



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROFNIT – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE
INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO

LUÍS DIEGO SOUSA E SILVA

FERRAMENTA PARA CÁLCULO E ORIENTAÇÃO ACERCA DOS NÍVEIS DE
MATURIDADE TECNOLÓGICA DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

FORTALEZA/CE
2023

LUÍS DIEGO SOUSA E SILVA

**FERRAMENTA PARA CÁLCULO E ORIENTAÇÃO ACERCA DOS NÍVEIS DE
MATURIDADE TECNOLÓGICA DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso PROFNIT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus Fortaleza/CE*, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Propriedade Intelectual.

Orientador: Profa. Joelia Marques de Carvalho

FORTALEZA/CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586f Silva, Luís Diego Sousa e.
FERRAMENTA PARA CÁLCULO E ORIENTAÇÃO ACERCA DOS NÍVEIS DE MATURIDADE
TECNOLÓGICA DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR / Luís Diego Sousa e Silva. - 2023.
56 f. : il.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual
e Transferência de Tecnologia para Inovação, Campus Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Joelia Marques de Carvalho.
1. TRL. 2. Nível de Maturidade Tecnológica. 3. NBR ISO 16290:2015. 4. ISO/FDIS 16290:2013. I.
Titulo.

CDD 658.4063

LUÍS DIEGO SOUSA E SILVA

FERRAMENTA PARA CÁLCULO E ORIENTAÇÃO ACERCA DOS NÍVEIS DE MATURIDADE TECNOLÓGICA DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - PROFNIT- Ponto Focal IFCE.

Aprovada em: 30 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JOELIA MARQUES DE CARVALHO
Data: 04/07/2023 10:40:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dra.

(Joelia Marques de Carvalho)
(orientadora)

Documento assinado digitalmente
 REINALDO BEZERRA BRAGA
Data: 04/07/2023 12:36:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr.

(Reinaldo Bezerra Braga)
(membro externo ao PROFNIT)

Documento assinado digitalmente
 PATRICIA SILVA FERREIRA
Data: 04/07/2023 11:10:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dra.

(Patrícia Silva Ferreira)
(membro externo ao PROFNIT)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, e professores, que muito me ajudaram nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por guiar minha vida divinamente, abrindo e iluminando meus caminhos e a São Francisco de Assis por sua grandiosa misericórdia.

Aos meus familiares, sobretudo, meus pais, Ana Silvia e Geraldo Lima, por sempre estarem presentes em minha vida e somarem esforços para me garantir a melhor educação possível. Em especial minha avó, Francisca da Silva, por sempre ter acreditado em meu potencial e ter me ensinado desde pequeno o poder da perseverança.

Com muito amor, a minha esposa Mayara Lima Casqueiro que me auxiliou na produção e revisão textual. Ao meu filho, Theo Lima Casqueiro Sousa, por ser minha inspiração diária.

A minha orientadora, Prof.^a Dra. Joelia Marques de Carvalho, por sua orientação, presença, contribuição e apoio durante todo o trabalho de pesquisa, bem como à confiança em mim depositada. A todos professores que compõem o PROFNIT, que participaram de forma direta ou indireta na minha formação.

Ao estimado Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará e todo seu corpo de professores e colaboradores.

SILVA, Luís Diego Sousa. **FERRAMENTA PARA CÁLCULO E ORIENTAÇÃO ACERCA DOS NÍVEIS DE MATURIDADE TECNOLÓGICA DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR**. 2023. (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza/CE.

RESUMO

Tido como um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento, a inovação garante o avanço econômico, a descoberta de novos produtos e serviços, bem como o aperfeiçoamento tecnológico de uma nação. Na contramão deste cenário, o Brasil carece de impulsionamento suficiente para tornar realidade o interesse em inovar. Diante deste cenário, nos últimos anos, políticas públicas e pesquisadores, visam criar artifícios para garantir e auxiliar na mudança deste escopo, capacitando e instruindo a sociedade quanto a importância do processo inovativo. Esta pesquisa apresenta o processo de elaboração e produção de um *software* inovador, capaz de identificar o nível de maturidade de um produto tecnológico e fornecer instruções para garantir a evolução até o mais alto nível de maturidade. O processo ocorre através da aplicação de um questionário booleano, contendo perguntas que caracterizam os níveis de maturidade tecnológica, as TRLs (do inglês, *Technology Readiness Levels*). Após este processo, as respostas serão devidamente avaliadas, pontuadas e de acordo com índice alcançado, serão detalhadas as porcentagens de suficiência para cada nível da escala TRL. Para cada resposta não satisfatória, serão apresentadas instruções, estas chamadas de orientações, de como corrigir ou aprimorar a deficiência identificada. A ferramenta Calculadora de TRL, foi desenvolvida utilizando materiais de grande relevância no assunto como referencial teórico, sendo eles: o modelo de TRL proposto pela NASA, a ISO/FDIS 16290:2013, a NBR ISO 16290:2015, o Manual sobre o uso da escala TRL/MRL desenvolvido pela Embrapa e a Calculadora de Maturidade Tecnológica, desenvolvida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação. O escopo da ferramenta é aplicado ao desenvolvimento e avaliação de *softwares* para dispositivo móvel e desenvolvimento de *software* para WEB.

Palavras-chave: TRL, Nível de Maturidade Tecnológica, NBR ISO 16290:2015, ISO/FDIS 16290:2013.

SILVA, Luís Diego Sousa. **TOOL FOR CALCULATION AND GUIDANCE ON TECHNOLOGY READINESS LEVEL OF COMPUTER PROGRAMS**. 2023. (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza/CE.

ABSTRACT

Regarded as one of the fundamental pillars for development, innovation guarantees the economic advance, the discovery of new products and services, as well as the technological improvement of a nation. Against this backdrop, Brazil lacks sufficient impetus to make the interest in innovation a reality. Facing this scenario, in recent years, public policies and researchers have aimed to create tools to ensure and assist in changing this scope, training and educating society about the importance of the innovation process. This research presents the elaboration and production process of an innovative software, capable of identifying the maturity level of a technological product and providing instructions to guarantee the evolution to the highest maturity level. The process occurs through the application of a Boolean questionnaire, containing questions that characterize the levels of technological maturity, the TRLs (Technology Readiness Levels). After this process, the answers will be duly evaluated, scored, and according to the index achieved, the sufficiency percentages for each level of the TRL scale will be detailed. For each unsatisfactory response, instructions will be presented, these called guidelines, on how to correct or improve the identified deficiency. The TRL Calculator tool was developed using highly relevant materials on the subject as a theoretical reference, namely: the TRL model proposed by NASA, ISO/FDIS 16290:2013, NBR ISO 16290:2015, the Manual on the use of the TRL/MRL scale developed by Embrapa and the Technology Readiness Calculator, developed by the Ministry of Science, Technology and Innovation. The scope of the tool is applied to the development and evaluation of software for mobile devices and software development for WEB.

Keywords: TRL, Technology Readiness Maturity Level, NBR ISO 16290:2015, ISO/FDIS 16290:2013.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	— Escala de nível TRL.....	19
Figura 2	— Tela de Avaliação - AFRL TRL Calculator – versão 2.2.....	21
Figura 3	— Tela de avaliação - Calculadora TRL IAE/ITA-2016-1.....	22
Figura 4	— Tela de avaliação – Imatec Lite - versão 0.1.14.....	23
Figura 5	— Arquitetura Flutter.....	25
Figura 6	— Tela Inicial Calculadora TRL - NIT IFCE.....	34
Figura 7	— Tela de aplicação do questionário - Calculadora TRL - NIT IFCE.....	35
Figura 8	— Tela de resultados - Calculadora TRL – NIT IFCE.....	36
Figura 9	— Tela de gabarito de resposta e orientações - Calculadora TRL - NIT IFCE.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Descrição do <i>Technology Readiness Levels</i> –TRL.....	19
Quadro 2 — Requisitos funcionais e não funcionais da aplicação.....	32
Quadro 3 — Funções da tela inicial.....	35
Quadro 4 — Funções da tela de aplicação questionário.....	36
Quadro 5 — Funções da tela de resultados.....	37
Quadro 6 — Funções da tela de gabarito de respostas e orientações.....	37
Quadro 7 — Comparativo entre soluções de Calculadora TRL.....	39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
AFRL	Laboratório de Pesquisa da Força Aérea dos EUA
API	Application Programming Interface
DoD	Departamento de Defesa Americano
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESA	European Space Agency
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
MCTI	Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação
NASA	National Aeronautics and Space Administration
SEG	Sistema Embrapa de Gestão
TRL	Technology Readiness Level

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	JUSTIFICATIVA.....	15
2.1	Aderência ao PROFNIT.....	15
2.2	Impacto.....	15
2.3	Aplicabilidade.....	15
2.4	Inovação.....	16
2.5	Complexidade.....	16
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	Objetivo geral.....	17
3.2	Objetivos específicos.....	17
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
4.1	Inovação.....	18
4.2	TRL – <i>Technology Readiness Level</i>	18
4.3	Calculadora TRL.....	20
4.3.1	<i>Calculadora de TRL - Air Force Research Laboratory (AFRL)</i>	20
4.3.2	<i>Calculadora de TRL do Instituto Tecnológico Aeronáutica (ITA)</i>	21
4.3.3	<i>Imatec Lite</i>	22
4.4	Infraestrutura para desenvolvimento de aplicativos.....	23
4.4.1	<i>Flutter</i>	24
4.4.2	<i>GitHub</i>	26
4.4.3	<i>Firebase</i>	27
5	METODOLOGIA.....	29
5.1	Escopo da aplicação.....	30
5.1.1	<i>Tecnologias envolvidas</i>	31

5.1.2	<i>Levantamento de requisitos e documentação.....</i>	31
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
7	IMPACTOS.....	40
8	ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC.....	41
9	CONCLUSÃO.....	42
10	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	43
	REFERÊNCIAS.....	44
	APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO APLICATIVO MOBILE.....	47
	APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO APLICATIVO WEB.....	52
	APÊNDICE C — REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR.....	57

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Pnud (2003), o estímulo à pesquisa científica e tecnológica é uma iniciativa necessária para que um país passe a ter as condições adequadas para fomentar o seu desenvolvimento econômico.

