atribuídos pesos entre níveis da ferramenta e considerados com maior relevância o segmento dos projetos avaliados, juntamente com a norma NBR 16290:2015, como um grau de importância dentro de cada nível da ferramenta com relação ao aumento da maturidade da tecnologia, considerando a (Tabela 3),

Tabela 3- Valor Crítico de Funcionalidade dos Projetos acadêmicos do PPGCTA

Valor crítico	Definição
3	A condição tem necessidade fundamental para o amadurecimento e funcionalidade central dos projetos avaliados. Nenhuma alternativa ou substituição se faz necessário.
2	A condição cumpre um papel vital na funcionalidade central dos projetos. Entretanto, uma solução alternativa talvez seja necessária para maior embasamento dos projetos, aplicando tecnologias que podem ser substituídas pelas atuais, onde, podem ser uma penalidade aceitável.
1	A condição está melhorando quanto ao desempenho dos projetos e demais funcionalidade do processo de desenvolvimento. Entretanto, existem várias tecnologias alternativas que podem ser substitutas e incorrer em uma penalidade mínima.

Fonte: Hicks et al. (2009)

4.4.5 Proposta metodológica sugerida pelo autor para a aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico no ciclo de vida do projeto — uso de pesos entre os elementos e níveis do ciclo de vida de projetos tecnológicos.

Vista a necessidade de analisar os resultados de acordo com a necessidade do contexto dos estudos de projeto, tendo em vista, que as propostas anteriores foram direcionadas para um contexto diferente do abordado neste estudo.

A proposta quatro desenvolvida pelo autor levou em consideração os fatores de criticidade identificados na seção anterior. Sendo implementada a influência destes elementos, sobre os níveis do ciclo de vida de projetos tecnológicos. Tendo em vista que os níveis da ferramenta são formados categoricamente a partir do desenvolvimento tecnológico. A Tabela 4 mostra os valores implementados sobre a divisão dos grupos relacionados ao ciclo de vida, levando em consideração valores de 1 a 4.

Tabela 4- Valores de Cotação Sobre a Influência do Ciclo de Vida

Nível de TRL	Fator multiplicador – Ciclo de Vida
TRL1	1
TRL2	1
TRL3	2
TRL4	2
TRL5	2
TRL6	2
TRL7	3
TRL8	3
TRL9	4

4.4.6 Proposta de criação de um índice de relacionamento entre maturidade tecnológica e o desenvolvimento do projeto em seu ciclo de vida, considerando os fatores risco e investimento

Foi estabelecido a uma análise sobre o relacionamento da maturidade tecnológica e respectivo desenvolvimento dos projetos entre os níveis do ciclo de vida da ferramenta, considerando os níveis de risco de investimento do projeto quanto a sua aplicação.

O Índice de Desenvolvimento Tecnológico Aderente (IDTA) refere-se a uma relação entre o Indicador do projeto real com o ideal, considerando investimento e o trabalho aplicados ao projeto até o momento presente, e o risco tecnológico existente para a continuidade e implementação daquela tecnologia ou produto.

O Índice de Desenvolvimento Tecnológico Aderente foi construído após as análises das propostas metodológicas aplicadas aos 5 projetos. A construção dos modelos pôde ser verificada conforme as equações 1, 2, 3 e 4 desenvolvidas pelo autor, para as características variáveis de produto ou processo oriundos de cada tecnologia e segmento.

$$Td = \sum(Ci \times d) \quad \text{Equação 1}$$

$$Fi = R \delta T \quad \text{Equação 2}$$

$$Ft = \sum(Rt) \delta \sum(Ci \times d) \quad \text{Equação 3}$$

$$Id = Ft(\text{ideal})/Ft(\text{real}) \quad \text{Equação 4}$$

Onde, $i = 1$ a 9 ; Td – Trabalho investido no desenvolvimento tecnológico; Ci — Investimento em cada nível TRL; $d = f(N_{TRL})$ (força de trabalho de pesquisa em cada nível) Elementos no questionário; Ft – Aplicador de aderência tecnológica; Rt — Risco tecnológico presente. O risco varia de 0 (não há risco), ou seja, a chance de sucesso é máxima, a 1 (risco máximo), sinalizando possibilidade mínima de sucesso na implementação tecnológica; Id — Índice de desenvolvimento tecnológico aderente; $Ft(\text{ideal})$ - Valores que refletem situações ideais ou plausíveis para o nível TRL; e, $Ft(\text{real})$ – Determinado a partir do modelo.

Assim, o Td é todo o esforço empenhado para a constituição e empregabilidade da tecnologia empregada, ou seja, todo o trabalho investido no desenvolvimento tecnológico. Ci está relacionado a demanda necessária para que a TRL seja atendida, atendendo a cada investimento em do nível TRL. $f(N_{TRL})$ o direcionamento que a pesquisa deve estabelecer para cumprir o requisito dentro da TRL aplicada. Rt é interligado à probabilidade de ocorrências de danos químicos, físicos e/ou ambientais compreendida entre a indústria-ambiente-sociedade. Id relacionado a eficiência e como o projeto se adere à ferramenta, referindo-se a uma relação

entre o Indicador do projeto real com o ideal, considerando investimento e o trabalho aplicados ao projeto até o momento presente, e o risco tecnológico existente para a continuidade e implementação daquela tecnologia ou produto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise das Propostas Sugeridas para a Ferramenta

Os resultados estão apresentados abaixo conforme os objetivos estabelecidos neste trabalho. Os projetos acadêmicos foram avaliados conforme o questionário aplicado aos 5 egressos selecionados no PPGCTA - UFRRJ e foi possível analisar como as propostas aplicadas se comportavam diante da extração dos dados necessários correspondentes aos níveis estabelecidos pela ferramenta.

Os modelos adotados estabeleceram diferentes níveis de maturidade conforme a escala TRL, utilizando 4 abordagens: (1) uso direto da NBR/ISO 16290:2015, (2) Calculadora TRL, com base no modelo de (ROCHA, 2016), (3) Modelo Peso de Criticidade Funcional - PCF, com base em componentes de (HICKS et al., 2009; COBOS et al., 2020) utilizando aplicação de pesos de criticidade em elementos (checklist) da ferramenta considerados essenciais na tecnologia, e pôr fim, a (4) elaboração de Modelo Relacionados a Funcionalidade e Atividade Essenciais da Ferramenta. Isto foi possível a partir da aplicação de Pesos em grupos de níveis tecnológicos em função de etapas do Ciclo de Vida dos Projetos com associação aos efeitos que consideraram a criticidade dos elementos contidos dentro de cada grupo do ciclo de vida da ferramenta.

Através da coleta de dados entre os cinco 5 projetos representados pelas letras (A, B, C, D e E), foram estipulados critérios (Tabela 2) com base nas respostas coletadas por cada projeto quanto a aplicação da ferramenta, entre as 4 propostas metodológicas descritas neste trabalho. Os critérios foram considerados as situações analisadas em casa projetos, vista a necessidade de adequar cada proposta analisada neste trabalho as condições que melhor direcionasse para o contexto da ciência e tecnologia de alimentos com ênfase em tecnologia de pescado.

As condições impostas para este trabalho (Tabela 2) foram direcionadas a partir das informações geradas pela aplicação da ferramenta TRL entre os 5 projetos, destacando o direcionamento da ferramenta para o contexto do segmento alimentício com ênfase na área de pescado. Vale destacar que as condições impostas sobre as propostas metodológicas utilizadas para extração dos resultados, foi um aprimoramento para direcionar a escolha do modelo que viesse atender as necessidades deste trabalho.

Por fim, foi aplicado o IDTA (Índice de Desenvolvimento de Aderência – Id) para verificar se a distribuição entre os valores obtidos pela ferramenta a partir da proposta metodológica que melhor conduziu as condições para segmento de alimentos, com ênfase na área de pescado, se torna representativa a ponto de atender a necessidade da demanda do projeto no sistema real.

5.2 Resultado da aplicação da ferramenta considerando a normativa ABNT ISO NBR 16290:2015

Na abordagem levada em consideração a ABNT ISO NBR/16290:2015, o nível de TRL pôde ser definido quando um projeto alcançou efetivamente todas as atividades consideradas essenciais (Anexo E) para cada nível da ferramenta. O menor nível de TRL com todas as atividades essenciais concluídas é o grau da ferramenta indicado para esta abordagem. Segundo Olechowski (2015) e NASA (2007), a NBR ISO 16290:2015 define que para aplicar a ferramenta a um projeto, uma TRL completa precisa contemplar todos os itens, tendo em vista a necessidade de identificação de todos os elementos avaliados. Ou seja, em um processo de reconhecimento das tecnologias a serem analisadas sugere-se o processo de avaliação completa.

A Tabela 5 demonstra os níveis e elementos alcançados em cada um dos cinco projetos analisados, perante as condições estabelecidas na normativa ISO NBR 16290:2015. Desta forma, realizando um acompanhamento dos trabalhos desenvolvidos pelo PPGCTA/UFRRJ e seus principais pontos alcançados dentro desta ferramenta.

Tabela 5- Nível de maturidade entre os projetos acadêmicos do PPGCTA segundo a ABNT ISO NBR 16290:2015

TRL	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
1	X	X	X	X	-
2	X	X	X	-	-
3	X	X	X	-	-
4	X	X	X	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	X	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
Nível de TRL	4	4	4	1	1

O modelo foi estabelecido para indicar o nível de maturidade dos projetos, considerando que cada nível possui atividades consideradas essenciais e desta forma atendendo o objetivo de cada nível da ferramenta sobre os critérios da proposta estabelecida. É importante salientar que todos os elementos para esta abordagem são importantes para o amadurecimento da tecnologia, mas as atividades tidas com essências são indispensáveis para cada nível de desenvolvimento da tecnologia.

A norma ABNT NBR ISO 16290:2015 não define requisitos mínimos de frequência para a realização da avaliação de maturidade tecnológica. A forma de realizar a avaliação fica a critério do mediador que irá realizar a aplicação da metodologia. A Tabela 5 descreve o alcance de cada projeto sobre as condições de identificação dos elementos essenciais. Foi identificado que o projeto C não atendeu aos elementos da TRL 5, apesar de atender as condições para atingir TRL maior.

A abordagem NBR não é influenciada pelo escopo de direcionamento do projeto, tendo em vista que o mesmo segue a influência das atividades tidas como essenciais, independente do ramo da tecnologia aplicada. Para tanto, antecipar e gerenciar o desenvolvimento juntamente com a aplicabilidade de uma nova tecnologia demanda o conhecimento de pilares essenciais para a execução do projeto, como desempenho, orçamento e cronograma. Isto implica diretamente o planejamento experimental inicial do projeto para seu sucesso no futuro (MANKINS, 2009).

Perante as condições impostas na metodologia deste estudo (Tabela 2) estabelece-se que o projeto C teve condições de alcançar o nível 6 da ferramenta, apesar da ausência de elementos tidos como essenciais estipulada pela ABNT ISO NBR 16290 para esta proposta. Visto que apesar de não atender plenamente em um determinado nível de maturidade (Nível TRL 5) o projeto não pode ser impedido de realizar sua continuidade no desenvolvimento tecnológico, mesmo não garantindo a sua contemplação quanto aos elementos (essenciais e não essenciais) constituintes dos respectivos níveis. As condições foram estabelecidas, vista a necessidade de alinhar as propostas metodológicas estabelecidas neste estudo, a partir da extração dos resultados entre os projetos avaliados quando aplicado a ferramenta.

Os demais projetos avaliados na proposta ABNT ISO NBR 16290:2015 foram definidos de acordo como mostrado na tabela acima deste capítulo, considerando que gradativamente

com o aumento dos níveis da ferramenta houve o descumprimento de elementos tido com essências de acordo com a norma estabelecida. Assim como também não atenderam os critérios estabelecidos neste projeto, necessários para o amadurecimento dos projetos avaliados.

As atividades essenciais descritas entre cada nível da ferramenta (Anexo E) são consideradas específicas de cada nível da ferramenta, sendo relevantes para qualquer tipo de tecnologia. A NBR ISO 16290:2015, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foca em aplicações espaciais, contudo o seu texto admite que a escala seja utilizada em outros domínios de atividades, como, por exemplo, o setor de tecnologia da informação (ABNT, 2015).

A adaptação da escala entre os requisitos da norma ABNT ISO 16290:2015 para outros setores, define como primeiro passo da avaliação da maturidade tecnológica a identificação do elemento/tecnologia que será mensurado, podendo este elemento ser ou não componente de um sistema maior. Feito isso, o próximo passo é a definição dos requisitos de desempenho do componente em cada nível da escala, como visto no quadro a seguir (ABNT, 2015). Com isso, o desenvolvimento de uma ferramenta específica ao segmento de alimentos pode melhorar o desempenho entre os níveis estabelecidos dentro da ABNT ISO NBR 16290:2015 para projetos da área de engenharia, ciência e tecnologia de alimentos.

5.3 Resultados da aplicação da ferramenta considerando a calculadora TRL desenvolvida por Rocha (2016)

As questões foram analisadas conforme adequação do questionário TRL do contexto do estudo, levando em consideração o nível e uma porcentagem de conformidade sobre os elementos dos grupos da ferramenta sendo superior a 85% e condições estabelecidas na norma ABNT ISO NBR 16290:2015. Nesta abordagem, o grau de maturidade alcançado em cada projeto foi sempre o menor em escala real. A Tabela 6 demonstra os resultados dos projetos quanto à aplicação da proposta de (ROCHA, 2016) tendo maior conformidade dos elementos entre os projetos a pesquisa básica e aplicada, além da sumarização dos elementos tidos com essências consoante a abordagem NBR ISO 16290:2015.

Tabela 6- Nível de maturidade alcançada pelos projetos acadêmicos do PPGCTA sobre as condições estabelecida calculadora de (ROCHA, 2016)

TRL	Pontuação dos TRL's por Projeto									
	Projeto A		Projeto B		Projeto C		Projeto D		Projeto E	
	Rocha (2016)	NBR ISO	Rocha (2016)	NBR ISO	Rocha (2016)	NBR ISO	Rocha (2016)	NBR ISO	Rocha (2016)	NBR ISO
1	98%	X	100%	X	76%	X	51%	X	89%	-
2	93%	X	89%	X	78%	X	62%	-	89%	-
3	98%	X	100%	X	54%	X	86%	-	94%	-
4	90%	X	86%	X	50%	X	52%	-	82%	-
5	92%	-	66%	-	56%	-	0%	-	84%	-
6	100%	-	51%	-	86%	X	0%	-	91%	-
7	20%	-	0%	-	11%	-	0%	-	67%	-
8	17%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
9	17%	-	15%	-	17%	-	13%	-	17%	-
Nível TRL	4		4		1		1		1	

Os projetos executados por A e B cumpriram o ciclo de pesquisa básica e aplicada, segundo os critérios definidos pelo método da calculadora de Rocha (2016). Os projetos

realizados por C e D não alcançaram o nível estipulado de 85% perante as conformidades dos elementos da ferramenta. O projeto E por outro lado, apesar de atender as conformidades dos elementos pela ferramenta, não cumpriu as condições estabelecidas pela ABNT ISO NBR 16290:2015. Vale destacar que para as condições da ABNT ISO NBR 16290:2016 não define uma porcentagem mínima de frequência para a realização da avaliação de maturidade tecnológica. Evidenciando a perda de informações necessárias entre TRLs de níveis mais baixos devido à falta de integralização da margem aceitável de conformidade dos elementos.

Os projetos avaliados tiveram um aumento gradativo entre os níveis de pesquisa básica e aplicada, apesar dos projetos de C, D e E não atenderem as demandas sugeridas pela proposta metodológica utilizada. Vale ressaltar que para o método sugerido de cálculo, a TRL do projeto apresentaria condições de ser estabelecida no próximo nível caso cumprisse as exigências de conformidades de superioridade quanto a 85% de identidade dos níveis anteriores e alcance de elementos tidos como essenciais definidos pelas ABNT ISO 16290:2015 entre os níveis da ferramenta. Considerando que cada nível da ferramenta tem sua funcionalidade e necessidade na evolução dentro de cada grupo estabelecido dentro da mesma.

Esse modelo estabeleceu de forma classificatória o processo de avaliação para estabelecimento e progressão dos níveis entre as TRL's alcançadas. A proposta idealizada por este modelo é uma compressão do potencial de TRL alcançado pelos projetos. No entanto, são encontradas dificuldades para absorver e estabelecer critérios específicos necessários para o meio acadêmico no âmbito da tecnologia de pescado. Neste sentido, visualizar projetos que tenham um determinado campo de atuação pré-estabelecido (visão de pesquisa) e outro com déficit de execução (visão de mercado) se tornam necessários para posterior evolução.

A proposta considerou a metodologia de (ROCHA, 2016), mas tendo em vista a necessidade de avaliar projetos resultantes da pesquisa acadêmica e sobre o contexto da ciência e tecnologia de alimentos, foi necessário estabelecer critérios que a partir das condições vista em cada projeto avaliado, melhor classificá-lo quanto a sua maturidade tecnológica.

Sabendo-se que a ferramenta de Rocha (2016) e a NBR possuem uma abordagem originalmente direcionada para o segmento do setor aeroespacial, foi compreendido a necessidade de levar considerações sobre elementos da ferramenta por meio de situações observada entre os projetos como fator de relevância para classificar a maturidade tecnológica entre os projetos que compõem o desenvolvimento deste trabalho.

A abordagem que levou em consideração a proposta da calculadora (ROCHA, 2016), apesar de referenciar um nível nos projetos, ainda perde informações conforme a necessidade da ferramenta. Isto se deve ao fato de a obrigatoriedade de um nível ser obtido apenas quando todas as tarefas referentes àqueles níveis foram concluídas de acordo com as condições estabelecidas na proposta. Desta forma, o projeto pode perder informações úteis no amadurecimento da tecnologia por desprezar as atividades concluídas de níveis acima do nível considerado concluído.

Além disso, nesta proposta os projetos foram avaliados abordando todos os elementos da ferramenta base e realizando as modificações necessárias para a área da tecnologia do pescado. Destacando que a proposta pode diferenciar ou modificar seu resultado sobre o nível de uma TRL, considerando a ABNT ISO NBR 16290:2015.

Segundo Devezas (2012) a contextualização e interpretação dos resultados obtidos pelas TRL's definem o propósito de inovação do projeto, compreendendo outros fatores como o de escassez de mercado e competitividade envolvendo o surgimento de novas tecnologias e produtos que fundamentam o poder da inovação.

Desta forma, o nível de TRL de determinado projeto foi classificado pelos autores deste trabalho (Tabela 7), através dos indicadores encontrados no levantamento de situações dos projetos quando submetidos ao questionário da ferramenta TRL, servindo de evidências documentais para avaliar direcionadamente para o contexto do segmento alimentício.

Tabela 7- Nível de maturidade dos projetos acadêmicos do PPGCTA a partir de informações geradas pela aplicação da ferramenta TRL sobre a proposta estabelecidas pela calculadora de (ROCHA, 2016)

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
Nível de TRL	6	5	4	3	6

A definição dos níveis dos projetos foi determinada vista as condições estabelecidas (Tabela 2) e propriedades sobre o contexto de estudo dos projetos, observando a adequação de elementos do questionário sobre os projetos avaliados de forma contínua, determinando qual TRL seria estabelecida.

Os projetos A e B cumpriram o ciclo de pesquisa básica e aplicada, segundo os critérios definidos pelo método de Rocha (2016). Apesar de não atender as condições na NBR, houve o entendimento de crescimento até os níveis 6 e 5, respectivamente, sendo utilizado como fator para a determinação dos níveis de maturidade.

O projeto (C), apesar de não atender as condições de 85% de conformidade entre os elementos da pesquisa básica e aplicada, foi possível observar as condições dos elementos essenciais entre os TRL e aumento significativo entre a validação dos projetos, a partir TRL (5; 6) que serviu de apoio para determinar um nível de TRL 4, tendo em vista seu aumento de desenvolvimento sobre as condições da NBR ISO.

Tendo situação contrária ao projeto de C, o projeto E apesar de atender as conformidades dos elementos da ferramenta, não cumpriu as condições estabelecidas pela ISO NBR 16290:2015, mas foi considerado o atendimento dos elementos como todo (TRL, 6) a partir das condições do questionário de Rocha (2016), evitando a perda de informações necessárias entre TRLs de níveis mais baixas pela falta de integralizar a margem aceitável de conformidade dos elementos.

Foi possível observar que os projetos C, D e E apresentaram dificuldade para alcançar seu nível de maturidade de forma plena, entretanto foi verificada a transferência e aplicabilidade da tecnologia possível e viável, evidenciando a necessidade incorporar condições para alcançar o nível de TRL de forma direcionada para contexto do estudo. As questões não aderentes às TRL's de pesquisa básica e aplicada serviram de ponto de apoio para visualizar as principais dificuldades dos projetos para uma possível solução futura de avanço para um nível maior. A verificação dos níveis de maturidade, se destina a assegurar, no contexto da inovação, a melhor relação entre fatores como curso, risco e sucesso no mercado (VIK et al., 2021).

5.4 Resultado da aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico entre os elementos da ferramenta – uso de pesos entre os elementos da ferramenta

A proposta considerada elementos dos trabalhos de (HICKS et al., 2009; COBOS et al., 2020) onde, ponderou peso de criticidade funcional (PCF), considerando a exigência em adaptar a ferramenta a partir da necessidade de atender as demandas do segmento alimentício, sendo incorporados pesos aos elementos da TRL conforme a necessidade dos projetos. Para esta proposta foram utilizados componentes dos autores citados, tendo em vista que o contexto da metodologia utilizada entre os autores, não foram utilizados para este trabalho.

Os pesos foram ponderados entre os elementos da ferramenta, a partir das condições estabelecidas na (Tabela 3), visto a necessidade de alinhar fatores de maior relevância para o segmento alimentício. Estes pesos de criticidades funcional foram considerados de acordo com

os elementos do questionário adaptados para segmento alimentício juntamente com a norma NBR 16290:2015, como um grau de importância dentro de cada elemento sobre os níveis da ferramenta com relação ao aumento da maturidade da tecnologia. Visto que a norma é a principal norma que regulamenta a ferramenta no Brasil.

A abordagem PCF informa o percentual completo de todos os níveis da TRL para cada projeto, avaliando de forma mais direcionada para o contexto da pesquisa abordada (segmento alimentício), realizando uma analogia do quanto se precisaria para um projeto poder alcançar um nível de maturidade completo na ferramenta. Considerando que para alcançar um nível a porcentagem de conformidade sobre os elementos dos grupos da ferramenta seja igual ou superior a 85%.

A proposta PCF foi desenvolvida a partir de componentes encontrados nos trabalhos dos autores (HICKS et al., 2009; COBOS et al., 2020), houve um direcionamento para o contexto do estudo, visto a associação de pesos entre os elementos da ferramenta, de acordo a necessidade de desenvolvimento dos projetos quanto a funcionalidade. Ao contrário das demais propostas (ABNT NBR ISO 16290:2015 e ROCHA, 2016) utilizadas neste estudo, tem um direcionamento para o contexto aeroespacial.

Na Tabela 8, demonstra-se o desempenho de cada projeto perante o rendimento entre cada elemento de cada nível da ferramenta TRL. A proposta metodológica se correlaciona bem com o desenvolvimento no processo tecnológico dos projetos envolvendo o segmento de alimentos, fornecendo um passo importante que apoia a prontidão dos projetos, incluindo fatores importantes para a sua avaliação durante o seu desenvolvimento.

Tabela 8- Nível de maturidade alcançada pelos projetos acadêmicos do PPGCTA sobre as condições estabelecidas na proposta de aplicação de pesos entre os elementos da ferramenta TRL.

Nível de TRL	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
1	96%	100%	78%	45%	89%
2	92%	94%	88%	66%	93%
3	99%	100%	40%	80%	94%
4	87%	88%	37%	43%	84%
5	95%	63%	61%	0%	83%
6	98%	45%	88%	0%	91%
7	22%	0%	6%	0%	64%
8	16%	0%	0%	0%	0%
9	16%	17%	19%	15%	19%
TRL do projeto	6	4	1	1	3

A abordagem de PCF considera todos os níveis da ferramenta com o mesmo peso, independentemente de estes serem superiores ou inferiores, levando em conta a necessidade do nível da ferramenta perante os critérios estipulados de maior interesse para o segmento adotado. Desta forma, atenta-se que as atividades dos níveis TRL mais altos possuem um peso semelhante aos níveis de maturidade tecnológica menor.

Observou-se um crescimento contínuo quanto aos elementos dos níveis identificados pela ferramenta (Tabela 8) para a determinação dos níveis de maturidade. O projeto de A, alcançou os níveis TRL referentes a desenvolvimento experimental, definidos com elementos responsáveis pela prova de conceito, verificação e demonstração da tecnologia desenvolvida em ambiente relevante para amadurecimento tecnológico.

Os projetos B e E cumpriram o ciclo de pesquisa básica e aplicada, considerando a porcentagem de 85% de conformidades dos elementos da ferramenta. Os projetos C e D apesar de não atender as condições de 85% de conformidade entre os elementos da TRL1 foi possível observar um aumento entre a validação dos projetos (Tabela 8), sobre os níveis posteriores da ferramenta. Destacando a perda de informações importantes entre o desenvolvimento do projeto.

Apesar da indispensabilidade de implantar porcentagem de conformidade entre os níveis da ferramenta TRL, vista a necessidade de padronização da ferramenta entre os elementos cumpridos. É notório que a condição de estipular uma porcentagem de 85% para definir um nível de maturidade tecnológica quanto os elementos, perdem informações tidas como essenciais para o amadurecimento dos projetos, tendo em vista, que alguns projetos desenvolvidos não necessariamente precisam executar suas tecnologias a partir da pesquisa básica.

Perante as definições dos níveis de maturidade tecnológica descrito nesta abordagem foram aplicados às condições (Tabela 2), visto a necessidade de adequar à proposta as situações encontradas nos projetos analisados, dando um grau de importância à necessidade dos projetos (Tabela 9) de acordo com as condições do seu desenvolvimento.

Tabela 9- Nível de maturidade dos projetos acadêmicos do PPGCTA a partir de informações geradas pela aplicação da ferramenta TRL, sobre a proposta de aplicação de pesos sobre os elementos da ferramenta:

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
Nível de TRL	6	4	2	3	6

Nota-se que os projetos A e B não tiveram mudanças significativas entre as condições imposta para esta proposta, mas é importante a discussão sobre a necessidade de compreender as necessidades para alcançar níveis maiores, compreendendo suas respectivas porcentagens de completude que podem auxiliar no amadurecimento dos projetos sobre o que está sendo feito e do que precisa ser feito para alcançar uma maturidade maior.

Os exemplares de C e D, ainda que não atendam plenamente em um determinado nível de maturidade, não foram impedidos de realizar sua continuidade no desenvolvimento tecnológico, mesmo não garantindo a sua contemplação quanto aos elementos constituintes dos respectivos níveis. Evitando assim a perda de informações necessárias entre TRLs de níveis mais baixos pela falta de integralização da margem aceitável de conformidade dos elementos.

O projeto E cumpriu as condições necessárias perante o desenvolvimento experimental, mesmo com a necessidade de uma solução para maior embasamento do projeto, com a transferência e aplicabilidade da tecnologia.

É notório o aumento da necessidade de aplicação e utilização de ferramentas que possam validar projetos oriundos da academia por parte dos órgãos governamentais e instituições de ensino quanto à validação dos projetos desenvolvidos na academia. Bergamini (2020) destacou a necessidade de aplicação do uso da ferramenta de maturidade tecnológica em produtos e tecnologias em desenvolvimento nas instituições de Ensino superior e Instituições de Ciência e tecnologia, sobre a perspectiva de efeitos positivos quanto a qualidade de processos e auxílio nas tarefas de modernização das práticas relacionadas à inovação.

Perante a discussão destas propostas, torna-se nítido o declínio dos projetos analisados ao relacionar a sua transferência para a sociedade perante a análise do comprimento dos níveis da ferramenta. A ambientação e projeção dos projetos além das universidades se tornam um

fator de alta relevância para as tecnologias desenvolvidas serem entregues em condições viáveis para sua execução (ETZKOWITS, 2017).

5.5 Resultado da aplicação da ferramenta considerando sua importância na influência do desenvolvimento tecnológico do projeto — uso de pesos entre os elementos e níveis do ciclo de vida de projetos tecnológicos.

A proposta quatro desenvolvida pelo autor, considerou os fatores de criticidade identificados na seção anterior sobre os elementos (checklist) da ferramenta. Sendo implementada a influência destes elementos, sobre os níveis do ciclo de vida de projetos tecnológicos. Tendo em vista que os níveis da ferramenta são formados categoricamente a partir do desenvolvimento tecnológico.

O desenvolvimento desta proposta, teve influência das propostas anteriores apresentadas neste trabalho, visto a necessidade de desenvolvimento de um método que atendesse a necessidade do contexto do estudo. Foram desenvolvidos indicadores entre os elementos da ferramenta e o ciclo de vida (Tabela 4) que representam cada nível da ferramenta TRL de forma que pudessem defini-la para cada projeto avaliado, com o propósito de delinear mecanismos voltados para o segmento alimentício, alinhado a fatores referentes à necessidade do contexto dos projetos avaliados e as condições que melhor o respondam.

Os critérios da proposta abordada, considerou que os parâmetros estipulados pelas demais propostas levaram como referência outras metodologias, não considerando que os projetos analisados tiveram seu desenvolvimento ligado à pesquisa do âmbito acadêmico. Os parâmetros foram definidos a partir da necessidade de visualização mais profunda e de impulsionar os projetos acadêmicos ao mercado quanto ao segmento de interesse, visto que, existe uma dificuldade das propostas em delegar suas pesquisas a alcançarem níveis maiores de validação conforme a ferramenta TRL.

O modelo de abordagem por pesos considerou a necessidade de atender a demanda dos projetos (Tabela 10) do segmento alimentício com ênfase em tecnologia de pescado (com a participação acadêmica), com sugestões que pudessem alinhar fatores ligados a necessidade e funcionalidade. Esta sugestão alinhou valores de peso aos níveis do ciclo de vida da ferramenta, conduzindo critérios que pudessem ser aplicados para a tecnologia de pescado, ao qual seria uma forma de determinar que a TRL1 teria significância igual a TRL9, avaliando de forma intrínseca cada elemento da ferramenta de acordo a necessidade da proposta.

Tabela 10- Nível de maturidade alcançada pelos projetos acadêmicos do PPGCTA sobre as condições estabelecidas na proposta de aplicação de pesos entre os elementos da ferramenta e ciclo de vida da TRL.

Nível de TRL	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
1	96%	100%	78%	45%	89%
2	92%	94%	88%	66%	93%
3	99%	100%	40%	80%	94%
4	87%	88%	37%	43%	84%
5	95%	63%	61%	0%	83%
6	98%	45%	88%	0%	91%
7	22%	0%	6%	0%	64%
8	16%	0%	0%	0%	0%
9	16%	17%	19%	15%	19%
TRL do projeto	6	4	1	1	3

O modelo desenvolvido pelo autor, considera atividade de maior relevância para o contexto do estudo, em comparação com as demais propostas que não levam em apreciação elementos de interesse da tecnologia, ocasionando perda das informações que teriam maior interesse para os desenvolvimentos dos projetos avaliados. As ferramentas com fundamentações baseadas na TRL são desenvolvidas constantemente com adaptações relacionadas às áreas que os projetos se relacionam. Cada ferramenta desenvolvida possui descrições ajustadas em cada nível da TRL, auxiliando os idealizadores dos projetos (SANTOS, 2018).

Além disso, as demais propostas descritas neste estudo consideram que os elementos dos níveis mais altos possuem maior peso na abordagem quanto ao seu amadurecimento. Vale ressaltar que estes elementos necessitam de conhecimento adquiridos nos níveis menores, justificando a necessidade de abordagem dos níveis iniciais no amadurecimento tecnológico dos projetos.

O direcionamento da proposta foi alinhado às condições de melhorar os projetos desenvolvidos para área de pescada, tendo em vista a necessidade de contribuir para redução de erros de validação, quanto a sua aplicação diante da necessidade do mercado consumidor. Além de configurar fatores de peso entre os ciclos da ferramenta com os elementos de cada nível, foi encontrado os resultados (Tabela 11), a partir dos critérios estipulados para o contexto do estudo (Tabela 2) que ajustassem a ferramenta para o contexto acadêmico, devido à ferramenta ser adaptada para colaborar com projetos desenvolvidos pelo programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos — UFRRJ.

Tabela 11 - Nível de maturidade dos projetos acadêmicos do PPGCTA a partir de informações geradas pela aplicação da ferramenta TRL, sobre a proposta de aplicação de pesos, sobre os elementos e ciclo de vida da ferramenta.

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
Nível de TRL	6	4	2	3	6

Não houve diferença entre os níveis da TRL da proposta anterior (3), mas vale destacar a necessidade de ponderar informações referentes a funcionalidade e abordagem dos elementos tidos como essenciais para o desenvolvimento da ferramenta, considerando fatores relacionados ao segmento tecnológicos dos projetos avaliados. Através dos níveis de seu desenvolvimento

Estas informações podem ser utilizadas para discutir direcionamento quanto ao desenvolvimento dos projetos e impor medidas, caso necessário, para diminuir o risco de desenvolvimento tecnológico, considerando que uma tecnologia com mensuração tecnológica maior apresenta menos risco de implementação do que a tecnologia imatura (MOORHOUSE, 2012).

As condições estabelecidas nestas propostas referem-se como um *upgrade*, troca de condições e componentes para melhor adequar as condições do segmento proposto para o contexto do estudo. Olechwski (2015) destaca que as condições de adaptação como uma necessidade de atender critérios que não são atendidos perante a NBR ISO 16290:2015, visto que a norma não se manifesta a respeito da frequência dos elementos quanto a sua aplicação.