Diante desta afirmação, é necessário a criação de ecossistemas inovadores, que propiciem a concepção de novas tecnologias, visando o avanço da nação. Conforme destacado por Etzkowitz e Leydesdorff (1996), as universidades, assim como a indústria e governo, correspondem aos três principais pilares, que compõem a tríplice hélice do desenvolvimento e inovação.

Sam e Sijde (2014) afirmaram que as universidades estão se tornando empreendedoras ao procurarem oportunidades para colaborar com as partes interessadas no seu ecossistema de inovação, bem como para comercializar seus conhecimentos.

O trabalho apresentado nesta pesquisa, visa o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de auxiliar estudantes, bolsistas, e desenvolvedores na identificação do nível de maturidade acerca de produtos tecnológicos. Diante disso, o foco desta ferramenta será a análise do nível de prontidão tecnológica de projetos voltados para o desenvolvimento de aplicações WEB e aplicações voltadas para dispositivos móveis.

A ferramenta foi concebida atendendo os requisitos para que seja garantida a futura atualização, escalabilidade, disponibilidade em equipamentos de baixo poder computacional, acessibilidade em diferentes sistemas operacionais e soluções tecnológicas utilizando software e serviços gratuitos.

O processo será detalhado, desde a concepção da aplicação, que será melhor abordada na metodologia, seguindo até a apresentação da ferramenta pronta com suas devidas instruções, conforme demonstrado no capítulo de resultado.

2 JUSTIFICATIVA

2.1 Aderência ao PROFNIT

O tema *startup* é um dos assuntos transversais do Profnit 2021. Os demandantes da tecnologia em desenvolvimento, possuem um notório trabalho em auxiliar *Startups* desde seu processo de concepção, até estarem prontos para o mercado.

O aplicativo Calculadora de TRL, desenvolvida neste trabalho, visa colaborar ativamente como uma ferramenta de apoio na identificação do grau de maturidade de cada solução e no auxílio aos seus utilizadores.

2.2 Impacto

O produto em desenvolvimento visa gerar um impacto direto na concepção, elaboração e excelência do produto final de empreendedores, desenvolvedores e pesquisadores que tenham relação com os demandantes da tecnologia. Além da identificação do nível de maturidade, a ferramenta provê orientações de quais os passos necessários para corrigir ou fortalecer cada fragilidade identificada através do questionário aplicado para cada nível de maturidade técnica. Assim, é destacado o ímpeto no auxílio ao fomento a inovação. O resultado esperado é a elaboração de produtos cada vez mais maduros e propícios ao sucesso.

2.3 Aplicabilidade

A ferramenta está sendo desenvolvida para execução em diferentes sistemas, sendo para dispositivos móveis iOS (Apple Inc.), dispositivos móveis Android (*Open Handset Alliance*), sistemas operacionais Windows, Mac e Linux e navegadores Web. A aplicação está sendo voltado para a avaliação de aplicativos móveis e aplicativos web. Porém, está sendo criada uma estrutura modular, o qual permite que novas áreas e nichos sejam futuramente inseridos. Para tal, basta registrar os questionários nos seus devidos níveis de maturidade da escala TRL e em conjunto a sua orientação a respeito do tópico para auxílio no desenvolvimento.

O código fonte desenvolvido, bem como o banco de perguntas registrado em nuvem, será transferido para os demandantes da tecnologia, ficando sob sua gestão o futuro da aplicação. Sendo assim, considera-se uma produção de alta aplicabilidade.

2.4 Inovação

A produção é apontada com um médio teor inovativo. A ferramenta Calculadora de TRL, está sendo desenvolvida utilizando materiais de grande relevância no assunto como referencial teórico, sendo eles: o modelo de TRL proposto pela NASA, a ISO/FDIS 16290:2013, a NBR ISO 16290:2015, o Manual sobre o uso da escala TRL/MRL desenvolvido pela Embrapa.

2.5 Complexidade

O trabalho em desenvolvimento apresenta um nível médio de complexidade em sua elaboração. Visto que combina produções de diferentes fontes, compiladas em uma ferramenta de ampla aplicabilidade. Ademais, destaca-se o esforço técnico na disponibilização em diferentes sistemas operacionais, elevando o grau de elaboração técnica.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho visa a elaboração de uma ferramenta capaz de identificar o nível de prontidão tecnológica de um determinado produto, através do preenchimento de um questionário técnico aplicável com respostas positivas e negativas. Ao término do questionário, será apresentado o quadro de resultados, exibindo o desempenho alcançado em cada nível. Serão fornecidas orientações para auxiliar no avanço do nível de prontidão do produto.

3.2 Objetivos específicos

A ferramenta em desenvolvimento visa ser plausível de acordo com os seguintes aspectos:

A) Detectar e classificar o nível de maturidade técnica de projetos voltados para o desenvolvimento de aplicações WEB e aplicações voltadas para dispositivos móveis, apresentando a porcentagem de satisfação obtida de acordo com cada nível na escala TRL.

B) Identificar as fragilidades do produto avaliado e orientar através do fornecimento de instruções técnicas, a fim de solucionar as falhas e fortalecer o produto.

C) Atender uma gama de sistemas operacionais diferentes, sendo possível a execução em computadores, dispositivos móveis ou de baixa capacidade técnica.

D) Facilitar o processo de transferência de tecnologia, assegurando que a sua manutenção, melhoria e produção sejam possíveis.

E) Garantir possibilidade de expansão dos tipos de produtos a serem analisados, de tal forma que se caracterize como uma ferramenta de larga aplicabilidade.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Inovação

O termo “inovação” se tornou presente nos campos econômicos e administrativos através de Joseph Alois Schumpeter, considerado um dos principais economistas do século XX, em seu livro “Teoria do Desenvolvimento Econômico”, publicado em 1934. Segundo o autor, a inovação não necessariamente está ligada a algo inédito, podendo ser uma nova combinação de algo já existente.

Segundo o Manual de Oslo (OECD, 2005), “produto tecnologicamente novo é aquele cujas características fundamentais diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa”. Isto, incluindo aperfeiçoamentos tecnológicos de produtos previamente existentes, cujo seu desempenho tenha sido substancialmente aprimorado através da concepção de novas matérias-primas ou componentes e subsistemas de maior rendimento.

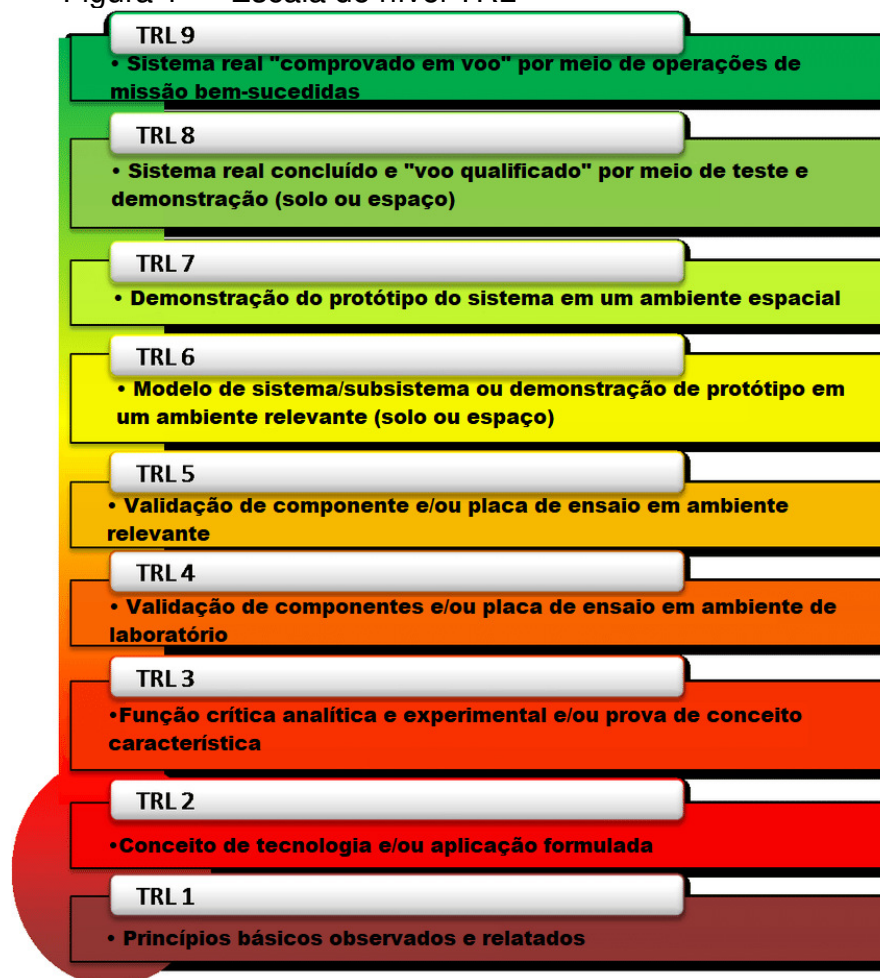
A inovação surge como uma ideia, com seus princípios básicos observados e assim concatenando em um projeto inicial. Posteriormente, é conferido o desenvolvimento do produto e por fim é alcançado o objetivo final, culminando em algum retorno, seja: financeiro, econômico ou socioambiental.