A precisão dos critérios estabelecidos nesta proposta também tem potencial de catalisar informações necessárias para o amadurecimento das tecnologias entre os projetos e identificar oportunidades de desenvolvimento tecnológico através do direcionamento dos elementos entre os níveis da ferramenta, suportando uma contínua maturidade de esforços entre a ciência e tecnologia de alimentos em inovação difundida no mercado que gerem resultados econômicos significativos.

5.6 Proposta de criação de um índice de relacionamento entre maturidade tecnológica e o desenvolvimento do projeto em seu ciclo de vida, considerando os fatores risco e investimento

O Nível de Maturidade Tecnológica (NTRL) dos projetos foi avaliado quanto sua contemplação dos elementos na ferramenta, entre as propostas analisadas, caracterizando a força de trabalho implementada entre os níveis da ferramenta.

Para melhor direcionamento da ferramenta ao contexto acadêmico, vista as inconsistências dos trabalhos avaliados, perante as conformidades dos elementos entre os níveis da ferramenta, foi identificado um modelo (proposta desenvolvida pelo autor) e aplicado o índice de desenvolvimento aderente, aos quais os projetos foram submetidos e analisados, considerando fatores relacionados a condições aplicadas na ferramenta em estudo. Neste sentido, a inserção de um índice de aderência aos projetos avaliados, foi aplicado visando a empregabilidade de fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam o seu desenvolvimento e/ou execução.

A pontuação foi obtida pelo investimento para o desenvolvimento de cada projeto, condições estabelecidas na proposta de desenvolvida pelo autor, levando em conta as conformidades dos elementos ponderados aos níveis da ferramenta TRL, e o emprego das equações (1,2,3 e 4) gradativamente para avaliação dos esforços aplicados em consonância com o trabalho desenvolvido durante as avaliações das TRL, demonstrando a situação atual de maturidade tecnológica do projeto, alinhando os requisitos de cada nível quanto ao nível de maturidade tecnológica, direcionado proporcionalmente ao fator do projeto via características intrínsecas e extrínsecas. Os riscos sobre o desenvolvimento de cada projeto avaliado consideraram a zero, tendo o entendimento que este trabalho não desenvolveu fatores de risco para a avaliação dos projetos a partir das condições aplicadas entre as propostas desenvolvidas.

Foi possível averiguar uma margem de aderência (Tabela 12) onde foi demonstrando uma probabilidade de aplicação associado à equação que representa a proporção de variabilidade amostral de cada projeto avaliado.

Tabela 12 - Somatório de esforços, investimentos e índice de aderência para cada projeto acadêmico do PPGCTA considerando os valores ponderados de acordo com a quantidade de elementos da ferramenta

Projetos	Investimento	Soma d	Risco	Indicador DTA	Índice de Aderência
A	30000	56,27	0	1688237,06	56%
B	32000	42,83	0	1370619,48	46%
C	34000	35,57	0	1209526,10	40%
D	30000	20,96	0	628700,44	21%
E	31000	57,78	0	1791038,50	60%
Ideal	30000	100	0	3000000	100%

Nota-se que os projetos A, B e E obtiveram os maiores valores entre as condições impostas para o desenvolvimento do índice. O perfil de aderência aos projetos, corresponde a uma pontuação relevante sobre o índice de maturidade tecnológica de um projeto, onde é demonstrado a situação atual do projeto de acordo com os requisitos de cada condição imposta, refletido sobre o quão maduro a tecnologia se encontra a necessidade do mercado.

Os exemplares de C e D tiveram as menores proporções quando comparados aos 5 projetos avaliados. A aplicação do nível de aderência está diretamente ligada às características intrínsecas dos projetos, tendo em vista que pontuações mais baixas necessitarão de um plano

de ação para melhoria em curto, médio e longo prazo, com intuito de aprimorar o seu desenvolvimento tecnológico. Segundo Costa (2022), os níveis de aderência para avaliação da maturidade de projetos são divididos em inexpressivo (0 - 14,99%), iniciando (15 — 39,99%), intermediário (40 – 70%) e aprimorado (70,01 — 100%). Sendo assim, comparando os valores de aderência com os aqui encontrados, podemos notar que o mínimo seria considerado “iniciando” (projeto D) e o máximo como “aprimorado” (projeto E). Assim, quanto maior a maturidade, menor o atraso, menor o estouro dos custos, maior o percentual de execução do escopo previsto e maior o sucesso dos projetos.

Diante dos resultados da tabela (Tabela 12) tem-se por claro a relevância da aplicação da ferramenta de maturidade tecnológica em projetos do âmbito acadêmico, vista a necessidade de abordar conteúdos referentes à gestão, estratégias, análises do ambiente interno e externo do projeto, aspectos qualitativos e quantitativos referentes ao projeto avaliado que pode garantir desde a sobrevivência ao diferencial competitivo no mercado atual.

5.7 Discussão dos Resultados

A criação da ferramenta em modelo de questionário alcançou a validação dos aspectos que abrangem a ciência e tecnologia de alimentos e potencializou analisar as propostas para identificar o nível de maturidade entre os projetos desenvolvidos no programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFRRJ, além de, trazer informações sobre quais medidas devem ser executadas para o andamento das atividades desenvolvidas no âmbito do contexto acadêmico, com relação a projetos conduzidos no PPGCTA/UFRRJ.

Os resultados da aplicação do questionário e suas respectivas porcentagens quanto a completude pode auxiliar diversas universidades a identificar o acompanhamento do progresso de seus projetos, acompanhando o andamento e designação para melhor amadurecimento das propostas desenvolvidas.

Foi possível identificar uma grande dificuldade entre os projetos para avançar perante os níveis de desenvolvimento experimental, industrialização, produção e comercialização dos produtos entre as quatro propostas sugeridas por este estudo. Estas informações podem ser extraídas pelas instituições de ensino e utilizadas para traçar um melhor direcionamento que solucione problemas referentes ao desenvolvimento tecnológico que podem auxiliar e definir os projetos desenvolvidos no âmbito acadêmico.

Algumas considerações foram apontadas referentes ao auxílio de riscos tecnológicos durante seu embasamento científico entre a pesquisa básica e aplicada, sendo que, quando os níveis de prontidão tecnológica sob análise ainda se encontram em níveis mais baixos, se torna possível redirecionar o desenvolvimento da tecnologia e técnicas escolhidas para obtenção do resultado. Enquanto nas TRL mais elevadas o projeto tende a sofrer apenas aperfeiçoamento até se atender a maturidade tecnológica desejada.

Vale destacar, que o desenvolvimento de um projeto não necessariamente passa por todas as fases quando estão relacionados à elaboração de produto ou processo. Em alguns casos os projetos envolvem melhorias de produtos e processos e por parte de conhecimento existente podem iniciar em fases posteriores, como o desenvolvimento experimental, por exemplo.

Deste modo, a partir dos fatores analisados pelo questionário a ser cumprido, o contribuinte pela tecnologia nos projetos desenvolvidos pelos programas de pós-graduação pode definir metas e posteriormente identificar riscos presentes durante o desenvolvimento dos produtos. Assim, demonstrando que a ferramenta se mostra eficaz para o gerenciamento de risco e amadurecimento de produtos tecnológicos desenvolvidos pelo meio acadêmico.

O egresso responsável pelo desenvolvimento do projeto poderá mensurar a maturidade da tecnologia, contribuindo para a sua evolução e diminuindo o risco de um grau de maturidade menor e menor risco de implantação quando comparadas a tecnologias de níveis menores. Os resultados foram obtidos através da extração e sumarização no *Microsoft Excel*®, para cada

proposta analisada, gerando a média das porcentagens de respostas dos projetos entre os modelos estabelecidos.

Ao analisar a abordagem, podemos verificar que a ABNT NBR ISO 16290:2015 acabou sendo limitada no sentido de calcular o nível de maturidade tecnológica dos projetos, visto que só considera que nível foi alcançado se todas as atividades relacionadas a este nível forem concluídas. Além disso, a proposta não é influenciada pelo escopo de direcionamento do projeto, tendo em vista que a mesma segue a influência das atividades tidas como essenciais, independente do ramo da tecnologia aplicada.

Quanto ao modelo proposto por (ROCHA, 2016) foi encontrado limitações no sentido de identificar o nível de maturidade tecnológica, considerando que o nível foi alcançado apenas se todas as atividades tidas como essenciais de acordo com a NBR 16290:20415 fossem concluídas, além do fator de porcentagem de 85% entre os elementos, definidas nesta proposta do trabalho como limite para considerar um nível concluído. Vale ressaltar que o modelo foi desenvolvido para o segmento da engenharia aeroespacial, desta forma, sendo redirecionado para outra área, que poderia dificultar na extração de dados.

Quando aplicado o modelo aos projetos, foi verificado que a abordagem PCF gerou resultados satisfatórios perante a avaliação de conformidade dos elementos contidas em cada nível, tendo em vista que os elementos foram direcionados para o contexto do trabalho, isso porque se considera que um nível seria alcançado caso a porcentagem recomendada entre as atividades relacionadas a ele fosse concluída. Sendo importante destacar que a taxa de conclusão deve ser razoável, vislumbrando que, a ausência da taxa resulta na perda de informações pertinentes ao amadurecimento dos projetos para o nível seguinte.

Apesar do direcionamento, a proposta perde informações que são importantes destacar, quanto à necessidade de avaliar os elementos segundo o nível da ferramenta, chegando à compreensão que quanto maior seu nível de maturidade, menor serão os riscos de validação do projeto em sistema real.

A proposta de peso perante a necessidade do segmento alimentício em conjunto com os níveis do ciclo de vida da ferramenta TRL se mostrou eficaz, identificando fatores, que estão relacionados para projetos acadêmicos deste segmento “c” que pudesse ser analisado para tomar decisões perante a necessidade de evolução dos projetos acadêmicos para uma implementação na sociedade.

A abordagem por peso provou ser a mais flexível no que diz respeito a análises do nível de maturidade dos projetos desenvolvido pelo PPGCTA/UFRRJ, com ênfase em tecnologia de pescado. Assim, evidenciando que os conceitos abordados perante as outras propostas seriam ausências de informes perdidos entre critérios e a evidência que a avaliação é mais adaptável para projetos em áreas técnicas.

Os resultados das sugestões para o modelo de abordagem por peso desenvolvido pelo autor foram analisados por meio dos dados gerados no *Microsoft Excel*®, onde para cada critério utilizado para este modelo foi utilizado as condições que melhor direcionasse para o contexto do estudo. Logo, verificando a porcentagem de eficiência de 85% para considerar uma atividade concluída. Assim, permitindo quantificar a precisão dos resultados obtidos e definir as condições que melhor se adequam à necessidade dos projetos quanto a análises do índice de desenvolvimento aderente.

O Índice de Desenvolvimento Tecnológico Aderente (IDTA), analisou uma relação entre os indicadores do projeto real de desenvolvimento dos projetos com o ideal, a partir dos resultados encontrados na proposta definida pelo autor. Foi considerado o desenvolvimento do projeto, investimento e trabalho aplicados até o momento presente, como também o risco tecnológico existente para a continuidade e implementação daquela tecnologia ou produto, permitindo quantificar a precisão dos resultados obtidos e definido o critério que melhor se adequa à necessidade dos projetos quanto a sua aplicação em um sistema real.

Assim, o modelo seria recomendado para o segmento alimentício visando à inclusão de pesos direcionada para este planejamento entre o ciclo de vida da ferramenta e seus elementos contidos em cada um dos seus níveis. Além de atribuir critérios que podem atender a necessidade da pesquisa acadêmica perante a ferramenta TRL, porém, para outra área seria recomendada uma nova avaliação de acordo com interesse da pesquisa.

Para melhor difusão do objetivo proposto por estes projetos recomendam-se capacitações por parte dos funcionários das instituições de ensino, para poderem compreender a necessidade da ferramenta e sua utilização no contexto acadêmico de forma que possa ser difundida nas mais variadas áreas de pesquisa, ensino, extensão e inovação.

Estas capacitações podem ser feitas por meio de cursos, congressos, palestras com parcerias de órgãos que já utilizam da ferramenta para melhor encaminhamento no desenvolvimento dos projetos. Neste sentido, entidades governamentais estão difundindo a necessidade de aplicação e utilização de ferramentas que possam validar projetos oriundos da academia, ocasionando recentemente, na publicação da Portaria MCTI n.º 6.449 de 17 de outubro de 2022, pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, a qual institui uma calculadora de maturidade tecnológica baseada na TRL.

Quanto às perspectivas para aumentar TRL em projetos acadêmicos na área de tecnologia de pescado, nas últimas duas décadas, mais de 7.000 estudos mostraram o uso de tecnologias emergentes para transformar músculo de peixe em um novo produto para consumo humano e mais de 2.000 mostraram o uso de processos de fermentação para transformar resíduos sólidos descartados em silagem para animais alimentar. No entanto, as pesquisas foram realizadas em escala laboratorial, ou seja, pesquisa básica e aplicada (TRL 1, 2 e 3).

Ao desenvolver um novo produto ou subproduto em uma planta piloto, o processo de fabricação poderia ser avaliado e controlado, sendo possível planejar e definir as etapas, os parâmetros cinéticos e operacionais que afetam diretamente o processo de obtenção e as funcionalidades básicas do produto, semelhante ao processo industrial, mas em menor escala. Assim, o projeto terá a flexibilidade de testar e avaliar todas as condições do processo.

Apesar dos desafios, a aplicação da ferramenta TRL pode garantir a validação do produto em setor laboratorial e posteriormente em ambiente operacional, atingindo a escala industrial. Para as escalas de TRL 4, 5, 6 e 7, as ações serão focadas na produção do produto protótipo, avaliando os efeitos do processamento, calculando os custos de capital e operacionais do processo. Desta forma, regularizando o produto desde a perspectiva de inspeção industrial e testar o produto no mercado. Porém, sabe-se que passar pelo “vale da morte” ainda na fase de demonstração do desenvolvimento do protótipo do produto é o maior desafio a ser superado. A necessidade de realizar os testes em uma planta de demonstração e os custos de capital torna a pesquisa inacessível às ICTs. Para os empresários, seria um risco investir em pesquisa básica e aplicada sem que o processo seja qualificado e finalizado e comprovadas as chances de o produto chegar ao mercado.

A implantação de uma planta piloto demonstrativa para o desenvolvimento do novo produto permite a integração entre Empresa x ICT's x Governo e o fortalecimento da cadeia produtiva do pescado. Desenvolvimento do produto, processo controlado, execução do fluxograma de produção, relatórios operacionais, descrevendo e documentando os resultados, custos operacionais e de capital estimados para o pequeno e médio produtor e a implantação do produto no mercado (TRL 8 e 9).

6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa concluiu o objetivo proposto de desenvolvimento de propor uma ferramenta baseada no TRL (Technology Readiness Level) para o setor alimentício com ênfase em tecnologia de pescado, abordando aspectos técnicos, econômicos, políticos-legais com base NBR ISO 16290:2015 e nas ferramentas desenvolvidas por Rocha e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica.

Foi possível avaliar a maturidade tecnológica de projetos acadêmicos do ramo da Ciência e Tecnologia de Alimentos com ênfase em Tecnologia de Pescado da UFRRJ. Esta avaliação foi realizada através de quatro abordagens diferentes, onde foi concluído que a última proposta, desenvolvida pelo autor, mostrou-se se adequar melhor para o contexto do estudo.

Também foi possível compreender como ocorre a evolução no desenvolvimento de uma tecnologia a partir dos elementos de cada nível da ferramenta TRL. Estas informações podem ser usadas para discutir alternativas de progresso futuros quanto à sua aplicação em sistemas de produção real.

Este trabalho remete a várias atividades que ainda precisam ser realizadas para o enriquecimento e o amadurecimento do instrumento de avaliação. A primeira delas é justamente analisar outros projetos da área de Ciência e Tecnologia de Alimentos de maneira que compreenda a necessidade da ferramenta para o contexto do segmento alimentício com base em estudos acadêmicos.

A criação da ferramenta alcançou a validação dos aspectos que abrangem a ciência e tecnologia de alimentos nas atividades listadas no questionário com mais profissionais da área, visando assim uma maior consonância do questionário com a realidade do setor. Por fim, o índice de aderência aplicado durante o desenvolvimento da ferramenta possibilitou relacionar fatores considerados determinantes para viabilizar a continuidade de um projeto analisado, no seu respectivo ciclo de vida de maturidade tecnológica.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Análise multivariada de dados. São Paulo: Bookman, 2009.

AMORIM, GM; PIRES, E; SANTOS, F. Challenges in the transfer of University-Company technology: an experience report of the Technology Transfer Center of UFRB. Prospecting Notebooks, v. 12, n. 1, p. 59-59, 2019.

ASHEIM, Björn T.; GRILLITSCH, Markus; TRIPPL, Michaela. Sistemas regionais de inovação: passado-presente-futuro. Manual de Geografias da Inovação, 2016.

ASHEIM, Bjorn T.; SMITH, Helen Lawton; OUGHTON, Cristina. Sistemas regionais de inovação: Teoria, empírica e política. Estudos regionais, v. 45, n. 7, pág. 875-891, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 16290:2015. Sistemas espaciais: definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação. 2015.

AUDRETSCH, D. B.; LEHMANN, E.; PALEARI, S.; VISMARA, S. Entrepreneurial Finance na Technology Transfer. J. Technol Transf 41, 1-9, 2016.

BARBOSA, C. E. Spin-offs acadêmicas de biotecnologia: Análise da maturidade tecnológica através da escala Technology Readiness Levels. 2018. Tese de Doutorado.

BERGAMINI, Ricardo Luiz. Avaliação do Nível de Maturidade de Tecnologia (TRL) nas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) com o modelo adaptado da AFRL–Air Force Research Laboratory. Revista de Administração de Roraima-RARR, v. 10, 2020.

BIGLIARDI, B.; GALANAKIS, C. Innovation management and sustainability in the food industry: concepts and models The Interaction Of Food Industry and Environment. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816449-5.00010-2> Acesso em 19 agosto 2021.

BRASIL. 1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura. Associação Cultural e Educacional Brasil (ACEB). 2014. P. 133.

BRASIL. EMENDA CONSTITUCIONAL Nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc85.htm Acesso em 09 ago 2021.

BRASIL. LEI Nº 9.279, DE 14 DE MAIO DE 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial.

BRASIL. Lei 10.468, de 18 de agosto de 2020. Brasília.

BRASIL. Lei nº. 10.973 de 02 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm Acesso em: 13 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10468.htm acesso em : 20 julho. 2022

BRASIL. Lei nº. 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm Acesso em: 20 julho. 2021.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Anual, 2011. 60 p.

Brasil.(2018). Decreto 9.283, de 07 de fevereiro de 2018. Regula medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF.

BRICK, Eduardo Siqueira; PORTO, Henrique Fernandes Alvarez Vilas. O papel do Estado e a interação entre empresas, Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT) e Instituições de Ensino Superior (IES) para inovação e capacitação industrial e tecnológica para defesa no Brasil. Revista da Escola de Guerra Naval, v. 26, n. 1, 2020.

BUENO, Alexandre; TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale. Licensing and commercialization indexes of technological innovation nucleus based on international good practices. Encontros Bíblicos: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação; v. 23, n. 51 (2018): Data de publicação: 12/12/2017; 95-107, v. 24, n. 2, p. 107-95, 2018.

CARTALOS, O.; ROZAKIS, S.; TSLOUKI, D. A Method to assess and support exploitation Projects of University Researchers. J. Technol. Transf. (2018) 43; 986-1006.

CARVALHO, B. G. de; TONELLI, D. F. Limites e Possibilidades do Marco Legal da CT&I de 2016 para as Instituições Científicas e Tecnológicas do Brasil. RASI, Volta Redonda, RJ, V. 6, n. 2, p. 06-24, mai./ago. 2020.

COBOS, Maithe Pérez et al. Um modelo baseado na escala Technology Readiness Level (TRL) para medir o nível de maturidade de projetos de pesquisa que podem se tornar spinoffs em Instituições de Ensino Superior. In: 2021 Congresso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI) . IEEE. pág. 1-6.

COSTA, Carolina Oliveira Martins. Transferência de tecnologia universidade-indústria no Brasil e a atuação de núcleos de inovação tecnológica. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DAWSON, B. The Impact Of Technology Insertion Organisations. [2007]. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20120426001612/http://www.hfidtc.com/research/process/reports/phase-2/HFIDTC-2-12-2-1-1-techorganisation.pdf> Acesso em 05 ago 2021.

DE MATOS, Guilherme Paraol; TEIXEIRA, Clarissa Stefani. An Analysis Of Brazil 's National Innovation System. Revista Brasileira de Contabilidade e Gestão, v. 8, n. 15, p. 073-083, 2019.

DE MELLO GADELHA, Maria Clara Bandeira et al. Estudo Analítico da Propriedade Intelectual Para Inovação Frugal na Legislação e Política Pública Brasileiras de Incentivo à Inovação. Revista de Empreendedorismo, Negócios e Inovação, v. 6, n. 2, p. 64-85, 2021.

DE SENA, Jefferson Wanderson Pereira; DE OLIVEIRA, Petrus Fabiano Araújo. AGROINDÚSTRIA PELA ÓTICA DA ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 3, n. 6, p. e361604-e361604, 2022. Embrapa de Gestão. Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento (SPD). 2018.

EMBRAPA. Manual sobre o Uso da Escala TRL/MRL. SEG – Sistema EMBRAPPII. Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial. Manual de Operação EMBRAPPII. Setembro de 2020.

ETZKOWITZ, H. InnovationLodestar: The entrepreneurial university in a stellar knowledge firmament. TechnologicalForecasting& Social Change 123 (2017) 122-129.

FAO. 2022. O Estado da Pesca e Aquicultura Mundial 2022. Towards Blue Transformation. Roma, FAO. <https://www.fao.org/fishery/estados-mundial-da-pesca-e-aquicultura-2022>

FERREIRA, A. R. F.; SOUZA, A. L. R. de; SILVÃO, C. F.; MARQUES, E. F.; FARIA, J. A. de; RIBEIRO, N. M. Valoração de Propriedade Intelectual para a Negociação e Transferência da Tecnologia: O Caso NIT/IFBA. ISSN 2237-4558 Navus, Florianópolis, SC – V. 10, p.01-23, jan/dez. 2020.

FERREIRA, M. C. Z; TEIXEIRA, C. S; FLÔR, C. da S. A disseminação da cultura de inovação e o desenvolvimento dos Núcleos de Inovação Tecnológica nas ICT's de Santa Catarina. IN: CONFERÊNCIA ANPROTEC, 26, 2016, Fortaleza, Ceará. Anais Fortaleza, 2016. Disponível em: http://www.anprotec.org.br/moc/anais/ID_66.pdf

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the Sustainable Development Goals. Roma: 2018. 227 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture. Sustainability in action. Roma: 2020. 206 p.

FRANCESCHELLI, M. V.; SANTORO, G.; CANDELO, E. Inovação do modelo de negócios para a sustentabilidade: um estudo de caso de start-up de alimentos. British Food Journal, 2018.

GARCIA, R et al. Regional Innovation Systems: conceptual foundations, empirical applications, research agenda and policy implications. Campinas, Unicamp. IE, Text for Discussion, n. 394, 2020.

GONÇALVES, Michelly Morato Damasceno et al. Ações de apoio ao empreendedorismo e à relação universidade-empresa desenvolvidas pelo Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal de São João del-Rei. Research, Society and Development, v. 11, n. 3, p. e45311326661-e45311326661, 2022.

GRÜTZMANN, A; ZAMBALDE, AL; BERMEJO, PHS. Innovation, New Product Development and Internet Technologies: study in Brazilian Companies. Management & Production, v. 26, 2019.

HAIR JR., JF, BLACK, WC, BABIN, BJ, ANDERSON, RE, & TATHAM, RL. Análise multivariada de dados. Bookman editora, 2009.

HICKS, Ben et al. Uma metodologia para avaliar a prontidão da tecnologia durante o desenvolvimento de produtos. In: 17th International Conference Engineering Design (ICED'09) O design nunca foi tão legal, Stanford University, Califórnia, EUA . Sociedade de Design, 2009.

HONG J.; FENG, B.; WU, Y.; WANG, L. Do government grants promote innovation efficiency in China's high-tech industries? Technovation, 2016.

HORVAT A.; GRANATO, G.; FOGLIANO, V.; LUNING, P. A. Understanding consumer data use in new product development and product lifecycle in European food firms – An empirical study. Food Quality and Preference 76 (2019) 20-32.

INCER-VALVERDE, Jimena et al. Hidrogênio de energia para líquido: avaliação baseada em energia de um sistema de grande escala. Jornal Internacional de Energia de Hidrogênio , 2021. INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Resumo do Roteiro de Desenvolvimento de Missões e Tecnologias Espaciais para o período 2008-2020 – Roteiro MTE. São José dos Campos. 230 p. 2008. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/CPA-068-2008_v1.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Roteiro de Desenvolvimento de Missões e Tecnologias Espaciais para o período 2008-2020 - Roteiro MTE. São José dos Campos: [s.n.], 2008. 230 p.

ITA. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA. Tecnologia de alinhamento e nivelamento automatizados. 2015. Disponível em <http://www.ita.br/noticias/lam>.

JOANA, DS. Implementation of methodologies to manage and evaluate the maturity of R&I. 2022 projects.

KAUR K. K.; ALLAHBADIA, G.; SINGH, M. Utilizing Microalgae Addition in Novel Food Products Which Might Improve Health: A Review. CPQ Nutrition, (2018) 3:1, 01-15.

KUNT U, Leena et al. Avaliando o espaço de inovação em evolução nos manuais de Oslo. In: Anais da Conferência ISPIM . A Sociedade Internacional para Gestão de Inovação Profissional (ISPIM), 2021. p. 1-12.

LEYDESDORFF, Loet; ETZKOWITZ, Henry. Emergência de uma Hélice Tríplice de relações universidade-indústria-governo. Ciência e política pública , v. 23, n. 5, pág. 279-286, 1996.

LIMA, Sandra Kitakawa et al. Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil. Texto para Discussão, 2020.

MANKINS, John C. Technology readiness levels: A whitepaper. <http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trl.pdf>, 1995.

MANUAL, OECD Oslo. Guidelines For Collecting, Reporting and Using Data on Innovation The Measurement Scientific, Technological and Innovation Activities. 2018.

MARTIN, A. R.; CARVALHO, S. M. S.; CUNHA, J. C.; LOPES, A. C. C. Classificação dos Instrumentos de Captação de Recursos para Apoio à Inovação do Governo Federal na Escala de Prontidão Tecnológica (TRL). Cadernos de Prospecção. Salvador, v. 13, n. 1, p. 78-91, março, 2020.

MASSAMBANI, O. (2017). Estratégias da FINEP e seus Instrumentos de Apoio à Inovação Competitividade e Inovação. Finep 50 Anos.

MENEGASSI, Cláudia Herrero Martins. Gestão do Conhecimento nas Organizações: Inovação, Gestão, Educação e Tecnologia. Paco Editorial, 2019.

MESSINA, C. M.; RANDAZZO, M.; MANUGUERRA, S.; MORGHESE, M.; ARENA, R.; FAZIO, G.; SANTULLI, A. Valorization of Low Value Fisheries Species in Sicily (Italy), by Realization of Functional Food: A Case Study Of High Technological Readiness Level. 46 th WEFTA. Split, Croatia/ 12-14 Oct 2016.

MIKOSZ, Vinícius Machado; DE LIMA, Isaura Alberton. A relação universidade-empresa-governo: Mecanismos de cooperação e seus fatores intervenientes em uma universidade pública. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 14, n. 34, 2018.

MUNARI, F.; SOBRERO, M.; TOSCHI L. The university as a venture capitalist? Technological Forecasting & Social Change. 127 (2018) 70-84.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Technology Readiness Level. Washington, 2018. Disponível em: <https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html>. Acesso em: 23 jul 2021.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Technology Readiness Level. Washington, 2021.

NASA. Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team. Final Report of NASA. March, 2016.

NETO, R. A. de S.; DIAS, G. F.; SANO, H.; MEDEIROS, R. B. A. de S. Antecedentes da Inovação no Setor Público Brasileiro: Um Estudo em Um Núcleo de Inovação Tecnológica. Cadernos de Gestão Pública e Cidadania. São Paulo, v. 24, n. 79, 1-21, e- 75637, 2019.

OCDE., K. OCDE ciência, tecnologia e inovação Outlook 2018. Paris: OCDE Publishing, 2018.

OLIVEIRA, V. S. de; CHÁVES, D. W. H.; GAMALLO, O. D.; SAWAYA, A. C. H. F.; SAMPAIO, G. R.; CASTRO, R. N.; TORRES, E. A. F. da S.; SALDANHA, T. Effect of aroeira (*Schinus molle*) fruit against polyunsaturated fatty acids and cholesterol thermooxidation in model systems containing sardine oil (*Sardinella brasiliensis*). FOOD RESEARCH INTERNATIONAL, v. 132, p. 109091, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). The Millennium Development Goals Report 2015.

OLECHOWSKI, A.; EPPINGER, S. D.; JOGLEKAR, N. Technology Readiness Levels 40: study state-of-the-art use challenges, and opportunities. MIT Sloan School Of Management, MIT Sloan School Working Paper 5127- 15. [Online] April 1, 2015.

PARANHOS, J.; CATALDO, B.; PINTO, A. C. de A. Criação, Institucionalização e Funcionamento dos Núcleos de Inovação Tecnológica no Brasil: Características e Desafios. REAd, Porto Alegre, v. 24, n. 2, maio/agosto 2018, p. 253-280.

PEIXEBR (2020). Anuário Peixe Br da Piscicultura 2020. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura.

PELLEGRINI, Fernando et al. " De Alfinete a foguete": a Lei nº 8.666 como arcabouço jurídico no Programa China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS)-um estudo de caso do fornecimento da câmera multiespectral regular (MUX) pela Opto Eletrônica (OPTO). 2017.

PIRES, Danielle Regis et al. Caracterização química de peixes marinhos de baixo valor comercial e elaboração de hambúrgueres de pescado. Pesquisa Agropecuária Brasileira , v. 52, p. 1091-1098, 2017.

PIRES, M. C. F. S. RITA, L. P. S.; PIRES, A. C. S. Perfil do Núcleo de Inovação Tecnológica na Gestão da Inovação: um Estudo na Universidade Federal de Alagoas. ISSN 2237-4558. Navus. Florianópolis, SC, v. 10, p. 01-16, jan./dez. 2020

PROFINIT. Prospecção tecnológica. Organizadora: Núbia Moura Ribeiro. Salvador, BA. IFBA. 2019. 130 p, v. 2.

RAJAPATHIRANA, R. P. J.; HUI, Y. Relationship Between Innovation Capability, innovation type, and firm performance. JournalofInnovationandKnowledge, v. 3, n. 1, p. 44–55, 1 jan. 2018.

RAUEN, C. V. O Novo Marco Legal da Inovação no Brasil: O que muda na Relação ICT-Empresa? Radar. 43. Fev. 2016.

RAZIA MOHAMED A.; MANOJ P. SAMUEL; GEORGE NINAN; RAVISHANKAR C. N. Accelerating Entrepreneurship. Development in the Fisheries Sector Through Agribusiness Incubation. ICAR Central Institute Fisheries Technology, Kochi, Kerala 682 029. Indian Farming 70 (01): 03-07; January 2020.

RIBEIRO, M; ALVES, Alex. Aplicação do método Analytic Hierarchy Process (AHP) com a mensuração absoluta num problema de seleção qualitativa. Sistemas & Gestão. Gestão & Prod. São Carlos. 2016.

RIBEIRO, N. M. Série Prospecção Tecnológica. Coleção PROFNIT. Volume II. ISBN: 978-85-67562-38-4. Instituto Federal da Bahia e Fortec. Salvador, BA, Brasil. 2019.

ROCHA, D. Uma adaptação da Norma NBR ISO 16290:2015 aplicada em projetos do setor Aeroespacial. 2016. 120f. Dissertação de mestrado em Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

ROCHA, D.; MELO, F.; RIBEIRO, J. Uma adaptação da metodologia TRL an adaptation of the TRL methodology. *Revista Gestão em Engenharia*, São José dos Campos, v. 4, n. 141, p. 45-56, jan./jun. 2017.

ROUTLEDGE, Eric Arthur Bastos et al. *A plataforma de tecnologia e inovação em aquicultura: uma contribuição para a década da ciência oceânica no Brasil*. 2022.

SANTOS, A. B. dos; PEREIRA, B. S. B.; BAGNO, R. B.; GUERRA, P. V. Proposta de um Método de Análise do Nível de Maturidade Tecnológica (TRL) no Contexto de Uma Agência de Fomento Estatal. XI Workshop do Instituto de Gestão de Desenvolvimento de Produto. CITIES/Algar. Uberlândia, MG. 28 e 29 de agosto de 2018.

SANTOS, S. X.; MIRANDA, A. L. B. B.; NODARI, C. H.; FROEHLICH; SENA, D. C. de. O Papel Estratégico dos NITs na Política de Inovação das Instituições de Ensino Superior do Rio Grande do Norte e da Paraíba. *Revista Eletrônica Gestão & Sociedade*, v. 14, n. 38, p. 3545-3576, maio/agosto 2020.

SBRAGIA, Roberto et al. *Inovação: como vencer esse desafio empresarial*. São Paulo: Clio Editora, 2006.

SEBRAE NACIONAL. *O novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação*. 2018. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-novo-marco-legal-de-ciencia-tecnologia-e-inovacao,8603f03e7f484610VgnVCM1000004c00210aRCRD>.