De forma simples e direta pode-se afirmar que inovação é o processo de transformar ideias em realidade e lhes capturar o valor (TIDD; BESSANT, 2015).

4.2 TRL – *Technology Readiness Level*

O método TRL - *Technology Readiness Level* foi apresentado pela primeira vez em 1974, pelo pesquisador Stan Sadin, representante do quadro de funcionários da Agência Espacial estadunidense, NASA. A técnica foi criada para facilitar na identificação do nível de maturidade tecnológico de um determinado produto. Na sua primeira formulação, sete níveis foram apresentados pelo autor. Na década de 1990, a NASA alterou esta escala para 9 níveis, conforme Figura 1.

Figura 1 — Escala de nível TRL



Fonte: NASA (2018) (Tradução Livre)

Quadro 1 — Descrição da escala TRL - *Technology Readiness Levels*

Nível	Descrição
1	Princípios básicos observados e reportados.
2	Concepção tecnológica e/ou aplicação formulada.
3	Prova de conceitos das funções críticas de forma analítica ou experimental.
4	Validação em ambiente de laboratório de componentes ou arranjos experimentais básicos de laboratório.
5	Validação em ambiente relevante de componentes ou arranjos experimentais com configurações físicas finais.
6	Modelo do sistema/subsistema protótipo de demonstrador em ambiente relevante.

7	Protótipo do demonstrador do sistema em ambiente operacional.
8	Sistema totalmente completo, testado, qualificado e demonstrado.
9	O sistema já foi operado em todas as condições, extensão e alcance.

Fonte: European Space Agency – ESA (Tradução Livre)

4.3 Calculadora TRL

Mecanismos são desenvolvidos para facilitar a identificação e o enquadramento do nível tecnológico de produtos. Uma calculadora, é uma ferramenta capaz de realizar operações matemáticas e apresentar um resultado da manipulação dos valores inseridos. Partindo deste ponto, os resultados de uma Calculadora TRL são os níveis das escalas, iniciando do primeiro nível, indicando a observação dos princípios básicos, até o nono, conferindo o nível de prontidão máxima, assegurando que o produto está pronto para executar plenamente o objetivo desejado. Cada nível apresenta perguntas objetivas, contendo respostas booleanas, ou seja, verdadeiro ou falso.

Modelos de calculadoras TRL foram desenvolvidas e se encontram demonstradas em diferentes trabalhos de pesquisa. O processo de avaliação, consiste no preenchimento de um questionário, contendo uma série de perguntas sobre a tecnologia ou inovação em questão. Ao término do questionário, é atribuído um nível de TRL, com base nas respostas do usuário.

4.3.1 Calculadora de TRL - *Air Force Research Laboratory (AFRL)*

Como exemplo de destaque, podemos citar a ferramenta elaborada por Nolte (2011), pesquisador da *Air Force Research Laboratory (AFRL)*, que apresenta a solução como uma ferramenta capaz de aplicar o conceito de TRLs a programas de desenvolvimento tecnológico, aplicados a *hardware*, *software* ou ambos. A aplicação foi desenvolvida através de uma planilha *Microsoft Excel*, utilizando de macros para tratar das informações coletadas ao longo do questionário e apresentar o devido nível de prontidão alcançado pelo usuário. A ferramenta está disponível na versão 2.2, intitulada como *AFRL TRL Calculator*, acessado em janeiro de 2023, disponível

em <https://www.dau.edu/cop/stm/lists/tools/allitems.aspx>. A Figura 2 apresenta uma imagem do *software*.

Figura 2 – Tela de Avaliação - AFRL TRL Calculator – versão 2.2

AFRL Transition Readiness Level Calculator, version 2.2

Reset All **Summary**

☒ Use Manufacturing
☐ No Manufacturing
☒ Use Programmatic
☐ No Programmatic

Hide Blank Rows

Green set point is: 100% Yellow set point is: 67% Change set points on Summary sheet.

Hardware and Software Calculator

Technology Readiness Level Achieved: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Technical: 9

☐ Only Hardware
☐ Only Software
☒ Hardware & Software

TOP LEVEL VIEW -- Demonstration Environment (Start at top and pick the first correct answer)

☒ Has an identical unit been successful an on operational mission (space or launch) in an identical configuration?
☐ Has an identical unit been demonstrated on an operational mission, but in a different configuration/system architecture?
☐ Has an identical unit been mission (flight) qualified but not operationally demonstrated (space or launch)?
☐ Has a prototype unit been demonstrated in the operational environment (space or launch)?
☐ Has a prototype been demonstrated in a relevant environment, on the target or surrogate platform?
☐ Has a breadboard unit been demonstrated in a relevant (typical; not necessarily stressing) environment?
☐ Has a breadboard unit been demonstrated in a laboratory (controlled) environment?
☐ Has analytical and experimental proof-of-concept been demonstrated?
☐ Has a concept or application been formulated?
☐ Have basic principles been observed and reported?
☐ None of the above

Source: James W. Bilbro, NASA, Marshall SFC, May 2001

Comments:

Do you want to assume completion of TRL 1?

Reset Top Level View

Reset Level 1

H/SW	Ques	Catgry	% Complete	TRL 1 (Check all that apply or use slider for % complete)
B	T		100	Back of envelope" environment
B	T		100	Physical laws and assumptions used in new technologies defined
S	T		100	Have some concept in mind that may be realizable in software
S	T		100	Know what software needs to do in general terms
B	T		100	Paper studies confirm basic principles
S	T		100	Mathematical formulations of concepts that might be realizable in software
S	T		100	Have an idea that captures the basic principles of a possible algorithm
B	P		100	Initial scientific observations reported in journals/conference proceedings/technical reports
B	T		100	Basic scientific principles observed

Fonte: AFRL TRL Calculator – versão 2.2

4.3.2 Calculadora de TRL do Instituto Tecnológico Aeronáutica (ITA)

Elaborada no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), por Rocha (2017), o aplicativo Calculadora TRL IAE/ITA-2016-1, tomou como base a NBR ISO 16290:2015 e as ferramentas utilizadas pela NASA, DoD, AFRL e ESA. A ferramenta foi desenvolvida através planilha *Microsoft Excel*, contendo 89 questões pertinentes aos critérios descritos na NBR ISO 16290:2015 e aos aspectos técnicos, documentais, políticos legais e econômicos, analisados durante a pesquisa de desenvolvimento. A ferramenta executa o processo de avaliação através de três etapas, sendo essas a demonstração da metodologia de avaliação TRL, a inserção dos dados da tecnologia a ser avaliada e avaliação do TRL total (ROCHA et al., 2017). A Figura 3 apresenta uma imagem do *software*.

Figura 3 – Tela de avaliação - Calculadora TRL IAE/ITA-2016-1

CALCULADORA DE TRL IAE/ITA-2016-1

VOLTAR

Nome da Tecnologia:

Pessoa Responsável:

Data da avaliação TRL:

ISO	ESP	% Completa	TRL 1: Princípios básicos observados e reportados
I		☒	Foram identificados os princípios básicos?
I		☒	Foram identificadas potenciais aplicações para a tecnologia?
E	< >	100	Foram documentados os estudos que confirmam os princípios básicos?
E	< >	100	Foram identificadas leis e pressupostos utilizados na nova tecnologia e não probem o desenvolvimento?
E	< >	100	Foi levantada e documentada a ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da pesquisa tecnológica?
E	< >	100	Foi identificado quem e onde será realizada as pesquisas da tecnologia?
E	< >	100	Existe fonte monetária ou interessados, stakeholders (patrocinadores) na concretização da tecnologia?
E	< >	100	Foi levantado se alguma outra instituição de pesquisa ou empresa está pesquisando a tecnologia no país?
E	< >	100	Foi realizada pesquisa em ambiente exploratório?
E	< >	100	Existem publicações científicas em revistas/ anais/ congressos a respeito da tecnologia?

Comentários:

ISO	ESP	% Completa	TRL 2: Conceito tecnológico e/ou aplicação formulados
I		☒	Foram formuladas as potenciais aplicações?
E	< >	100	Foi realizada pesquisa em ambiente de trabalho?
E	< >	100	Foram identificadas as principais funções a serem desempenhadas pela tecnologia?
E	< >	100	Foi documentada a viabilidade das aplicações confirmadas por estudos?
E	< >	100	Foi identificada a funcionalidade da tecnologia?
E	< >	100	Foram identificados possíveis GAPs da tecnologia e documentados?
E	< >	100	Sabe que programa (projeto) a tecnologia vai apoiar?
E	< >	100	Foram identificados potenciais clientes?
E	< >	100	Cliente demonstra interesse na aplicação?

Fonte: Calculadora TRL IAE/ITA-2016-1

4.3.3 Imatec Lite

A aplicação Imatec Lite, segundo Xavier Junior (2019), foi inspirada nos questionários disponíveis na calculadora TRL da NASA. Assim, é dividida em campos para identificação de níveis de sistema, subsistema, conjuntos e componentes.

O sistema está disponível através da Internet, na versão 0.1.14, hospedado no domínio da Agência Espacial Brasileira (AEB), acessado em abril de 2023, disponível em <https://imatec.aeb.gov.br/>. Conforme disposto por Xavier Junior et al. (2019), o aplicativo tem quatro recursos principais:

- Criação de produto;
- Edição do produto;
- Avaliação do produto;
- Reportar resultados.

A avaliação do produto acontece através da aplicação de um questionário, contendo perguntas de acordo com o nível pertinente. Uma caixa de seleção é apresentada, e para cada requisito atendido pelo produto em análise, a seleção deve ser realizada.

Quando retornada à página de avaliação, o software mostra a classificação de nível avaliada pelo IMATCE para cada componente (AEB, 2018). Os resultados são apresentados através de um relatório gerado pelas avaliações individuais, exibindo o nível IMATEC do produto final e listando todos os níveis intermediários de acordo com a hierarquia de entrada (XAVIER JUNIOR et al., 2019). A Figura 4 apresenta uma imagem do *software*.

Figura 4 – Tela de avaliação – Imatec Lite - versão 0.1.14

The screenshot displays the 'IMATEC - Avaliação de nível de maturidade' window. It features a navigation bar at the top with options: Início, Criar Produto, Carregar Produto, Editar Produto, Avaliar Produto, Resultados, Ajuda, and Sair. The main content area lists three indices:

- Índice 1 – Fase cognitiva da criação**: Description: 'A fase cognitiva da criação foi concluída?'. Status: ☒. Button: MARCAR TODOS.
- Índice 2 – Fase cognitiva da investigação**: Description: 'A fase cognitiva da investigação científica (equacionamento de idéias) foi concluída?'. Status: ☒. Button: MARCAR TODOS.
- Índice 3 – Fase cognitiva da investigação científica**: Description: 'Ensaios funcionais e simulações foram concluídos?'. Status: ☐. Button: MARCAR TODOS.

Below the third index, there is a section for 'Medidas científicas orientadoras foram identificadas?' with a status of ☒. At the bottom right, there is a green button labeled 'AVALIAR'.

Fonte: Imatec Lite - versão 0.1.14

4.4 Infraestrutura para desenvolvimento de aplicativos

Durante o desenvolvimento de aplicativos, para garantir a eficiência e alta qualidade, é necessário a utilização de *softwares* e serviços adequados na composição da infraestrutura.

Sommerville (2011), aborda a importância das ferramentas de *software* no processo de desenvolvimento. Ele destaca que as ferramentas podem ajudar a automatizar tarefas repetitivas, melhorar a produtividade da equipe e aumentar a qualidade do software produzido. Ele também enfatiza que a escolha das

ferramentas certas para cada etapa do processo de desenvolvimento é fundamental para garantir o sucesso do projeto.

Além disso, a utilização de softwares e serviços adequados pode melhorar a qualidade do código. Ferramentas de controle de versão, por exemplo, ajudam a manter o código organizado e a evitar conflitos entre os desenvolvedores. Já ferramentas de análise estática de código podem detectar erros e problemas de qualidade de forma automática, garantindo que o código esteja sempre em conformidade com as melhores práticas de desenvolvimento.

Outro benefício importante é a facilidade na integração de diferentes serviços e tecnologias. Com ferramentas adequadas, é possível integrar diferentes plataformas e serviços, como bancos de dados, servidores de aplicativos e *Application Programming Interface* (API)¹, o que pode facilitar a implementação de recursos e funcionalidades mais avançadas.

4.4.1 Flutter

Desenvolvido pelo Google e apresentado pela primeira vez em 2016, o Flutter é um *framework*² de aplicação que contém pacotes de bibliotecas pré-prontas que facilitam o desenvolvimento de um projeto de software para multiplataformas. Através de um único código fonte, é possível compilar as instruções e apresentar em diversos sistemas operacionais, como: Android, iOS, Windows, Chrome, Linux e MacOS.

A concepção desta ferramenta é a orientação ao design, tendo os *widgets*³ como blocos básicos da interface de usuário de um aplicativo Flutter. Através dos *widgets* é possível definir o corpo da aplicação, ou seja, criar a sua interface de interação com o usuário. Os recursos do Flutter vão desde a concepção de elementos estruturais (botões, menus, menus de navegação...), layout (margens, espaçamentos, orientações...), elementos de estilo (fontes, cores, fundo...), até a

¹ API - Conjunto de regras e requisições que permitem que diferentes aplicações se comuniquem e interajam entre si.

² Framework - Conjunto de ferramentas, bibliotecas e convenções que oferecem estruturas e padrões pré-definidos para facilitar a criação mais rápida de aplicações.

³ Widgets – Na estrutura flutter, widgets são os blocos de construção fundamentais usados para construir a interface do usuário de um aplicativo.

utilização de *widgets* orientados a estilo específico do sistema operacional, sendo Android (*Material Components*⁴) e iOS (Cupertino⁵).

Embora as plataformas móveis compartilhem as mesmas partes físicas (*hardware*), as chamadas para utilização de recursos do sistema são diferentes, isto acontece devido as arquiteturas serem incompatíveis. Esta situação é esperada, por serem empresas diferentes que cuidam da composição da arquitetura e concepção do produto. Logo, para funcionar em qualquer sistema, as aplicações não podem realizar chamadas pelos *widgets* nativos ou suas respectivas APIs. Diante desta situação, para viabilizar o funcionamento em multiplataformas, ao invés do código fonte escrito em Dart realizar a chamada por *widgets* nativos, é realizada a compilação direta das instruções para bibliotecas baseadas na arquitetura ARM, visto que são compatíveis por se tratar do mesmo *hardware*.

Para cada plataforma, o Flutter irá usar uma linguagem específica para viabilizar a comunicação, sendo: Java e C++ para Android, Objective-C/Objective-C++ para iOS e macOS e C++ para Windows e Linux.

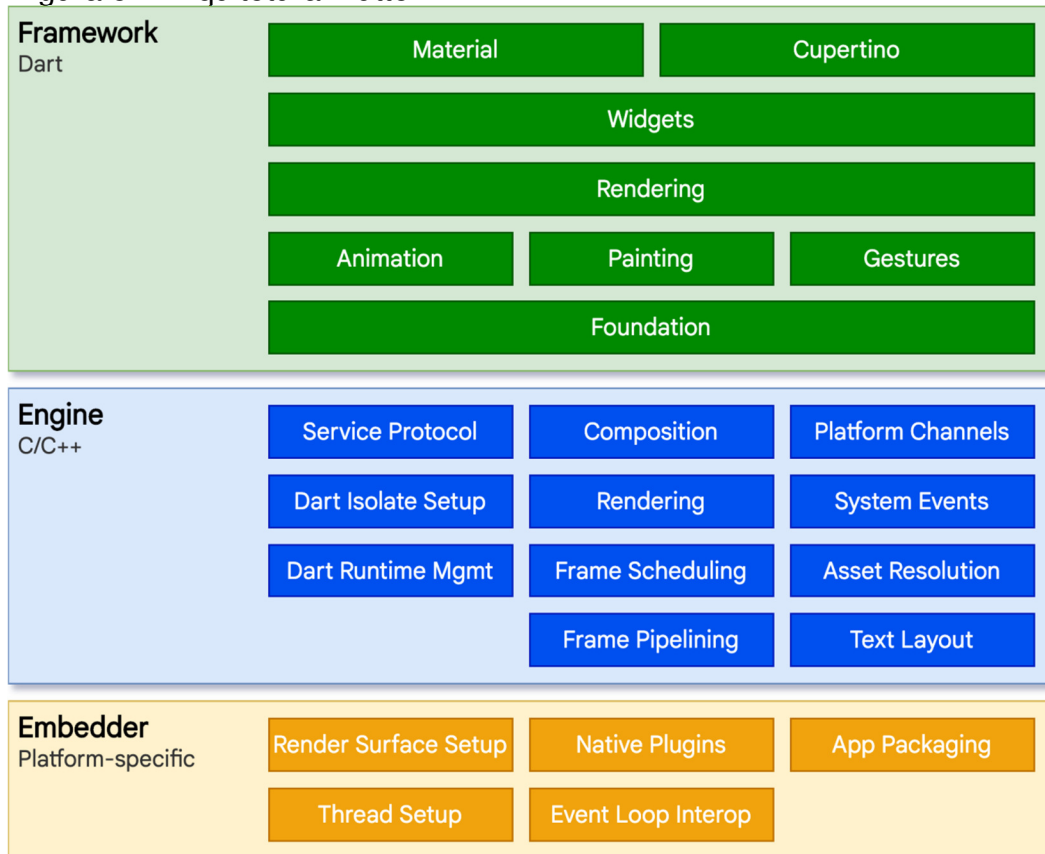
A arquitetura do Flutter foi desenvolvida para ser extensível e o divisível em camadas. Compostas por uma série de bibliotecas independentes, cada uma dependendo da camada subjacente.