SETIAWAN, A. A. R.; SULASWATTY, A.; MELIANA, Y.; HARYONO A. (2018) Innovation Readiness Assessment Toward Research Commercialization: Case of Surfactants for Food Processing. *International Journal of Innovation*, 6(2), 180-193. <http://dx.doi.org/10.5585/iji.v6i2.291>

SILVA, F., RIBEIRO, J.; BARROS, F. (2019). Mapeamento da atuação dos Núcleos de Inovação Tecnológica dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. In *Revista de Administração, Sociedade e Inovação* (Vol. 5, Issue 2, pp. 180–197). <https://doi.org/10.20401/rasi.5.2.344>

SILVA, Poliana Magno da. *As barreiras na transferência de conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma indústria de ingredientes alimentícios*. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOARES, F. de M.; PRETE, E. K. E. *Marco Regulatório em Ciência, Tecnologia e Inovação: Texto e Contexto da Lei Nº 13.243/2016*. Belo Horizonte; Arraes Editores, 2018. 220 p.

SOUZA, S. S.; SOUZA, A. L. R de; LIMA, A., M., F.; ARAÚJO, M. L. V. *Gestão Estratégica da Propriedade Intelectual: um estudo sobre o Núcleo de Inovação Tecnológica do Instituto Federal Baiano no contexto do novo marco legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I)*. *Cadernos de Prospecção*. Salvador, v. 14, n.2, p. 380-396, junho, 2021.

SZCZYGIELSKI, K.; GRABOWSKI W.; PAMUKCU, M. T.; TANDOGAN, V. S. Does Government Support for Private Innovation Matter? Firm-level Evidence from Two Catching-up Countries. *Research Policy* 46 (2017) 219-237.

TAALBI, Josef. What drives innovation? Evidence From Economic History. *ResearchPolicy*, v. 46, n. 8, p. 1437-1453, 2017.

TANG, Mingfeng et al. Fortalecimento da integração/cooperação regional com o marco conceitual do Neighborhood System of Innovation: o caso da China e da ASEAN. *Jornal Asiático de Inovação Tecnológica*, v. 23, n. 2, pág. 205-229, 2015.

UNITED NATIONS. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, 2015.

VALERDI, R.; KOHL, R.J. An Approach to Technology Risk Management. Paper presented at the Engineering Systems Division Symposium, Cambridge, MA, March 29- 31 2004. Disponível em: http://www.academia.edu/248390/An_Approach_to_Technology_Risk_Management

VELHO, S. R. K.; SIMONETTI, M. L.; SOUZA, C. R. P. de; IKEGAMI, M. Y. *Nível de Maturidade Tecnológica: uma sistemática para ordenar tecnologias*. *Parc. Estrat. Brasília, DF*. V. 22, n. 45. p.119-140. Jul. Dez. 2017.

VIK, Jostein et al. Balanced Readiness Level assessment (BRLa): A tool for exploring new and emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 169, p. 120854, 2021.

ANEXOS

ANEXO A – GUIA INFORMATIVO SOBRE A TRL

ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE APLICAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA (TRL)

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ANEXO D – COTAÇÃO DE VALORES DE ACORDO COM A NECESSIDADE DOS PROJETOS

ANEXO E – COTAÇÃO DE VALORES DE ACORDO COM A ISO 16290:2015

ANEXO F – INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

ANEXO G – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

“ADAPTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DO
NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA NO SEGMENTO ALIMENTÍCIO, COM
ÊNFASE NA ÁREA DE PESCADO”

GUIA INFORMATIVO

Este guia foi elaborado com a intenção de servir como auxílio para reforçar a compreensão a respeito das informações adquiridas em cada fase de aplicação e execução dos Níveis de Maturidade da Tecnologia – TRL, com adequações para estudos na área de ciência e tecnologia de alimentos. Visa garantir que as questões apresentadas no Formulário Nível de Maturidade (ou Prontidão) tecnológica, atendam a aplicação da ferramenta TRL na pesquisa tecnológica do setor alimentício tanto para processo como para produto.

Para melhor entendimento, as perguntas deste questionário referem-se a pesquisas aplicadas a tecnologia de processo e a tecnologia de produtos. A Tabela 1 apresenta as definições dos Níveis de Maturidade da Tecnologia (TRL), segundo a ABNT NBR ISO 16290:2015.

Tabela 1 - Definições dos Níveis de Maturidade da Tecnologia (TRL)

TRL	DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE
1	Princípios básicos observados e reportados
2	Formulação de conceitos tecnológicos e aplicação
3	Estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental, ou prova de conceito
4	Validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório
5	Validação das funções críticas dos componentes em ambiente relevante
6	Demonstração das funções críticas do protótipo em ambiente relevante
7	Demonstração de protótipo do sistema em ambiente operacional
8	Sistema qualificado e finalizado
9	Sistema operando e comprovado em todos os aspectos de sua missão operacional

Fonte: NASA (2016), ABNT NBR ISSO 16290:2015 (2015)

TRL 1

PRINCÍPIOS BÁSICOS OBSERVADOS E REPORTADOS

1. Houve levantamento e identificação dos princípios básicos da tecnologia que comprove a sua aplicação em ambiente acadêmico?

Houve levantamento de artigos, teses e dissertações publicadas no meio acadêmico? Que comprove a existência básica da tecnologia e sua aplicação em ambiente acadêmico?

2. Os estudos acadêmicos que confirmam os princípios básicos da tecnologia foram documentados?

Estudos acadêmicos, artigos, teses, dissertações foram coletadas como comprovação da existência dos princípios básicos, dentro da temática da tecnologia a ser desenvolvida?

3. As leis e pressupostos utilizados na nova tecnologia que possam interferir no processo de seu desenvolvimento foram levantadas?

Através do levantamento de estudos foram identificadas leis, hipóteses, deduções ou interferências que tenham semelhança com a tecnologia aplicada neste questionário, que interfira no processo de desenvolvimento da tecnologia?

4. A ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da pesquisa tecnológica foi levantada e documentada?

O levantamento dos possíveis riscos no desenvolvimento da tecnologia foi documentado reunindo informações que comprove o aparecimento de possíveis riscos quanto ao desenvolvimento da pesquisa?

5. Nas pesquisas sobre a tecnologia em questão foram identificados onde seria recomendado a sua aplicação e quem se direcionaria?

Diante dos princípios básicos foram identificados onde seria recomendado a aplicação e utilização da tecnologia?

6. Na concretização do desenvolvimento da tecnologia existem fontes monetárias ou interessados, stakeholders (patrocinadores)?

Diante do levantamento de dados foram observadas possíveis fontes de lucro financeiro ou pessoas que tenham interesse em patrocinar o desenvolvimento do projeto (tecnologia/produtos)?

7. Foi identificada alguma tecnologia com semelhanças ou que utiliza os mesmos princípios da tecnologia em questão em âmbito nacional?

Quando concluído o levantamento e documentado os princípios básicos da tecnologia, foi possível observar publicações entre instituições de ensino, laboratórios e empresas com semelhança ao projeto em questão em âmbito nacional?

8. Há alguma documentação que comprove a aplicação desta tecnologia em ambiente de campo experimental para o levantamento de dados?

Na pesquisa documental, foi encontrada alguma publicação que chegou a executar a tecnologia em ambiente de campo experimental, e que tenha feito levantamento de dados a partir desta pesquisa de campo?

9. Existem publicações científicas ou tecnológicas em revistas/ anais/ congressos a respeito da tecnologia em questão?

A partir dos princípios básicos foi possível identificar pesquisas de empresas, instituições de ensino e laboratórios, que publicaram resultados com semelhança à tecnologia entrevistada?

TRL2

FORMULAÇÃO DE CONCEITOS TECNOLÓGICOS

1. Os potenciais aplicações da tecnologia foram formuladas?

No levantamento de conceitos foram identificadas possíveis aplicações no ambiente de pesquisa?

2. Foi possível identificar riscos, falhas, procedimentos operacionais que podem estar ligados ao desenvolvimento da tecnologia nas instituições de ensino e empresas?

Através de levantamento científico foram identificados riscos, falhas, procedimentos operacionais que podem estar ligados ao desenvolvimento da tecnologia, quando aplicados às instituições de ensino e empresas?

3. Foram identificadas as principais aplicações da tecnologia?

A partir do levantamento de estudos científicos, foram identificadas as possíveis utilidades e aplicações da tecnologia quando ligadas ao ambiente de trabalho?

4. A viabilidade do desenvolvimento da tecnologia e das suas aplicações foram confirmadas por estudos publicados?

A partir de documentos com referência em estudos publicados, foram levantados resultados quanto a aplicações da tecnologia e quais as possíveis viabilidades de desenvolvimento?

5. As funções gerais da tecnologia foram identificadas?

A funcionalidade da tecnologia foi identificada?

6. Há algum estudo científico que aponte elementos que impossibilitem o desenvolvimento da tecnologia ou possíveis falhas quanto ao seu amadurecimento?

Houve identificação, a partir de estudos científicos, elementos que impossibilitem o desenvolvimento da tecnologia, assim como, possíveis falhas quanto ao seu amadurecimento?

7. A tecnologia será aplicável para algum programa/projeto institucional ou governamental?

Sabe onde a tecnologia será útil quando executada em ambiente real?

8. Os potenciais clientes foram identificados?

A partir do levantamento de estudos foram identificados futuros clientes interessados na tecnologia?

9. A tecnologia desperta interesse para aplicação no ambiente real?

Além de identificar os possíveis clientes com interesse, a tecnologia desperta interesse para aplicação no ambiente real?

TRL 3

ESTABELECIMENTO DE FUNÇÃO CRÍTICA DE FORMA ANALÍTICA OU EXPERIMENTAL E/OU PROVA DE CONCEITO

- 1. A realização do projeto conceitual do elemento foi documentada e concretizada?**
Através de bases confiáveis, foi documentada com referência em bases científicas o elemento científico construção da tecnologia?
- 2. Os requisitos de desempenho da tecnologia foram especificados?**
Para desenvolvimento da tecnologia foram descritos detalhadamente quais os requisitos?
- 3. A viabilidade de execução orçamentária dos experimentos em laboratório (simulação), foi verificada?**
Para executar testes e análises experimentais em ambiente de laboratório, foi elaborado um orçamento de gastos?
- 4. Através de testes em ambiente de laboratório foi possível identificar possíveis dificuldades para aplicação da tecnologia em ambiente real?**
Através de testes em ambiente de laboratório foi possível identificar possíveis dificuldades para aplicação da tecnologia em ambiente real?
- 5. Os componentes que devem trabalhar juntos (visão sistêmica) foram identificados e documentados?**
Através de comprovações científicas foram identificados os principais pilares para desenvolvimento da tecnologia?
- 6. A viabilidade científica da tecnologia foi plenamente demonstrada?**
Através de estudos acadêmicos, foi comprovado que a tecnologia tem viabilidade para ser desenvolvida?
- 7. Foram identificadas qual(is) a(s) melhor(es) metodologias para viabilizar o desenvolvimento da tecnologia?**

Após o levantamento de viabilidade, foram identificadas qual(is) a(s) melhor(es) metodologias para viabilizar o desenvolvimento da tecnologia?

8. Os conceitos e técnicas para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados?

Os conceitos e técnicas para o desenvolvimento do produto foram identificados para melhor desenvolvimento da tecnologia?

9. Os componentes chaves para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados?

Através de estudos científicos foram identificadas metodologias viáveis para desenvolvimento da tecnologia?

10. A ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento do protótipo foi documentada.

Os riscos para desenvolvimento da tecnologia foram documentados através de fontes seguras? Além disso, fatores sobre tempo, custos para aplicações em escala de laboratório, inerentes ao desenvolvimento do protótipo?

TRL 4

VALIDAÇÃO FUNCIONAL DOS COMPONENTES EM AMBIENTE DE LABORATÓRIO

1. O projeto conceitual da tecnologia foi realizado?

O projeto conceitual da tecnologia, foi elaborado com comprovação de entrada, desenvolvimento e saída durante sua aplicação?

2. Os relatórios rotineiros durante o desenvolvimento dos testes em escala de laboratório, foram realizados para alcançar comprovação real?

Os relatórios rotineiros durante o desenvolvimento dos testes em escala de laboratório, foram realizados para alcançar comprovação real?

3. A elaboração e desenvolvimento da tecnologia realizou testes preliminares documentados através de relatórios?

A elaboração e desenvolvimento da tecnologia realizou testes iniciais com auxílios de relatórios?

4. As possíveis lacunas da tecnologia foram identificadas?

Através dos testes e relatórios foram encontradas falhas a serem corrigidas que podem melhorar ou consertar o desenvolvimento da tecnologia?

5. Os requisitos gerais do sistema para aplicação aos usuários finais foram identificados?

Os requisitos necessários para a tecnologia ser utilizada em escala real, foram identificados?

6. As métricas de desempenho da tecnologia foram estabelecidas?

O processo de desenvolvimento ou desempenho da tecnologia estabeleceu medidas para melhor progressão?

7. Os custos para desenvolvimento do protótipo foram identificados?

Mediante tabelas, cronogramas, gráficos, foi definido valores para o melhor desenvolvimento da tecnologia como protótipo?

8. O cronograma para desenvolvimento do protótipo foi realizado?

Para alcançar os objetivos pretendidos, foi elaborado um cronograma de prazos necessários para o desenvolvimento do protótipo?

9. O programa de gestão de risco do protótipo foi iniciado?

Além de aderir limites aceitáveis para melhor desenvolvimento do produto, foi iniciado algum programa de gestão de risco como forma de adotar práticas seguras?

10. Os estudos de integração da tecnologia ao ambiente real foram iniciados?

O projeto que integra o protótipo com foco na aplicação em ambiente real foi iniciado?

VALIDAÇÃO DAS FUNÇÕES CRÍTICAS EM AMBIENTE RELEVANTE

1. A definição preliminar de requisitos de desempenho da tecnologia no ambiente relevante foi realizada?

Em ambiente que atenda a real necessidade para seu funcionamento foi realizada a identificação prévia das principais condições/quesitos para o bom funcionamento da tecnologia, em ambiente que atenda a real necessidade para seu funcionamento?

2. Para aplicação da tecnologia foi realizado um projeto que contenha as normas, padrões de execução e referências que assegurem uma visão crítica sobre o processo de produção para atender ao objetivo proposto?

Para o bom funcionamento da tecnologia foi realizado um projeto que contém todos os passos e elementos necessários?

Passos* Normas, padrões de execução, referências.

Funções críticas* Principais aplicações com finalidade de garantir que o projeto assegure uma visão crítica sobre o processo de produção para atender o objetivo proposto?

3. O plano de teste de função crítica para análise dos efeitos de escala foi realizado?

Levando em consideração cada passo de evolução do desenvolvimento da tecnologia de modo que se possa aplicar em ambiente de escala piloto, foi realizado um projeto para analisar as principais funções da tecnologia de modo específico?

4. A definição da placa-de-ensaio (termos associados: ensaio-de-equipamentos, ensaio-de-máquina, corpo-de-prova) para a verificação da função crítica foi estipulada?

Para verificar os principais requisitos (fluxograma), de modo que possa acompanhar cada etapa do processo de desenvolvimento, foi estipulado limite durante o processo de desenvolvimento da tecnologia.

5. Os testes de desempenho com relatórios foram realizados?

Durante o desenvolvimento de cada etapa do processo e aplicação da tecnologia em escala piloto, foram feitos testes com relatórios dos processos para poder avaliar os requisitos/limites a serem estipulados?

6. Os efeitos das possíveis falhas no desenvolvimento da tecnologia (se houver) foram identificados e documentados através de relatórios?

As principais causas destes erros durante a aplicação da tecnologia foram encontradas através de relatórios (teste de funções críticas)?

7. Os requisitos de desempenho para o desenvolvimento da tecnologia em escala piloto foram identificados?

Para o funcionamento da tecnologia em escala piloto foram definidos requisitos de desempenho?

8. As interações entre o desenvolvimento e a aplicabilidade da tecnologia foram identificadas?

Os processos de elaboração do produto e forma de aplicação em escala piloto foram definidos?

9. No ambiente de laboratório para simular ambientes operacionais foram feitas adaptações?

Para que pudesse simular a aplicação da tecnologia em ambiente de escala piloto, para uma possível simulação da tecnologia em ambiente real, foram feitas adaptações dentro do ambiente de laboratório?

10. Os testes tecnológicos dos componentes em escala piloto foram realizados?

Para melhor desenvolvimento da aplicação da tecnologia em ambiente real, foram feitas adaptações do ambiente escala piloto?

TRL 6

DEMONSTRAÇÃO DAS FUNÇÕES CRÍTICAS DO PROTÓTIPO EM AMBIENTE RELEVANTE

1. As identificações e análises das funções críticas do elemento (protótipo ou produto) foram realizadas e verificadas as funções críticas e documentadas em relatório?