A composição da arquitetura é apresentada na Figura 5.

⁴ Material Components - Biblioteca de design desenvolvida pela Google para a criação de interfaces de usuário consistentes e esteticamente agradáveis em aplicativos Android.

⁵ Cupertino - Biblioteca de design desenvolvida pela Apple para a criação de interfaces de usuário consistentes e esteticamente agradáveis em aplicativos voltados para iOS.

Figura 5 – Arquitetura Flutter



Fonte: <https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>

4.4.2 GitHub

Os *softwares* são desenvolvidos através de um código-fonte. Este é composto por um conjunto de instruções escritas por um programador, usando uma linguagem específica para sua execução. Os códigos são distribuídos em duas categorias, sendo: aberto ou fechado. No código aberto ou livre, todo o código-fonte é compartilhado com a comunidade, permitindo o entendimento da lógica e suas devidas funções. Compartilhar um código, permite a implementações de melhorias, correções e criação de novas versões. Em contrapartida, existem os códigos fechados. Nesta categoria, todo o código é mantido em segredo, por uma empresa ou por seu desenvolvedor.

O processo de desenvolvimento de um código é uma tarefa que envolve de uma, até milhares de pessoas. Organizar o código de maneira limpa, controlar versões, sugerir melhorias, são atividades desafiadoras ao longo do processo. Sabendo disto, em 2005, o criador do sistema operacional Linux, de nome Linus Torvalds, criou uma aplicação chamada Git. Este sistema de controle de versões desde então foi largamente utilizado para registrar históricos de edição, adicionar e remover arquivos, entre outras operações.

“GitHub é um site onde você pode carregar uma cópia do seu repositório Git. Ele permite que você colabore, de forma mais fácil, com outras pessoas em um projeto. Ele faz isso fornecendo um local centralizado para compartilhar o repositório, uma interface baseada na Web para visualizá-lo e recursos como *forking*, solicitações *pull*, *issues* e *wikis*, que permitem que você especifique, discuta e revise as alterações com sua equipe de forma mais eficaz” (BELL; BEER, 2014, v. 1, p.1, tradução nossa).

Em 2023, GitHub conta com uma comunidade superior a 100 milhões de desenvolvedores e mais de 38 milhões de projetos hospedados.

4.4.3 Firebase

Durante o processo de construção de aplicativos, é necessário que os desenvolvedores despendam de tempo para configurar e disponibilizar o ambiente necessário para que suas aplicações possam operar. Serviços como autenticação, armazenamento, banco de dados, servidores, disponibilidade do sistema, entre outros, precisam ser implementados por parte da equipe de desenvolvimento. Este processo pode demorar e custar demasiadamente, inviabilizando a continuidade do projeto.

Desenvolvido pelo Google, a plataforma *Firebase* foi lançada publicamente em 2014. A função principal desta plataforma é simplificar e consequentemente acelerar o processo de desenvolvimento de aplicativos, garantindo que o time de desenvolvimento se concentre na produção das funcionalidades da aplicação, e que parte dos serviços e infraestrutura sejam garantidas pela plataforma. O *Firebase* é baseado em arquitetura sem servidor (*serverless*). Através de *APIs* é possível que

os desenvolvedores integrem os serviços desta plataforma aos aplicativos em desenvolvimento.

Dentre as funções disponibilizadas gratuitamente pela plataforma *Firebase* podemos citar: i) autenticação; ii) armazenamento em nuvem; iii) banco de dados em tempo real; iv) ferramentas de monitoramento; v) estatísticas de usabilidade.

Alawadhi (2019), analisou os benefícios do *Firebase* para o desenvolvimento de aplicativos educacionais. Os autores concluíram que o *Firebase* ajudou a simplificar o processo de desenvolvimento de aplicativos, permitindo que os desenvolvedores se concentrassem na criação de recursos de ensino, em vez de gerenciar a infraestrutura de *back-end*.

5 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida é caracterizada como qualitativa, exploratória e bibliográfica. De acordo com Martelli (2020), a pesquisa exploratória deve ser utilizada como estruturador e organizador de um trabalho na fase preliminar, facilitando a obtenção de informações, delimitando dados, orientando objetos do texto, elencando hipóteses, fixando objetivos e focando exatamente no tema da pesquisa.

Deste modo, foi realizada uma busca visando identificar um método compatível com o desenvolvimento de produtos tecnológicos, sendo possível o acompanhamento desde a concepção da ideia, até a finalização e concretização do projeto. Dentre os diferentes métodos analisados ao longo da pesquisa, a escala dos níveis de maturidade tecnológica, escala TRL, foi a que apresentou maior compatibilidade com o objetivo desejado, visto que nesta metodologia, é possível acompanhar o desenvolvimento e realizar a devida validação produto.

O método de monitoramento tecnológico foi aplicado a fim de identificar uma metodologia capaz de traduzir os níveis de maturidade tecnológica, em um questionário pertinente ao produto em desenvolvimento. Segundo Amparo, Ribeiro, Guarieiro (2012), essas definições iniciais têm importância principalmente para delimitar a busca, a seleção de dados, o tratamento da informação, e a visualização de tendências, trazendo contribuição para o processo decisório. O monitoramento tecnológico é uma ferramenta da inteligência competitiva tecnológica, que tem na sua essência a identificação de tendências tecnológicas, oportunidades, ameaças e seu vínculo com as estratégias de negócios dos concorrentes (RIBEIRO et al., 2018). Nesta busca, foi identificado o Manual sobre o Uso da Escala TRL/MRL, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Calculadora de Maturidade Tecnológica, desenvolvida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI).

O Manual desenvolvido pela EMBRAPA, a respeito da aplicação da escala TRL, foi idealizado para auxiliar na uniformização dos processos relacionados a gestão tecnológica, além de amparar as unidades táticas a gerirem os ativos tecnológicos da empresa de modo organizado e eficiente, visto que a Embrapa desenvolve simultaneamente diversas tecnologias em diferentes escopos. Os

resultados provenientes deste manual, previstos no Sistema Embrapa de Gestão (SEG), atendem os seguintes escopos: Cultivar, Raça ou grupo genético, Processo Agropecuário, Insumo Agropecuário, Processo Industrial, Produto Industrial, Máquina e implemento e Software para Clientes Externos.

A Calculadora de Maturidade Tecnológica do MCTI foi elaborada com o propósito de direcionar a alocação de recursos em diversas iniciativas governamentais que buscam apoiar a ciência, tecnologia e inovação. Seu objetivo é otimizar o uso dos recursos provenientes de fontes governamentais e, ao mesmo tempo, promover sua ampliação através do estímulo à participação do capital privado.

5.1 Escopo da aplicação

O projeto tem como demandante o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), que tem o objetivo de anteder as demandas oriundas das cadeias produtivas, através da atividade de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Compete ao NIT, a participação no Polo de Inovação do IFCE, o que potencializa a atuação nos âmbitos de ensino, pesquisa e extensão.

Segundo o *ranking* do INPI do ano de 2021, o IFCE, na categoria residente, foi apontado como a terceira instituição que mais registra programas de computadores no Brasil. Este dado corrobora com a importância da criação de ferramentas para auxiliar no desenvolvimento de novas aplicações tecnológicas, conferindo uma maior gama de ferramentas capazes de auxiliar alunos, bolsistas e pesquisadores a criar e evoluir novos produtos tecnológicos.

O desenvolvimento da ferramenta apresentada neste trabalho, parte da necessidade da criação de uma solução capaz de acompanhar os níveis de prontidão tecnológica de diferentes produtos tecnológicos.

Conforme apresentado no Referencial Teórico, atualmente, há diversas opções de Calculadoras de TRL elaboradas para atender diferentes escopos, que estão disponibilizadas publicamente e de fácil acesso. Desse modo, este trabalho, visa tomar como base essas ferramentas, porém aplicando um viés educacional, garantindo que além de identificar o nível tecnológico, seja possível apresentar

orientações para que o produto tecnológico avaliado possa evoluir para o mais alto nível de prontidão. Segundo Morgado, Spilker, Silva (2013), para que um aplicativo seja considerado educativo, deve não apenas facilitar o ensino, mas promover a construção do conhecimento.

Dessa forma, o desenvolvimento da ferramenta obedeceu às seguintes etapas: escolha do produto tecnológico a ser avaliado, decisão das tecnologias envolvidas, elaboração do algoritmo de execução e, por fim, o desenvolvimento da aplicação.

5.1.1 Tecnologias envolvidas

Diante do cenário apresentado, o desenvolvimento da Calculadora TRL, utilizou, na maior parte da sua concepção, soluções e ferramentas disponibilizadas de forma gratuita pelo Google. A implementação do código ocorreu através da linguagem de programação Dart, utilizando o *framework* Flutter. O banco de dados em tempo real, *Firebase*, foi o escolhido para armazenar o conjunto de instruções de questões e orientações, através do serviço *Cloud Firestore Database*. A utilização deste mecanismo, garante que os dados estejam armazenados de forma segura, de fácil manutenção, que as atualizações ocorram em todos os dispositivos no menor tempo possível e que seja garantido a escalabilidade da aplicação. Políticas de acesso foram implementadas para garantir que somente usuários devidamente cadastrados possam acessar a base de dados.

Por fim, o código fonte, se encontra hospedado de forma privada e dividido em versões, através do Github, garantindo o armazenamento de forma segura e organizada. Assim como no banco de dados, o acesso é restrito a usuários previamente cadastrados.

5.1.2 Levantamento de requisitos e documentação

A engenharia de requisitos, conforme disposto por Damian (1999), é um dos primeiros processos do ciclo de vida de um sistema. Durante esta etapa, é conferido a definição, documentação e a devida manutenção dos requisitos propostos no desenvolvimento da aplicação.

De acordo com Lima (2012), requisitos são funções, bem como propriedades e restrições que o sistema deve possuir de acordo com o projeto proposto, sendo assim uma condição necessária para resolver um problema ou atingir um objetivo.

Desta forma, é de fundamental importância, que para o desenvolvimento da aplicação, seja realizada a delimitação dos requisitos para elaboração e execução do *software*. Os requisitos estão divididos entre funcionais e não-funcionais. Os requisitos funcionais declaram os serviços oferecidos pelo sistema, à medida que, os requisitos não-funcionais delimitam as restrições sobre as quais as funções ou serviços fornecidos pelo sistema devem operar.

O quadro 2 apresenta a lista de requisitos funcionais e não funcionais que serão detalhados em seguida:

Quadro 2 — Requisitos funcionais e não funcionais da aplicação

Requisito	Descrição
RF001	Escolher produto tecnológico
RF002	Aplicação de questionário
RF003	Cálculo de pontuação
RF004	Exibir resultado
RF005	Exibir o nível atingido
RF006	Exibir orientações
RNF01	Acesso em multiplataformas
RNF02	Banco de dados atualizado

Fonte: Elaborado pelo Autor

RF001 – Escolher produto tecnológico: O sistema deve ser capaz de apresentar ao usuário opções contendo diferentes produtos tecnológicos.

RF002 – Aplicação de questionário: O sistema deve ser capaz de apresentar questionários pertinentes ao produto tecnológico escolhido pelo usuário, contendo perguntas objetivas que possam ser respondidas de forma booleana, variando entre: sim e não. Cada bloco de perguntas deve ser dividido de acordo com a escala TRL. As perguntas devem ser identificadas numericamente. Durante o questionário, deve ser conferida a possibilidade voltar para as perguntas anteriores e alternar livremente entre a resposta desejada, garantido ao usuário a melhor experiência possível ao longo do questionário. Não deve ser permitido o avanço no questionário sem o preenchimento da opção desejada.

RF003 – Cálculo de Pontuação: Deve ser apresentado a pontuação obtida de forma proporcional, através de porcentagem. Cada bloco de perguntas deve ter sua respectiva pontuação, separada por cada nível da escala TRL. A exibição deve respeitar a seguinte fórmula:

$$Pontuação (\%) = \frac{Número\ de\ respostas\ positivas}{Número\ de\ questões}$$

Ressalta-se que respostas negativas terão valor nulo na equação.

RF004 – Exibir resultado: O sistema deve apresentar o resultado dividido em blocos, estes alusivos a cada nível da escala TRL, variando assim do primeiro, até o nono. Cada bloco deve conter a pontuação apresentada em forma de porcentagem, referente ao número de respostas preenchidas como positiva. Deve ser garantido ao usuário a verificação da pergunta aplicada e a resposta preenchida durante o questionário.

RF005 – Exibir o nível alcançado: Com a contabilização da porcentagem atingida, a ferramenta deverá apresentar o nível na escala TRL que o produto técnico se encontra. A tolerância aceitável para considerar o nível como concluído será de porcentagem igual ou superior a 85%. O nível estipulado deve obedecer a premissa que somente é possível avançar para os níveis subsequentes uma vez que todos anteriores tenham obtido a porcentagem esperada.

RF006 – Exibir orientações: Em conjunto com a exibição dos resultados, para cada pergunta do questionário, sem distinção da resposta escolhida pelo usuário como positiva ou negativa, deve ser apresentado um conjunto de orientações com informações pertinentes a evolução da maturidade tecnológica do produto. A orientação deve ser apresentada de forma objetiva e sucinta, contendo informações teóricas e quando possível, práticas.

RNF01 - Acesso em multiplataformas: A ferramenta deve estar disponível para execução em uma gama de sistemas diferentes, sem distinção de sistema operacional ou aparelho móvel, mantendo a apresentação de forma isonômica dentro os diversos ambientes. Deve ser conferido a performance e funcionalidade ao longo da utilização da aplicação.

RNF02 - Banco de dados: A estrutura do banco de dados deve ser atualizada em tempo real. Se faz necessário ser conferido a segurança de acesso as informações contidas na estrutura. A cada execução da aplicação, os dados devem ser sincronizados para a última versão disponível no banco.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, serão exibidas capturas de telas do aplicativo Calculadora TRL – NIT IFCE. Ademais, serão apresentadas breves explicações de suas funções, fluxos e condições. A proporção dos elementos apresentados na tela pode variar de acordo com a resolução do dispositivo utilizado durante o acesso. Este fenômeno ocorre devido a responsividade de *layout* conferida ao aplicativo, garantindo que o conteúdo seja alocado da melhor forma no espaço de tela disponível. Ao acessar o aplicativo, a tela inicial será apresentada e o usuário deve escolher a aplicação desejada para iniciar a avaliação, conforme exposto na Figura 6. A descrição de cada função pode ser visualizado logo abaixo no Quadro 3.

Figura 6 – Tela Inicial - Calculadora TRL - NIT IFCE



Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 3 — Funções da tela Inicial

Identificador	Descrição da função
1	Cabeçalho com o nome da aplicação
2	Aplicações disponíveis para avaliação
3	Rodapé com o identificador do Mestrado

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após o usuário selecionar a aplicação desejada, será iniciada a apresentação do questionário que deve ser respondido através da seleção das opções: sim ou não. Após a escolha, o botão continuar deve ser pressionado. Caso nenhuma opção seja selecionada e o botão continuar seja pressionado, a aplicação irá apresentar uma caixa informando que será necessário a escolha de uma opção para prosseguir. Em caso de dúvida sobre a pergunta, o usuário tem a opção de solicitar mais informações sobre a questão. A tela é demonstrada na Figura 7. O detalhamento de cada função pode ser visualizado logo abaixo no Quadro 4.

Figura 7 – Tela de aplicação do questionário - Calculadora TRL - NIT IFCE

A imagem mostra a interface de um questionário web. No topo, há uma barra azul com um ícone de seta para trás (1) e o título 'Questionário WEB' (2). Abaixo, o texto 'Preencha com base no produto' precede 'Questão 1 de 2' (3). A pergunta principal (4) é: '1 TRL1 - Um software web pode ser utilizado e traduzido como solução para o problema levantado?'. Abaixo dela, há um link 'Mais informações sobre a questão' (5). As opções de resposta são 'Sim' e 'Não' (6), cada uma com um botão de rádio. Um botão azul 'Continuar' (7) está na base da pergunta. Na parte inferior da tela, uma barra vermelha exibe a mensagem 'É necessário selecionar alguma opção para continuar!' (8).

Fonte: Elaborado pelo Autor

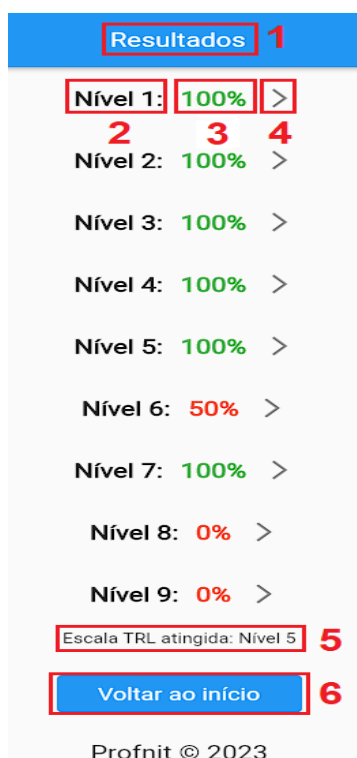
Quadro 4 — Funções da tela de aplicação do questionário

Identificador	Descrição da função
1	Botão voltar
2	Questionário pertinente a aplicação selecionada
3	Progresso ao longo do questionário por escala TRL
4	Número da Questão + Escala TRL + Pergunta
5	Botão para apresentar informações sobre a pergunta
6	Opções para resposta
7	Botão continuar
8	Erro apresentado caso nenhuma opção seja selecionada

Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao término do questionário, será apresentada a tela de resultado, conforme a Figura 8. O detalhamento de cada função pode ser visualizado logo abaixo no Quadro 5. Atendendo as definições da escala TRL, a apresentação do resultado é dividida em diferentes níveis, estes com suas respectivas porcentagens alcançadas. Duas ações são possíveis nesta tela, sendo a revisão do questionário por nível para obtenção de orientações ou retornar para a tela de início.