Para compreender cada processo de desenvolvimento do produto, foram descritos através de relatórios o desempenho da tecnologia para melhor utilização futura e realizados testes e reconhecimento das principais funções?

2. O ambiente de aplicação da tecnologia em escala piloto já foi utilizado por outros modelos tecnológicos?

O ambiente de aplicação da tecnologia em sistema piloto já foi utilizado por outros modelos tecnológicos?

3. O desempenho da tecnologia em escala piloto foi fundamentado através de documentos?

O processo de desempenho da tecnologia em escala piloto foi fundamentado via documentos?

4. Os requisitos de execução da tecnologia e o passo a passo de funcionamento dentro do ambiente em escala piloto foram descritos através de documentos?

Os requisitos de execução da tecnologia e seus passos de funcionamento no ambiente em escala piloto foram descritos através de documentos?

5. As avaliações das características de desempenho da tecnologia foram concluídas mesmo com as possíveis lacunas?

Os processos de desempenho da tecnologia e suas etapas para desenvolvimento, mesmo com possíveis falhas no andamento, foram compreendidos e concluídos?

6. A aquisição de dados da manutenção real, confiabilidade e dados de suporte foi iniciada?

Com intuito de melhorar a tecnologia para aplicação em ambiente real, para possíveis modificações, foi descrito e documentado os resultados de funcionamento da tecnologia diante do seu desempenho em escala piloto e adquirido resultados?

7. O modelo representativo (protótipo) completo em laboratório e em ambiente operacional de alta fidelidade (simulação) foi testado?

A tecnologia em modelo de protótipo em fase final de teste foi aplicada e avaliada em laboratório de teste como também em ambiente de escala piloto e teve resultados positivos, gerando assim o objetivo real proposto pela tecnologia para aplicação?

DEMONSTRAÇÃO DE PROTÓTIPO DE SISTEMA EM AMBIENTE OPERACIONAL

1. A definição de requisitos de desempenho foi documentada?

Os requisitos para aplicação em ambiente de escala piloto foram comprovados e documentados pelo protótipo?

2. O desempenho do protótipo em ambiente operacional foi documentado?

O protótipo consegue alcançar os objetivos propostos em um nível de escala real? Desde a formulação da tecnologia, processo de desenvolvimento e aplicação em escala real? Esses resultados foram comprovados por meio de testes?

3. As exigências necessárias de execução do protótipo em escala de teste e para um ambiente relevante foram comprovadas e documentadas?

As exigências necessárias de execução do protótipo em escala de teste e para um ambiente relevante foram comprovadas e documentadas?

4. Os testes em cada requisito da tecnologia, individualmente, em condições de desenvolvimento e aplicação foram realizados?

De forma individual e durante o processo de desenvolvimento, com erros de desempenho ou aplicação, foram realizadas avaliações, para comprovar que cada fase de desenvolvimento do produto atende à necessidade proposta para uma aplicação em escala real?

5. As funcionalidades disponíveis para demonstração em ambiente operacional foram simuladas?

A função da tecnologia em ambiente relevante foi testada? A aplicação ambiente de execução que integre o laboratório e indústria?

6. O protótipo ao ambiente real demonstrado (ou simulado em ambiente operacional) foi totalmente integrado?

O protótipo foi implementado em ambiente real como forma de teste para saber sua funcionalidade?

7. Os testes realizados em ambiente real obtiveram resultados satisfatórios?

Quando aplicado em ambiente real, o protótipo obteve resultados satisfatórios?

8. A documentação do teste do modelo de protótipo foi realizada?

O teste em escala real do protótipo foi fundamentado com fontes seguras quando aplicados?

9. Os riscos, custos e cronograma para o desenvolvimento da tecnologia em escala foram descritas e avaliadas?

Quando o protótipo foi aplicado em escala real, foi descrito sua execução e anotado os resultados, como também os fatores de riscos, custos e cronograma de execução? Além disso, foi avaliado e anotado sua qualidade de aplicação?

TRL 8

SISTEMA QUALIFICADO E FINALIZADO

1. A tecnologia foi construída e integrada no sistema final (sociedade/mercado)?

A tecnologia foi construída e introduzida no modelo real e aplicada em sistema final sociedade/mercado?

2. Os ajustes dos componentes às suas funções para a padronização ao sistema operacional foram realizados?

Para adquirir e integrar elementos da tecnologia e suas funções de forma que a tecnologia esteja alinhada ao sistema de aplicação (Integração sistema e ambiente real), foram realizadas ações de desempenho?

3. O sistema foi testado e otimizado com seu design e função para a aplicação?

Para aplicação em ambiente real a tecnologia foi testada e aprimorada com configuração e funcionalidade?

4. Os resultados após aplicação real quanto a sua execução, aplicação e objetivos da tecnologia para comprovar sua funcionalidade foram apresentados?

Os resultados após aplicação real quanto a sua execução, aplicação e objetivos da tecnologia para comprovar sua funcionalidade foram apresentados?

5. O processo de desenvolvimento e aplicabilidade real da tecnologia foi concluído?

O processo de desenvolvimento da tecnologia entre o produto e requisitos que devem ser atendidos para a aplicabilidade no setor produtivo foi concluído?

6. A documentação formal de regulamentação foi finalizada?

A tecnologia foi adequada a legislação e regulamentada com as leis vigentes de forma a atender todos os quesitos exigidos?

7. A documentação de gestão e controle de configuração foi finalizada?

Os documentos que tratam do gerenciamento de controle de ações da tecnologia como risco, perdas, lucros, investimento, além de, outras funções ligadas a controle de gerenciamento de tecnologia foram concluídas e fundamentadas?

8. As funcionalidades em ambiente operacional simulado e sistema qualificados através de teste e avaliação na plataforma real foram demonstradas?

As aplicabilidades da tecnologia em ambiente laboratório, através de teste de qualificação, reproduzindo a tecnologia elaborada (protótipo) em sistema real de aplicação, foram avaliadas?

9. A tecnologia atende aos objetivos propostos por ela em escala real?

A tecnologia atende aos objetivos propostos por ela em escala real?

10. O programa de gestão de risco em parceria com o desenvolvimento com a indústria já está em ação?

O programa para evitar riscos operacionais da tecnologia está sendo executado em conjunto com a indústria que adquiriu a tecnologia?

11. Os custos para desenvolvimento da tecnologia em escala real ou transmitindo o conhecimento em parceria com a indústria foram identificados?

A execução da tecnologia durante sua aplicação na indústria encontrou possíveis erros de operação e custo de desenvolvimento?

12. Um cronograma para desenvolvimento em escala da tecnologia ou trabalho realizado em parceria com a indústria foi estipulado?

A aplicação da tecnologia na indústria realizou um cronograma em conjunto com a empresa interessada com possíveis prazos de execução?

TRL 9

SISTEMA OPERANDO E COMPROVADO EM TODOS OS ASPECTOS DE SUA PROPOSTA OPERACIONAL

1. A operacionalidade na fase inicial produtiva foi realizada?

Durante a fase de teste em escala operacional foi assegurado que a tecnologia e seus requisitos estejam em conformidade operacional necessária para atender as exigências da indústria em escala real produtiva?

2. Os documentos que asseguram o funcionamento e aplicação da tecnologia em escala real foram concluídos?

Os documentos que asseguram o funcionamento e aplicação da tecnologia em escala real foram concluídos?

3. A aplicação e execução da tecnologia em ambiente real foi realizada e comprovada?

A aplicação da tecnologia, como também sua execução em ambiente real foi realizada e comprovada?

4. A aplicação da tecnologia em ambiente real foi concretizada com sucesso?

A aplicação da tecnologia em ambiente real foi concretizada com sucesso?

5. Um sistema de plataforma para colaborar nos processos de desenvolvimento da tecnologia, para eventual necessidade de modificações pré-estabelecidas, antes de sua execução em sistema real foi estabelecido e inserido?

Um sistema de plataforma para colaborar nos processos de desenvolvimento da tecnologia, para eventual necessidade de modificações pré-estabelecidas, antes de sua execução em sistema real foi estabelecido e inserido?

6. Durante a aplicação da tecnologia na indústria, os objetivos propostos de forma que atendam a real necessidade da empresa/consumidor foram alcançados?

Durante a aplicação da tecnologia na indústria, os objetivos propostos de forma que atendam a real necessidade da empresa/consumidor foram alcançados?

7. O fluxograma de produção da tecnologia para atender os níveis satisfatórios quanto a qualidade do produto de acordo com a legislação e necessidade da empresa foram executados?

O fluxograma de produção da tecnologia para atender os níveis satisfatórios quanto a qualidade do produto de acordo com a legislação e necessidade da empresa foram executados?

8. O processo de desenvolvimento em escala, custo e o cronograma para tal desenvolvimento foi incluído na documentação?

Adequações quanto ao cronograma de execução e custo operacionais para o desenvolvimento satisfatório da tecnologia foram fundamentados e aplicados?

9. O processo de parceria e de transferência de conhecimento para a indústria foi incluído na documentação?

Uma parceria de forma que a indústria possa adquirir novas atualizações quanto a modificações/alterações para melhor desenvolvimento da tecnologia foi estabelecida?

10. O plano de negócio para desenvolvimento da tecnologia foi realizado?

O plano de negócio como forma de estabelecer metas para alcançar os objetivos propostos na aplicação da tecnologia foi implantado?

11. A tecnologia desenvolvida gerou publicações científicas e/ou patentes?

A tecnologia foi publicada em bases científicas como forma de divulgação?

12. É possível reproduzir o mesmo projeto com os mesmos requisitos?

A tecnologia criada é capaz de ser novamente executada com as mesmas condições estabelecidas no projeto?

ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE APLICAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA (TRL)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

“ADAPTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DO
NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA NO SEGMENTO ALIMENTÍCIO,
COM ÊNFASE NA ÁREA DE PESCADO”

FORMULÁRIO NÍVEL DE MATURIDADE DE TECNOLÓGICA (TRL)

Este formulário trata-se de uma pesquisa de Mestrado cujo objetivo é desenvolver uma ferramenta de medição para avaliar o nível de maturidade de uma determinada tecnologia no segmento alimentício, tendo como ênfase novos produtos de pescado, elaborados em projetos de pesquisa de dissertação no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia da UFRRJ.

Neste formulário são apresentadas as definições de cada nível da escala de maturidade tecnológica, de forma que, o leitor possa entender quais são as características que definem a tecnologia e seu respectivo produto em cada nível da escala. Para melhor entendimento, as perguntas deste questionário referem-se a pesquisas aplicadas à tecnologia de processos, como no caso de desenvolvimento de equipamentos, peças ou um processo em si, e à tecnologia de produtos, inerentes ao desenvolvimento de novos produtos.

Dados do Projeto

Responsável pela avaliação:

E-mail:

Instituição de vínculo:

Formação:

Orientações:

Os Níveis De Maturidade Tecnologia (Technology Readiness Levels – TRL) são uma ferramenta de medição utilizada para avaliar o nível de maturidade de uma determinada tecnologia. Existem nove níveis de prontidão tecnológica, onde a TRL 1 refere-se ao nível inicial de uma inovação, e a TRL 9 caracteriza o último nível para disposição da tecnologia em operacionalidade em um sistema produtivo. A Tabela 1 apresenta as definições dos Níveis de Prontidão Tecnológica (TRL), segundo a ABNT NBR ISO 16290:2015, adaptada para o segmento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos.

Tabela 1 –Definições dos Níveis de Maturidade Tecnológica (TRL)

TRL	DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE
1	Princípios básicos observados e reportados
2	Formulação de conceitos tecnológicos e aplicação
3	Estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental ou prova de conceito
4	Validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório
5	Validação das funções críticas dos componentes em ambiente relevante
6	Demonstração das funções críticas do protótipo em ambiente relevante
7	Demonstração de protótipo do sistema em ambiente operacional
8	Sistema qualificado e finalizado
9	Sistema operando e comprovado em todos os aspectos de sua missão operacional

Fonte: ABNT NBR ISO 16290:2015.

O questionário é baseado na escala TRL (Technology Readiness Level), desenvolvida pela NASA, e adaptada pela ABNT NBR ISO 16290:2015, onde cada pergunta terá uma resposta de 0 a 5. Essa escala possui nove níveis, onde o nível 1 indica TRL inicial e a baixa maturidade (Início básico da pesquisa) e o nível 9 indica uma maturidade alta (Aplicação da tecnologia no mercado).

Por favor, leia com calma e responda com atenção. Caso necessário consulte o Guia Informativo para entendimento de cada questão de acordo com a necessidade de cada TRL elaborado neste questionário.

TRL1
PRINCÍPIOS BÁSICOS OBSERVADOS E REPORTADOS

1. Houve levantamento e identificação dos princípios básicos da tecnologia que comprove a sua aplicação em ambiente acadêmico?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

2. Os estudos acadêmicos que confirmam os princípios básicos da tecnologia foram documentados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

3. As leis e pressupostos utilizados na nova tecnologia que possam interferir no processo de seu desenvolvimento foram levantadas?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

4. A ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da pesquisa tecnológica foi levantada e documentada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

5. Nas pesquisas sobre a tecnologia em questão foram identificados onde seria recomendado a sua aplicação e quem se direcionaria?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

6. Na concretização do desenvolvimento da tecnologia existem fontes monetárias ou interessados, stakeholders (pessoas ou grupos de interesse)?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

7. Foi identificada alguma tecnologia com semelhanças ou que utiliza os mesmos princípios da tecnologia em questão em âmbito nacional?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

8. Há alguma documentação que comprove a aplicação desta tecnologia em ambiente de campo experimental para o levantamento de dados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

9. Existem publicações científicas ou tecnológicas em revistas/ anais/ congressos a respeito da tecnologia em questão?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

TRL 2

FORMULAÇÃO DE CONCEITOS TECNOLÓGICOS

1. Os potenciais aplicações da tecnologia foram formuladas?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

2. Foi possível identificar riscos, falhas, procedimentos operacionais que podem estar ligados ao desenvolvimento da tecnologia nas instituições de ensino e empresas?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

3. Foram identificadas as principais aplicações da tecnologia?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

4. A viabilidade do desenvolvimento da tecnologia e das suas aplicações foram confirmadas por estudos publicados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

5. As funções gerais da tecnologia foram identificadas?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

6. Há algum estudo científico que aponte elementos que impossibilitem o desenvolvimento da tecnologia ou possíveis falhas quanto ao seu amadurecimento?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

7. A tecnologia será aplicável para algum programa/projeto institucional ou governamental?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

8. Os potenciais clientes foram identificados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

9. A tecnologia desperta interesse para aplicação no ambiente real?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

TRL 3

ESTABELECIMENTO DE FUNÇÃO CRÍTICA DE FORMA ANALÍTICA OU EXPERIMENTAL E/OU PROVA DE CONCEITO

1. O projeto conceitual do elemento foi realizado, documentado e concretizado?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

2. Os requisitos de desempenho da tecnologia foram especificados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

3. A viabilidade de execução orçamentária dos experimentos em laboratório (simulação), foi verificada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

4. Através de testes em ambiente de laboratório foi possível identificar possíveis dificuldades para aplicação da tecnologia em ambiente real?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

5. Os componentes que devem trabalhar juntos (visão sistêmica) foram identificados e documentados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

6. A viabilidade científica da tecnologia foi plenamente demonstrada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

7. Foram identificadas qual(is) a(s) melhor(es) metodologias para viabilizar o desenvolvimento da tecnologia?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

8. Os conceitos e técnicas para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

9. Os componentes chaves para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

10. A ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento do protótipo foi documentada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

TRL 4

VALIDAÇÃO FUNCIONAL DOS COMPONENTES EM AMBIENTE DE LABORATÓRIO

1. O projeto conceitual da tecnologia foi realizado?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

2. Os relatórios rotineiros durante o desenvolvimento dos testes em escala de laboratório, foram realizados para alcançar comprovação real?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

3. A elaboração e desenvolvimento da tecnologia realizou testes preliminares documentados através de relatórios?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

4. As possíveis lacunas da tecnologia foram identificadas?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

5. Os requisitos gerais do sistema para aplicação aos usuários finais foram identificados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

6. As métricas de desempenho da tecnologia foram estabelecidas?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

7. Os custos para desenvolvimento do protótipo foram identificados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

8. O cronograma para desenvolvimento do protótipo foi realizado?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

9. O programa de gestão de risco do protótipo foi iniciado?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

10. Os estudos de integração da tecnologia ao ambiente real foram iniciados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

TRL5

VALIDAÇÃO DAS FUNÇÕES CRÍTICAS EM AMBIENTE RELEVANTE

1. A definição preliminar de requisitos de desempenho da tecnologia no ambiente relevante foi realizada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

2. Para aplicação da tecnologia foi realizado um projeto que contenha as normas, padrões de execução e referências que assegurem uma visão crítica sobre o processo de produção para atender ao objetivo proposto?