Figura 8 – Tela de resultados - Calculadora TRL - NIT IFCE



Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 5 — Funções da tela de resultados

Identificador	Descrição da função
1	Identificação da tela de resultados
2	Nível de escala TRL
3	Percentual alcançado no nível de escala TRL
4	Botão para revisão e obtenção de orientações
5	Nível atingido na Escala TRL
6	Botão para retornar para a tela inicial

Fonte: Elaborado pelo Autor

Por fim, representando a última tela da aplicação, temos a sessão de gabarito de respostas e orientações, conforme apresentado na Figura 9. O detalhamento de cada função pode ser visualizado logo abaixo no Quadro 6. Nesta, são apresentadas as orientações para cada questionamento aplicado durante o processo. As dicas são exibidas de forma sucinta e objetiva.

Figura 9 – Tela de gabarito de respostas e orientações - Calculadora TRL - NIT IFCE

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 6 — Funções da tela de gabarito de respostas e orientações

Identificador	Descrição da função
1	Botão para retornar para tela de resultados
2	Identificação da tela de gabarito e orientações
3	Número e texto da pergunta
4	Botão para abrir e fechar orientações

5	Histórico da opção selecionada durante o questionário
6	Orientação

Fonte: Elaborado pelo Autor

Assim, o software desenvolvido apresenta-se como uma ferramenta que possibilita a definição do nível *Technology Readiness Level* (TRL) e fornece orientações para auxiliar no desenvolvimento de produtos tecnológicos. Além disso, é compatível com diferentes sistemas operacionais, o que amplia sua utilidade e acessibilidade.

O fornecimento de orientações (*feedback*) é fundamental para o desenvolvimento do produto tecnológico, pois auxilia no planejamento e na execução das atividades necessárias para alcançar o nível de maturidade desejado, contribuindo para a redução dos riscos e incertezas envolvidos no processo, permitindo uma tomada de decisão mais embasada.

Diante da estrutura apresentada, podemos destacar as seguintes possibilidades de utilização da ferramenta desenvolvida:

- i) Utilização como roteiro - A aplicação pode ser utilizada como um balizador no desenvolvimento de produtos tecnológicos. Neste, o usuário utiliza a ferramenta como um roteiro, entendendo quais características e requisitos são necessários para evoluir tecnologicamente seu produto, desde o nível inicial, conhecido como princípios básicos, até os mais altos níveis, ou seja, pronto para a larga distribuição. Assim, é garantido que todas as etapas necessárias para desenvolvimento de um produto maduro e robusto sejam atendidas durante o processo.
- ii) Utilização para validação - É comum que produtos tecnológicos sejam considerados como finalizados uma vez que consigam executar a tarefa esperada. Porém, ao serem submetidos a situações de prova de segurança, desempenho, execução em diferentes cenários, entre outros fatores, não obtenham o mesmo nível de satisfação. Nesta situação, estamos diante de um cenário que provavelmente o produto não foi devidamente validado ou exposto aos diversos pontos necessários para que seja considerado, de fato, finalizado. Desta forma, a ferramenta desenvolvida neste trabalho pode ser utilizada como um artifício de revisão, uma vez que valida os diferentes níveis de prontidão necessários através da aplicação do questionário.
- iii) Metodologia de desenvolvimento - Um dos principais fatores inéditos da aplicação desenvolvida neste trabalho, é a característica educacional, uma vez que além de avaliar, fornece orientações de como evoluir o produto tecnológico ao mais alto nível de prontidão. As orientações fornecidas são apresentadas de forma clara e objetiva, porém, o usuário pode ter dificuldade na execução das correções ou melhorias. Assim, para garantir o melhor amparo ao usuário, é necessário que exista uma estrutura de suporte, para que possa elucidar possíveis dúvidas, orientar de forma mais exata ou até mesmo sugerir informações adicionais. Assim, espera-

se que o demandante, desenvolva uma metodologia capaz de fornecer o devido suporte.

O quadro 7 apresenta o comparativo entre as soluções levantadas na pesquisa inicial, que estão detalhadas na seção 4.3, e a ferramenta desenvolvida neste trabalho, intitulada no quadro como Calculadora TRL – NIT IFCE. Percebe-se que o objetivo de alcançar o diferencial de amplificação da compatibilidade de sistemas operacionais foi alcançando, visto que atende os principais e mais importantes sistemas disponíveis na atualidade. Ademais, ressalta-se que além do resultado da porcentagem de satisfação obtida em cada nível na escala TRL, é possível identificar as fragilidades do produto avaliado e orientar através do fornecimento de instruções técnicas, com a finalidade de auxiliar a solucionar as falhas e fortalecer o produto.

Quadro 7 — Comparativo entre as soluções de Calculadora TRL

Função	<i>Air Force Research Laboratory</i>	Calculadora TRL IAE/ITA-2016-1	Imatec Lite	Calculadora TRL - NIT IFCE
<u>Aplicabilidade</u>	Hardware e Software	Geral	Sistema, Subsistema, Conjuntos e Componentes	Aplicativos Móveis e Aplicativos Web
<u>Compatibilidade</u>	Microsoft Excel	Microsoft Excel	WEB	Windows, Linux, Mac, Android, iOS, Web, Google Fuchsia
<u>Disponibilidade</u>	Público	Público	Público	Público
<u>Resultado</u>	Nível TRL	Nível TRL	Nível TRL	Nível TRL e Orientações

Fonte: Elaborado pelo Autor

7 IMPACTOS

A ferramenta foi desenvolvida com o intuito de fomentar e fortalecer o desenvolvimento de novos produtos tecnológicos, estes focados em aplicações Web e aplicativos para dispositivos móveis. Conforme apresentado nas sessões anteriores, o fruto deste trabalho, acarretará uma transferência tecnológica destinada ao Núcleo de Inovação Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Com isso, sabendo do destaque desta instituição, frente aos depositantes nacionais de *software*, é esperado a utilização em larga escala da aplicação.

Mediante a metodologia aplicada na solução TRL, é possível dividir o projeto em nove níveis, estes, com suas respectivas exigências. A Calculadora TRL apresentada neste trabalho, por sua característica educacional, além da identificação do respectivo nível da aplicação, fornece orientações para auxiliar o desenvolvedor na evolução da ferramenta e revisão dos aspectos que necessitam de correções e aprimoramento.

8 ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC

Conforme a cartilha de produtos técnico-tecnológicos e bibliográficos, este trabalho culminou na produção de um programa de computador. Desenvolvido utilizando a metodologia TRL, somado a serviços e produtos gratuitos, visando a possibilidade de escalabilidade e disponível através de diferentes sistemas operacionais com acesso à Internet. O produto foi registrado junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

9 CONCLUSÃO

O presente estudo descreve o processo de criação de uma ferramenta capaz de avaliar e prover orientações no desenvolvimento de produtos tecnológicos com foco em programas de computador, especificamente aplicativos web e aplicativos móveis.

Inicialmente, foi realizado o estudo para identificação de um método capaz de avaliar o nível de maturidade tecnológica de diferentes produtos tecnológicos. Assim, foi realizada uma busca bibliográfica, por meio de pesquisa em bases científicas, livros e artigos. Dentre os diversos métodos identificados, a escala TRL, se destacou, visto que através desta, é possível acompanhar o projeto de desenvolvimento de um produto desde sua concepção, até o seu pleno funcionamento operacional, tendo passado por diferentes validações ao longo do processo. A escolha da escala TRL se justifica pela sua ampla utilização em projetos de pesquisa em diversos campos, incluindo o aeroespacial, o militar e tecnológico, bem como por sua capacidade de avaliar, de forma sistemática e padronizada, o grau de maturidade de uma tecnologia em desenvolvimento.

A aplicação do método de monitoramento tecnológico, permitiu identificar o Manual desenvolvido pela EMBRAPA, a respeito da aplicação da escala TRL em diferentes produtos tecnológicos e a Calculadora de Maturidade Tecnológica, desenvolvida pelo MCTI. Estes, foram utilizados para a formulação do questionário aplicado no processo de avaliação do nível TRL, a respeito do desenvolvimento de aplicações web e para dispositivos móveis.

A ferramenta Calculadora de TRL foi desenvolvida conforme previsto, realizando a devida avaliação do nível de maturidade, seguido por instruções elucidativas, auxiliando no desenvolvimento do produto tecnológico. A ferramenta pode ser acessada através de diferentes sistemas operacionais, sendo estes: i) Windows; ii) MacOS; iii) Linux; iv) iOS; v) Android; vi) Google Fuchsia; e navegadores.

Foi submetido o registro de programa de computador, no INPI, sob titularidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Diante de tais resultados, acredita-se que o produto atingiu seu propósito, previsto durante o início do projeto.

10 PERSPECTIVAS FUTURAS

A ferramenta elaborada, será transferida para o Núcleo de Inovação Tecnológica, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Este, tem contato direto com os docentes e alunos deste instituto educacional. Assim, espera-se que a ferramenta seja utilizada para nortear os projetos tecnológicos elaborados ao longo da jornada de formação dos alunos e pesquisadores, aumentando as probabilidades da aplicação alcançar o sucesso.

O desenvolvimento de novas aplicações e seus devidos registros, garantem ao IFCE, a manutenção e possível maior destaque no ranking de depositantes de programas de computadores do INPI.