0.()

- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

3. O plano de teste de função crítica para análise dos efeitos de escala foi realizado?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

4. A definição da placa-de-ensaio (termos associados: ensaio-de-equipamentos, ensaio-de-máquina, corpo-de-prova) para a verificação da função crítica foi estipulada?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

5. Os testes de desempenho com relatórios foram realizados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

6. Os efeitos das possíveis falhas no desenvolvimento da tecnologia (se houver) foram identificados e documentados através de relatórios?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

7. Os requisitos de desempenho para o desenvolvimento da tecnologia em escala piloto foram identificados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

8. As interações entre o desenvolvimento e a aplicabilidade da tecnologia foram identificadas?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

9. No ambiente de laboratório para simular ambientes operacionais foram feitas adaptações?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

10. Os testes tecnológicos dos componentes em escala piloto foram realizados?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

TRL 6

DEMONSTRAÇÃO DAS FUNÇÕES CRÍTICAS DO PROTÓTIPO EM AMBIENTE RELEVANTE

1. As identificações e análises das funções críticas do elemento (protótipo ou produto) foram realizadas, e verificadas as funções críticas e documentadas em relatório?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

2. O ambiente de aplicação da tecnologia em escala piloto já foi utilizado por outros modelos tecnológicos?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

3. O desempenho da tecnologia em escala piloto foi fundamentado através de documentos?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

4. Os requisitos de execução da tecnologia e o passo a passo de funcionamento dentro do ambiente em escala piloto foram descritos através de documentos?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

5. As avaliações das características de desempenho da tecnologia foram concluídas mesmo com as possíveis lacunas?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

6. A aquisição de dados da manutenção real, confiabilidade e dados de suporte foi iniciada?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

7. O modelo representativo (protótipo) completo em laboratório e em ambiente operacional de alta fidelidade (simulação) foi testado?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

TRL 7

DEMONSTRAÇÃO DE PROTÓTIPO DE SISTEMA EM AMBIENTE OPERACIONAL

1. A definição de requisitos de desempenho foi documentada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

2. O desempenho do protótipo em ambiente operacional foi documentado?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

3. As exigências necessárias de execução do protótipo em escala de teste e para um ambiente relevante foram comprovadas e documentadas?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

4. Os testes em cada requisito da tecnologia, individualmente, em condições de desenvolvimento e aplicação foram realizados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

5. As funcionalidades disponíveis para demonstração em ambiente operacional foram simuladas?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

6. O protótipo ao ambiente real demonstrado (ou simulado em ambiente operacional) foi totalmente integrado?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

7. Os testes realizados em ambiente real obtiveram resultados satisfatórios?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

8. A documentação do teste do modelo de protótipo foi realizada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

9. Os riscos, custos e cronograma para o desenvolvimento da tecnologia em escala foram descritas e avaliadas?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

TRL 8

SISTEMA QUALIFICADO E FINALIZADO

1. A tecnologia foi construída e integrada no sistema final (sociedade/mercado)?

0.()

1.()

- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

2. Os ajustes dos componentes às suas funções para a padronização ao sistema operacional foram realizados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

3. O sistema foi testado e otimizado com seu design e função para a aplicação?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

4. Os resultados após aplicação real quanto a sua execução, aplicação e objetivos da tecnologia para comprovar sua funcionalidade foram apresentados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

5. O processo de desenvolvimento e aplicabilidade real da tecnologia foi concluído?

- 0.()

- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

6. A documentação formal de regulamentação foi finalizada?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

7. A documentação de gestão e controle de configuração foi finalizada?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

8. As funcionalidades em ambiente operacional simulado e sistema qualificados através de teste e avaliação na plataforma real foram demonstradas?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

9. A tecnologia atende aos objetivos propostos por ela em escala real?

- 0.()

- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

10. O programa de gestão de risco em parceria com o desenvolvimento com a indústria já está em ação?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

11. Os custos para desenvolvimento da tecnologia em escala real ou transmitindo o conhecimento em parceria com a indústria foram identificados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

12. Um cronograma para desenvolvimento em escala da tecnologia ou trabalho em parceria com a indústria foi estipulado?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

TRL 9

SISTEMA OPERANDO E COMPROVADO EM TODOS OS ASPECTOS DE SUA MISSÃO OPERACIONAL

1. A operacionalidade na fase inicial produtiva foi realizada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

2. Os documentos que asseguram o funcionamento e aplicação da tecnologia em escala real foram concluídos?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

3. A aplicação e execução da tecnologia em ambiente real foi realizada e comprovada?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

4. A aplicação da tecnologia em ambiente real foi concretizada com sucesso?

0.()

- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

5. Um sistema de plataforma para colaborar nos processos de desenvolvimento da tecnologia, para eventual necessidade de modificações pré-estabelecidas, antes de sua execução em sistema real foi estabelecido e inserido?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

6. Durante a aplicação da tecnologia na indústria, os objetivos propostos de forma que atendam a real necessidade da empresa/consumidor foram alcançados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()
- 5.()

7. O fluxograma de produção da tecnologia para atender os níveis satisfatórios quanto a qualidade do produto de acordo com a legislação e necessidade da empresa foram executados?

- 0.()
- 1.()
- 2.()
- 3.()
- 4.()

5.()

8. O processo de desenvolvimento em escala, custo e o cronograma para tal desenvolvimento foi incluído na documentação?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

9. O processo de parceria e de transferência de conhecimento para a indústria foi incluído na documentação?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

10. O plano de negócio para desenvolvimento da tecnologia foi realizado?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

11. A tecnologia desenvolvida gerou publicações científicas e/ou patentes?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

12. É possível reproduzir o mesmo projeto com os mesmos requisitos?

0.()

1.()

2.()

3.()

4.()

5.()

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em participar na apreciação do material de estudo que será aplicado em etapa de coleta de dados para uso da ferramenta de Avaliação de Prontidão Tecnológica (TRL), referente ao Trabalho de Dissertação de Mestrado desenvolvido no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, intitulado **“ADAPTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA NO SEGMENTO ALIMENTÍCIO, COM ÊNFASE NA ÁREA DE PESCADO”**, desenvolvido por Willian Bonne Monteiro dos Santos, sob orientação da Professora **Dr^a. Gesilene Mendonça de Oliveira** e Coorientação por **Dr. Romulo Cardoso Valadão** a quem poderei contatar através do e-mail gesilene@ufrj.br e romulocv@ufrj.br.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é desenvolver uma ferramenta que possa auxiliar nas decisões, e que possa assegurar maior capacidade de aplicação ao mercado de interesse, podendo ser utilizado por qualquer área da ciência e tecnologia de alimentos em instituições de ensino, pesquisa, extensão e inovação.

Esse projeto faz parte do processo de obtenção de conclusão do curso *Stricto Sensu* do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA/UFRRJ.

Minha colaboração se dará por meio de avaliação, sugestão e colaboração, à medida do meu conhecimento institucional. Estou ciente que esta colaboração não me dará o direito de

constatar como autor, coautor ou membro da produção do produto em questão. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo pesquisador e sua orientação.

O quadro estará disponível exclusivamente para o meu uso, sendo vedada toda e qualquer transferência, distribuição, demonstração em público e, não poderá ser alterada sem autorização expressa do autor, sendo que deverá ser solicitada autorização formal e escrita para respectiva alteração, preservado assim a integridade do produto evitando falhas no seu efetivo funcionamento, enfim, somente o autor tem o direito de modificação do produto.

Fui ainda informado que posso retirar-me dessa colaboração a qualquer momento, sem prejuízo para o meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética e Pesquisa (CONEO).

ANEXO D – COTAÇÃO DE VALORES DE ACORDO COM A NECESSIDADE DOS PROJETOS

A negrito encontram-se os maiores valores por TRL

Itens	TRL 1
	Cotação
1. Levantamento e identificação dos princípios básicos da tecnologia que comprove a sua aplicação em ambiente acadêmico	3
2. Estudos acadêmicos que confirmam os princípios básicos da tecnologia foram documentados	1
3. Leis e pressupostos utilizados na nova tecnologia que possam interferir no processo de seu desenvolvimento foram levantadas	1
4. Ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da pesquisa tecnológica foi levantada e documentada	1
5. Pesquisas sobre a tecnologia em questão foram identificados onde seria recomendado a sua aplicação e quem se direciona	1
6. Concretização do desenvolvimento da tecnologia existem fontes monetárias ou interessados, stakeholders	2
7. Identificada alguma tecnologia com semelhanças ou que utiliza os mesmos princípios da tecnologia em questão em âmbito nacional	3
8. Há alguma documentação que comprove a aplicação desta tecnologia em ambiente de campo experimental para o levantamento de dados	2
9. Publicações científicas ou tecnológicas em revistas/ anais/ congressos a respeito da tecnologia em questão	2
Pontuação dos princípios básicos observados e reportados	16

Itens	TRL 2
	Cotação
1. Potenciais aplicações da tecnologia foram formuladas	1
2. Riscos, falhas, procedimentos operacionais ligados ao desenvolvimento da tecnologia nas instituições de ensino e empresas	3
3. Identificadas as principais aplicações da tecnologia	2
4. Viabilidade do desenvolvimento da tecnologia e das suas aplicações foram confirmadas por estudos publicados	1
5. As funções gerais da tecnologia foram identificadas?	3
6. Estudo científico que aponte elementos que impossibilitem o desenvolvimento da tecnologia ou falhas quanto ao seu amadurecimento	1
7. Tecnologia aplicável para algum programa/projeto institucional ou governamental	3
8. A tecnologia desperta interesse para aplicação no ambiente real	2
9. Ambientes de aplicação a tecnologia já desperta interesse	1

Pontuação da formulação de conceitos tecnológicos	17
--	-----------

Itens	TRL 3
	Cotação
1. Projeto conceitual do elemento foi realizado, documentado e concretizado	1
2. Requisitos de desempenho da tecnologia foram especificados	1
3. Viabilidade de execução orçamentária dos experimentos em laboratório (simulação), foi verificada	2
4. Testes em ambiente de laboratório foi possível identificar possíveis dificuldades para aplicação da tecnologia em ambiente real	2
5. Componentes que devem trabalhar juntos (visão sistêmica) foram identificados e documentados	3
6. Viabilidade científica da tecnologia foi plenamente demonstrada	1
7. Identificadas qual (is) a(s) melhor(es) metodologias para viabilizar o desenvolvimento da tecnologia	3
8. Conceitos e técnicas para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados	1
9. Componentes chaves para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados	1
10. Ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento do protótipo foi documentada	3
Pontuação do estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental e/ou prova de conceito	18

Itens	TRL 4
	Cotação
1. Projeto conceitual da tecnologia foi realizado	2
2. Relatórios rotineiros durante o desenvolvimento dos testes em escala de laboratório, realizados para alcançar comprovação real	2
3. Elaboração e desenvolvimento da tecnologia realizaram testes preliminares documentados através de relatórios	1
4. Possíveis lacunas da tecnologia foram identificadas	1
5. Requisitos gerais do sistema para aplicação aos usuários finais foram identificados	2
6. Métricas de desempenho da tecnologia foram estabelecidas	3
7. Custos para desenvolvimento do protótipo foram identificados	3
8. Cronograma para desenvolvimento do protótipo foi realizado	1
9. Programa de gestão de risco do protótipo foi iniciado	1
10. Estudos de integração da tecnologia ao projeto final foram iniciados	3
Pontuação da validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório	19

Itens	TRL 5
	Cotação
1. A definição preliminar de requisitos de desempenho no ambiente relevante foi realizada?	1
2. Para aplicação da tecnologia foi realizado um projeto que contenha as normas, padrões de execução e referências que assegurem uma visão crítica sobre o processo de produção para atender ao objetivo proposto?	2
3. O plano de teste de função crítica para análise dos efeitos de escala foi realizado?	2
4. A definição da placa-de-ensaio (termos associados: ensaio-de-equipamentos, ensaio-de-máquina, corpo-de-prova) para a verificação da função crítica foi estipulada?	3
5. Os testes de desempenho com relatórios foram realizados?	2
6. Os efeitos das possíveis falhas no desenvolvimento da tecnologia (se houver) foram identificados e documentados através de relatórios?	1
7. Os requisitos de desempenho para o desenvolvimento da tecnologia em escala piloto foram identificados?	3
8. As interações entre o desenvolvimento e a aplicabilidade da tecnologia foram identificadas?	2
9. No ambiente de laboratório para simular ambientes operacionais foram feitas adaptações?	2
10. Os testes tecnológicos dos componentes em ambiente relevante foram realizados?	2
Pontuação da validação das funções críticas em ambiente relevante	20

Itens	TRL 6
	Cotação
1. As identificações e análises das funções críticas do elemento (protótipo ou produto) foram realizadas, e verificadas as funções críticas e documentadas em relatório?	2
2. O ambiente de aplicação da tecnologia em escala piloto já foi utilizado por outros modelos tecnológicos?	3
3. O desempenho da tecnologia em escala piloto foi fundamentado através de documentos?	2
4. Os requisitos de execução da tecnologia e o passo a passo de funcionamento dentro do ambiente em escala piloto foram descritos através de documentos?	3
5. As avaliações das características de desempenho da tecnologia foram concluídas mesmo com as possíveis lacunas?	1
6. A aquisição de dados da manutenção real, confiabilidade e dados de suporte foi iniciada?	2
7. O modelo representativo (protótipo) completo em laboratório e em ambiente operacional de alta fidelidade (simulação) foi testado?	3
Pontuação da demonstração das funções críticas do protótipo em ambiente relevante	16

Itens	TRL 7
	Cotação
1. A definição de requisitos de desempenho foi documentada?	1
2. O desempenho do protótipo em ambiente operacional foi documentado?	1
3. As exigências necessárias de execução do protótipo em escala de teste e para um ambiente relevante foram comprovadas e documentadas?	3
4. Os testes em cada requisito da tecnologia, individualmente, em condições de desenvolvimento e aplicação foram realizados?	2
5. As funcionalidades disponíveis para demonstração em ambiente operacional foram simuladas?	3
6. O protótipo ao ambiente real demonstrado (ou simulado em ambiente operacional) foi totalmente integrado?	2
7. Os testes realizados em ambiente real obtiveram resultados satisfatórios?	2
8. A documentação do teste do modelo de protótipo foi realizada?	1
9. Os riscos, custos e cronograma para o desenvolvimento da tecnologia em escala foram descritas e avaliadas?	2
Pontuação da demonstração de protótipo de sistema em ambiente operacional	17

Itens	TRL 8
	Cotação
1. A tecnologia foi construída e integrada no sistema final (sociedade/mercado)?	3
2. Os ajustes dos componentes às suas funções para a padronização ao sistema operacional foram realizados?	2
3. O sistema foi testado e otimizado com seu design e função para a aplicação?	3
4. Os resultados após aplicação real quanto a sua execução, aplicação e objetivos da tecnologia para comprovar sua funcionalidade foram apresentados?	2
5. O processo de desenvolvimento e aplicabilidade real da tecnologia foi concluído?	3
6. A documentação formal de regulamentação foi finalizada?	3
7. A documentação de gestão e controle de configuração foi finalizada?	3
8. As funcionalidades em ambiente operacional simulado e sistema qualificados através de teste e avaliação na plataforma real foram demonstradas?	3
9. A tecnologia atende aos objetivos propostos por ela em escala real?	3
10. O programa de gestão de risco em parceria com o desenvolvimento com a indústria já está em ação?	2
11. Os custos para desenvolvimento da tecnologia em escala real ou transmitindo o conhecimento em parceria com a indústria foram identificados?	2
12. Um cronograma para desenvolvimento em escala da tecnologia ou trabalho em parceria com a indústria foi estipulado?	2
Pontuação do sistema qualificado e finalizado	31

Itens	TRL 9
	Cotação
1. A operacionalidade na fase inicial produtiva foi realizada?	2
2. Os documentos que asseguram o funcionamento e aplicação da tecnologia em escala real foram concluídos?	3
3. A aplicação e execução da tecnologia em ambiente real foi realizada e comprovada?	3
4. A aplicação da tecnologia em ambiente real foi concretizada com sucesso?	2
5. Um sistema de plataforma para colaborar nos processos de desenvolvimento da tecnologia, para eventual necessidade de modificações pré-estabelecidas, antes de sua execução em sistema real foi estabelecido e inserido?	3
6. Durante a aplicação da tecnologia na indústria, os objetivos propostos de forma que atendam a real necessidade da empresa/consumidor foram alcançados?	2
7. O fluxograma de produção da tecnologia para atender os níveis satisfatórios quanto a qualidade do produto de acordo com a legislação e necessidade da empresa foram executados?	2
8. O processo de desenvolvimento em escala, custo e o cronograma para tal desenvolvimento foi incluído na documentação?	3
9. O processo de parceria e de transferência de conhecimento para a indústria foi incluído na documentação?	2
10. O plano de negócio para desenvolvimento da tecnologia foi realizado?	3
11. A tecnologia desenvolvida gerou publicações científicas e/ou patentes?	3
12. É possível reproduzir o mesmo projeto com os mesmos requisitos?	3
Pontuação do sistema operando e comprovado em todos os aspectos de sua proposta operacional	31

ANEXO E – COTAÇÃO DE VALORES DE ACORDO COM A ISO 16290:2015

A negrito encontram-se os maiores valores por TRL	
Itens	TRL 1
	Cotação
1. Levantamento e identificação dos princípios básicos da tecnologia que comprove a sua aplicação em ambiente acadêmico	2
2. Estudos acadêmicos que confirmam os princípios básicos da tecnologia foram documentados	2
3. Leis e pressupostos utilizados na nova tecnologia que possam interferir no processo de seu desenvolvimento foram levantadas	1
4. Ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da pesquisa tecnológica foi levantada e documentada	1
5. Pesquisas sobre a tecnologia em questão foram identificados onde seria recomendado a sua aplicação e quem se direciona	1
6. Concretização do desenvolvimento da tecnologia existem fontes monetárias ou interessados, stakeholders	1
7. Identificada alguma tecnologia com semelhanças ou que utiliza os mesmos princípios da tecnologia em questão em âmbito nacional	1
8. Há alguma documentação que comprove a aplicação desta tecnologia em ambiente de campo experimental para o levantamento de dados	1
9. Publicações científicas ou tecnológicas em revistas/ anais/ congressos a respeito da tecnologia em questão	1
Pontuação dos princípios básicos observados e reportados	11
Itens	TRL 2
	Cotação
1. Potenciais aplicações da tecnologia foram formuladas	2
2. Riscos, falhas, procedimentos operacionais ligados ao desenvolvimento da tecnologia nas instituições de ensino e empresas	1
3. Identificadas as principais aplicações da tecnologia	1
4. Viabilidade do desenvolvimento da tecnologia e das suas aplicações foram confirmadas por estudos publicados	1
5. As funções gerais da tecnologia foram identificadas?	1
6. Estudo científico que aponte elementos que impossibilitem o desenvolvimento da tecnologia ou falhas quanto ao seu amadurecimento	1
7. Tecnologia aplicável para algum programa/projeto institucional ou governamental	1
8. A tecnologia desperta interesse para aplicação no ambiente real	1
9. Ambientes de aplicação a tecnologia já desperta interesse	1
Pontuação da formulação de conceitos tecnológicos	10

Itens	TRL 3
	Cotação
1. Projeto conceitual do elemento foi realizado, documentado e concretizado	2
2. Requisitos de desempenho da tecnologia foram especificados	2
3. Viabilidade de execução orçamentária dos experimentos em laboratório (simulação), foi verificada	2
4. Testes em ambiente de laboratório foi possível identificar possíveis dificuldades para aplicação da tecnologia em ambiente real	1
5. Componentes que devem trabalhar juntos (visão sistêmica) foram identificados e documentados	1
6. Viabilidade científica da tecnologia foi plenamente demonstrada	1
7. Identificadas qual (is) a(s) melhor(es) metodologias para viabilizar o desenvolvimento da tecnologia	1
8. Conceitos e técnicas para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados	1
9. Componentes chaves para o desenvolvimento da tecnologia foram identificados	1
10. Ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento do protótipo foi documentada	3
Pontuação do estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental e/ou prova de conceito	13

Itens	TRL 4
	Cotação
1. Projeto conceitual da tecnologia foi realizado	2
2. Relatórios rotineiros durante o desenvolvimento dos testes em escala de laboratório, realizados para alcançar comprovação real	2
3. Elaboração e desenvolvimento da tecnologia realizaram testes preliminares documentados através de relatórios	1
4. Possíveis lacunas da tecnologia foram identificadas	1
5. Requisitos gerais do sistema para aplicação aos usuários finais foram identificados	1
6. Métricas de desempenho da tecnologia foram estabelecidas	1
7. Custos para desenvolvimento do protótipo foram identificados	1
8. Cronograma para desenvolvimento do protótipo foi realizado	1
9. Programa de gestão de risco do protótipo foi iniciado	1
10. Estudos de integração da tecnologia ao projeto final foram iniciados	1
Pontuação da validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório	12

Itens	TRL 5
	Cotação
1. A definição preliminar de requisitos de desempenho no ambiente relevante foi realizada?	2
2. Para aplicação da tecnologia foi realizado um projeto que contenha as normas, padrões de execução e referências que assegurem uma visão crítica sobre o processo de produção para atender ao objetivo proposto?	2
3. O plano de teste de função crítica para análise dos efeitos de escala foi realizado?	2
4. A definição da placa-de-ensaio (termos associados: ensaio-de-equipamentos, ensaio-de-máquina, corpo-de-prova) para a verificação da função crítica foi estipulada?	2
5. Os testes de desempenho com relatórios foram realizados?	2
6. Os efeitos das possíveis falhas no desenvolvimento da tecnologia (se houver) foram identificados e documentados através de relatórios?	1
7. Os requisitos de desempenho para o desenvolvimento da tecnologia em escala piloto foram identificados?	1
8. As interações entre o desenvolvimento e a aplicabilidade da tecnologia foram identificadas?	1
9. No ambiente de laboratório para simular ambientes operacionais foram feitas adaptações?	1
10. Os testes tecnológicos dos componentes em ambiente relevante foram realizados?	1
Pontuação da validação das funções críticas em ambiente relevante	15

Itens	TRL 6
	Cotação
1. As identificações e análises das funções críticas do elemento (protótipo ou produto) foram realizadas, e verificadas as funções críticas e documentadas em relatório?	2
2. O ambiente de aplicação da tecnologia em escala piloto já foi utilizado por outros modelos tecnológicos?	2
3. O desempenho da tecnologia em escala piloto foi fundamentado através de documentos?	1
4. Os requisitos de execução da tecnologia e o passo a passo de funcionamento dentro do ambiente em escala piloto foram descritos através de documentos?	1
5. As avaliações das características de desempenho da tecnologia foram concluídas mesmo com as possíveis lacunas?	1
6. A aquisição de dados da manutenção real, confiabilidade e dados de suporte foi iniciada?	1
7. O modelo representativo (protótipo) completo em laboratório e em ambiente operacional de alta fidelidade (simulação) foi testado?	1
Pontuação da demonstração das funções críticas do protótipo em ambiente relevante	9

Itens	TRL 7
	Cotação
1. A definição de requisitos de desempenho foi documentada?	2
2. O desempenho do protótipo em ambiente operacional foi documentado?	2
3. As exigências necessárias de execução do protótipo em escala de teste e para um ambiente relevante foram comprovadas e documentadas?	2
4. Os testes em cada requisito da tecnologia, individualmente, em condições de desenvolvimento e aplicação foram realizados?	1
5. As funcionalidades disponíveis para demonstração em ambiente operacional foram simuladas?	1
6. O protótipo ao ambiente real demonstrado (ou simulado em ambiente operacional) foi totalmente integrado?	1
7. Os testes realizados em ambiente real obtiveram resultados satisfatórios?	1
8. A documentação do teste do modelo de protótipo foi realizada?	1
9. Os riscos, custos e cronograma para o desenvolvimento da tecnologia em escala foram descritas e avaliadas?	1
Pontuação da demonstração de protótipo de sistema em ambiente operacional	12

Itens	TRL 8
	Cotação
1. A tecnologia foi construída e integrada no sistema final (sociedade/mercado)?	2
2. Os ajustes dos componentes às suas funções para a padronização ao sistema operacional foram realizados?	1
3. O sistema foi testado e otimizado com seu design e função para a aplicação?	1
4. Os resultados após aplicação real quanto a sua execução, aplicação e objetivos da tecnologia para comprovar sua funcionalidade foram apresentados?	1
5. O processo de desenvolvimento e aplicabilidade real da tecnologia foi concluído?	1
6. A documentação formal de regulamentação foi finalizada?	1
7. A documentação de gestão e controle de configuração foi finalizada?	1
8. As funcionalidades em ambiente operacional simulado e sistema qualificados através de teste e avaliação na plataforma real foram demonstradas?	1
9. A tecnologia atende aos objetivos propostos por ela em escala real?	1
10. O programa de gestão de risco em parceria com o desenvolvimento com a indústria já está em ação?	1
11. Os custos para desenvolvimento da tecnologia em escala real ou transmitindo o conhecimento em parceria com a indústria foram identificados?	1
12. Um cronograma para desenvolvimento em escala da tecnologia ou trabalho em parceria com a indústria foi estipulado?	1
Pontuação do sistema qualificado e finalizado	13

Itens	TRL 9
	Cotação
1. A operacionalidade na fase inicial produtiva foi realizada?	2
2. Os documentos que asseguram o funcionamento e aplicação da tecnologia em escala real foram concluídos?	2
3. A aplicação e execução da tecnologia em ambiente real foi realizada e comprovada?	1
4. A aplicação da tecnologia em ambiente real foi concretizada com sucesso?	1
5. Um sistema de plataforma para colaborar nos processos de desenvolvimento da tecnologia, para eventual necessidade de modificações pré-estabelecidas, antes de sua execução em sistema real foi estabelecido e inserido?	1
6. Durante a aplicação da tecnologia na indústria, os objetivos propostos de forma que atendam a real necessidade da empresa/consumidor foram alcançados?	1
7. O fluxograma de produção da tecnologia para atender os níveis satisfatórios quanto a qualidade do produto de acordo com a legislação e necessidade da empresa foram executados?	1
8. O processo de desenvolvimento em escala, custo e o cronograma para tal desenvolvimento foi incluído na documentação?	1
9. O processo de parceria e de transferência de conhecimento para a indústria foi incluído na documentação?	1
10. O plano de negócio para desenvolvimento da tecnologia foi realizado?	1
11. A tecnologia desenvolvida gerou publicações científicas e/ou patentes?	1
12. É possível reproduzir o mesmo projeto com os mesmos requisitos?	1
Pontuação do sistema operando e comprovado em todos os aspectos de sua proposta operacional	14

ANEXO F – INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

TRL1	1
TRL2	1
TRL3	1
TRL4	1
TRL5	1
TRL6	1
TRL7	1
TRL8	1
TRL9	1

TRL1	1
TRL2	1
TRL3	2
TRL4	2
TRL5	2
TRL6	3
TRL7	3
TRL8	4
TRL9	4

TRL1	1
TRL2	2
TRL3	3
TRL4	4
TRL5	5
TRL6	6
TRL7	7
TRL8	8
TRL9	9

TRL1	1
TRL2	1
TRL3	2
TRL4	2
TRL5	2
TRL6	2
TRL7	3
TRL8	3
TRL9	4

TRL1	1
TRL2	1
TRL3	1
TRL4	2
TRL5	2
TRL6	2
TRL7	3
TRL8	3
TRL9	3

ANEXO G – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Quadro 1 - Proposta Ax1 - Somatório dos projetos referente a combinações entre os fatores cotação de valores (essenciais e não essenciais) multiplicado por um fator multiplicador sem fator influente entre os níveis TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	54	55	44	33	49
TRL2	47	45	40	31	44
TRL3	64	65	42	58	60
TRL4	55	53	35	35	50
TRL5	70	51	48	0	62
TRL6	43	21	40	0	41
TRL7	20	0	10	0	42
TRL8	11	0	0	0	0
TRL9	12	9	10	8	10
Pontuação total	376	299	269	165	358
TRL do projeto	6,6	5,2	4,7	2,9	6,2

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 2 – Proposta Ax2 - Somatório dos projetos referentes às combinações de cotação entre atividades funcionalidades do produto, multiplicado por um fator multiplicador sem fator influente entre os níveis de TRL.

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	77	80	62	36	71
TRL2	78	80	75	56	79
TRL3	89	90	36	72	85
TRL4	83	84	35	41	80
TRL5	95	63	61	0	83
TRL6	78	36	70	0	73
TRL7	19	0	5	0	54
TRL8	25	0	0	0	0
TRL9	25	27	30	24	30
Pontuação total	569	460	374	229	555
TRL do projeto	7,6	6,1	4,9	3,0	7,4

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 3 - Proposta – Bx1 - Somatório dos projetos referentes às combinações entre os fatores cotação de valores (essenciais e não essenciais) multiplicado por um fator multiplicador de acordo com ciclo de vida entre as TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	54	55	44	33	49
TRL2	47	45	40	31	44
TRL3	128	130	84	116	120
TRL4	110	106	70	70	100
TRL5	140	102	96	0	124
TRL6	129	63	120	0	123
TRL7	60	0	30	0	126
TRL8	44	0	0	0	0
TRL9	48	36	40	32	40
Pontuação total	760	537	524	282	726
TRL do projeto	6,7	5,8	5,8	4,2	6,6

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 4 - Proposta Bx2 - Somatório dos projetos referentes as combinações entre os fatores cotação de valores referente ao desenvolvimento tecnológico multiplicado por um fator de acordo com ciclo de vida entre as TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	77	80	62	36	71
TRL2	78	80	75	56	79
TRL3	178	180	72	144	170
TRL4	166	168	70	82	160
TRL5	190	126	122	0	166
TRL6	234	108	210	0	219
TRL7	57	0	15	0	162
TRL8	100	0	0	0	0
TRL9	100	108	120	96	120
Pontuação total	1180	850	746	414	1147
TRL do projeto	8,6	6,4	5,7	3,5	8,4

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 5 – Proposta Cx1 -Somatório dos projetos referentes às combinações entre os fatores cotação de valores (essenciais e não essenciais) multiplicado por um fator multiplicador hierárquicos entre as TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	54	55	44	33	49
TRL2	94	90	80	62	78
TRL3	192	195	126	174	180
TRL4	220	212	140	140	200
TRL5	350	255	240	0	310
TRL6	258	126	240	0	246
TRL7	140	0	70	0	294
TRL8	88	0	0	0	0
TRL9	108	81	90	72	90
Pontuação total	1504	1014	1030	481	1447
TRL do projeto	8,4	6,0	6,1	3,5	8,1

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 6 - Proposta Cx2 - Somatório dos projetos referentes às propostas de combinações entre os fatores cotação de valores referente ao desenvolvimento tecnológico multiplicado por um fator hierárquicos entre as TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	77	80	62	36	71
TRL2	156	160	150	112	158
TRL3	267	270	108	216	255
TRL4	332	336	140	164	320
TRL5	475	315	305	0	415
TRL6	468	216	420	0	438
TRL7	133	0	35	0	378
TRL8	200	0	0	0	0
TRL9	225	243	270	216	270
Pontuação total	2333	1620	1490	744	2305
TRL do projeto	8,4	6,2	5,8	3,5	8,3

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 7 - Proposta Dx1 - Somatório dos projetos referentes às combinações entre os fatores cotação de valores (essenciais e não essenciais) multiplicado por um fator multiplicador onde a cotação e relacionada ao ciclo de vida da TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	54	55	44	33	49
TRL2	47	45	40	31	44
TRL3	128	130	84	116	120
TRL4	110	106	70	70	100
TRL5	140	102	96	0	124
TRL6	86	42	80	0	82
TRL7	60	0	30	0	126
TRL8	33	0	0	0	0
TRL9	48	36	40	32	40
Pontuação total	706	516	484	282	685
TRL do projeto	8,1	6,1	5,8	3,6	7,9

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 8 - Proposta Dx2 - Somatório dos projetos entre os fatores cotação de valores, multiplicado por um fator multiplicador onde a cotação acontece de acordo com ciclo de vida da TRL.

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	77	80	62	36	71
TRL2	78	80	75	56	79
TRL3	178	180	72	144	170
TRL4	166	168	70	82	160
TRL5	190	126	122	0	166
TRL6	156	72	140	0	146
TRL7	57	0	15	0	162
TRL8	75	0	0	0	0
TRL9	100	108	120	96	120
Pontuação total	1077	814	676	414	1074
TRL do projeto	8,4	6,5	5,5	3,6	8,4

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 9 - Proposta Ex1 - Somatório dos projetos referentes a propostas de combinações entre os fatores cotação de valores (essenciais e não essenciais) multiplicado por um fator multiplicador onde a cotação é considerada o ciclo de vida da TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	54	55	44	33	49
TRL2	47	45	40	31	44
TRL3	64	65	42	58	60
TRL4	110	106	70	70	100
TRL5	140	102	96	0	124
TRL6	86	42	80	0	82
TRL7	60	0	30	0	126
TRL8	33	0	0	0	0
TRL9	36	27	30	24	30
Pontuação total	630	442	432	216	615
TRL do projeto	8,3	6,0	5,9	3,3	8,1

Fonte: autoria própria (2022)

Quadro 10 - Proposta Ex2 - Somatório dos projetos referentes aos fatores cotação de valores multiplicado por um fator multiplicador onde a cotação é levada em consideração o ciclo de vida da TRL

Somatório e multiplicador					
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
TRL1	77	80	62	36	71
TRL2	78	80	75	56	79
TRL3	89	90	36	72	85
TRL4	166	168	70	82	160
TRL5	190	126	122	0	166
TRL6	156	72	140	0	146
TRL7	57	0	15	0	162
TRL8	75	0	0	0	0
TRL9	75	81	90	72	90
Pontuação total	963	697	610	318	959
TRL do projeto	8,4	6,3	5,6	3,3	8,4

Fonte: autoria própria (2022)