O escopo atual da ferramenta é atender a demanda do desenvolvimento de aplicações voltadas para Web e dispositivos móveis. É comum, durante o processo de concepção, que seja necessária a parceria com possíveis investidores, visando um apoio monetário ou até a venda da tecnologia desenvolvida. Garantir que a ferramenta esteja no nível mais avançado da escala TRL, ou o mais próximo disto, acarreta uma maior valorização neste processo. Logo, espera-se que os produtos tecnológicos desenvolvidos utilizando a ferramenta apresentada neste trabalho, retorne aos seus desenvolvedores altos índices de valorização.

Conforme apresentado no capítulo das tecnológicas envolvidas, a ferramenta foi elaborada visando a escalabilidade, logo, a adição de novos produtos tecnológicos. Assim, espera-se que sejam adicionadas novas aplicações, avaliações e orientações, acerca de produtos tecnológicos distintos. Este quesito, garante que a aplicação atenda diferentes escopos, alcançando nichos e áreas diferentes.

REFERÊNCIAS

ALAWADHI, A. et al. (2019). Exploring Firebase as a Cloud Platform for Developing Educational Mobile Applications. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(20), 149-161.

AMPARO, K. K.; RIBEIRO, M. C. O.; GUARIEIRO, L. L. N. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Minas Gerais, v. 17, n. 4, p. 195–209, 2012.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Manual de uso da ferramenta IMATEC. 2018. Disponível em: <https://imatec.aeb.gov.br/resources/img/manual/manual.pdf/>. Acesso em: 02 abr.2023.

BELL, Peter; BEER, Brent. *Introducing GitHub*. 1 ed. California. O'Reilly Media Inc. 1p 2014.

DAMIAN, D. *Challenges in Requirements Engineering*. Calgary, dez. 1999.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix – University, Industry, Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. In: *The Triple Helix of University, Industry, and Government Relations: the Future Location of Research Conference*. Amsterdam, 1996.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Ranking Depositantes Residentes. Brasil, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas/arquivos/estatisticas-preliminares/rankdepositantesresidentes-vf_2021.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

LIMA, Adilson da Silva. *Especificações Técnicas de Software*. São Paulo: Érika, 2012.

MARTELLI, A. et al. Análise de metodologias para execução de pesquisas tecnológicas. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 2, p. 468-477, 2020.

MORGADO, L., SPILKER, M. J. & SILVA, P. (2013). Novos Ambientes de Aprendizagem PLE, MOOC, Mobile Learning. In *2º Encontro de Bibliotecas do Ensino Superior*, Aveiro.

NOLTE, W. Readiness Level Proliferation. AFRL/XPQ. Dtic. mil. EUA, 2011. Disponível em: http://www.dtic.mil/ndia/2011system/13132_Nolte_Wednesday.pdf. Acesso em: 20 mar. 2023.

OECD. The Organisation for Economic Co-operation and Development. *Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data* (3rd ed.). Paris. Joint Publication of the OECD and the Statistical Office of the European

Communities. 2005. Disponível em [\[https://doi.org/10.1787/9789264013100-en.1\]\(https://doi.org/10.1787/9789264013100-en.1\)](https://doi.org/10.1787/9789264013100-en.1). Acesso em 18 abr. 2019.

PNUD. Informes sobre el desarrollo humano. Brasília: Pnud-lpea, 2003.

ROCHA, Daianeet al. Uma adaptação da metodologia TRL.Revista Gestão em Engenharia, São José dos Campos, v. 4, p. 45-56, jun. 2017.

RIBEIRO, N. M. Prospecção Tecnológica. vol. 1. Salvador: IFBA, FORTEC, 2018. (Coleção PROFNIT). Disponível em:<http://www.profnit.org.br/wp-content/uploads/2018/08/PROFNIT-Serie-Prospeccao-Tecnologica-Volume-1-1.pdf>. Acesso em:13Out.2018.

ROCHA, Daianeet al. Uma adaptação da metodologia TRL.Revista Gestão em Engenharia, São José dos Campos, v. 4, p. 45-56, jun. 2017.

SAM, Chanphirun; VAN DER SIJDE, Peter. Understanding the concept of the entrepreneurial university from the perspective of higher education models. Higher Education, v. 68, n. 6, p. 891-908, 2014.

SCHUMPETER, Joseph A. Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico (1 ed., 1934). Tradução de Maria Sílvia Possas. Coleção Os Economistas. São Paulo. Nova Cultural. 1997.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de software. Pearson Education do Brasil, 2011.

TIDD, Joe; BESSANT, John. Gestão da Inovação. 5 ed. Porto Alegre. Bookman. 633 p. 2015.

XAVIER JR; A. et al. AEB Online Calculator for Assessing Technology Maturity: IMATEC. 2020.Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/jatm/a/L6KRCWrvw5v5ySWN5h738Nv/?format=pdf&lang=en/>. Acesso em: 02 abr. 2023.

APÊNDICE A – Questionário Aplicativo *Mobile*

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 1 – 1	Os princípios básicos estão devidamente verificados?	Para o desenvolvimento de um software, é necessário que ainda na fase de concepção, exista um estudo sobre as possíveis aplicações da tecnologia a ser desenvolvida, mesmo que em estágio inicial.
TRL 1 – 2	Os possíveis Frameworks que possam ser utilizados já se encontram mapeados?	A escolha do Framework ideal irá auxiliar no desenvolvimento da aplicação, garantindo uma maior facilidade e agilidade. Os frameworks mais populares no desenvolvimento Mobile são: ReactJS, Angular, Vue.js, Django, Ruby on Rails, entre outros. Realize a busca por projetos parecidos ao que deseja desenvolver e escolha o mais adequado.
TRL 1 – 3	Foi realizado um estudo de dispositivos compatíveis e a possível adesão da aplicação como solução para problema levantado, perante as características do público-alvo?	Diferente de uma aplicação voltada para execução em servidores ou computadores pessoais, uma aplicação voltada para dispositivos móveis muitas vezes é limitada por seu poder computacional. A identificação do público-alvo, irá auxiliar no reconhecimento dos dispositivos que poderão ser explorados e consequentemente seu hardware. O poder computacional disponível nos dispositivos do público-alvo, irá funcionar como um balizador, mediando os requisitos necessários para a devida execução. Também se faz necessário, a identificação se a aplicação desenvolvida pode ser uma solução para o problema que deseja ser solucionado com a aplicação.
TRL 1 – 4	Foi devidamente realizada a busca de anterioridade referente a função da ferramenta desenvolvida ?	A busca de anterioridade irá garantir a devida novidade e assegurar que não está infringido alguma possível propriedade intelectual previamente publicada. Realize uma busca por artigos e trabalhos científicos em sites de busca deste seguimentos. Ademais, realize uma busca por apps já desenvolvidos e disponibilizados nas lojas de aplicativos.
TRL 1 – 5	Houve a possível identificação do público alvo?	O estudo do público-alvo auxilia na identificação dos possíveis clientes ou potenciais compradores da aplicação em desenvolvimento. Faça pesquisas para saber mais sobre seus clientes, suas preferências, hábitos de compra, necessidades, idade, gênero, estado civil, renda, nível de escolaridade, hobbies e interesses. Com estes dados, será possível definir uma persona e assim nortear o desenvolvimento da aplicação, garantindo a excelência do produto final.
TRL 1 – 6	Foram identificadas potenciais aplicações para a tecnologia?	Faça uma lista detalhada dos recursos e funcionalidades do aplicativo em desenvolvimento. Isso ajudará você a entender quais são as capacidades da tecnologia e qual o foco da aplicação.
TRL 1 – 7	Foi levantada e documentada a ideia dos riscos, custos e cronograma para desenvolvimento da pesquisa tecnológica?	É importante identificar os possíveis riscos de segurança, legais, regulatórios e de aceitação de mercado. Os custos financeiros farão parte do orçamento para viabilização do projeto. O custo de tempo pode ser detalhadamente através da elaboração de um cronograma, utilizando metodologias como: Cronograma de Gantt, Cronograma de Rede, Kanban Board, Burndown, entre outros. Escolha o mais plausível para o acompanhamento das atividades.
TRL 1 – 8	Existe fonte monetária ou interessados, stakeholders (sócio) na concretização da tecnologia? Obs: Responder sim em caso de financiamento próprio	Em caso de financiamento próprio, é indicando a verificação de um possível financiamento através programas públicos ou empresas privadas.
TRL 1 – 9	Foi identificado quem e onde será realizada as pesquisas da tecnologia?	É necessário estipular as atribuições e possíveis grupos de desenvolvimento para cada uma das estruturas necessárias na viabilização do produto final. A representação pode ser apresentada através da produção de um organograma.
TRL 1 – 10	Foram identificadas leis e pressupostos utilizados na nova tecnologia que possam proibir o desenvolvimento da tecnologia?	A aplicação necessita estar condizendo com as leis vigentes no país ou região onde será disponibilizado. É interessante a busca por auxílio jurídico nesta etapa.
TRL 1 – 11	Foi levantado se alguma outra instituição de pesquisa ou empresa está pesquisando a tecnologia no país?	Assim como na busca por anterioridade, é necessário identificar se a tecnologia está sendo pesquisada por outro representante. Artigos preliminares ou publicações acadêmicas podem representar indícios relacionais.

Nível - Nº Pergunta	Pergunta	Dica
TRL 2 – 1	Definida a identidade visual da aplicação?	Para elaborar a identidade visual de uma aplicação, primeiramente é necessário definir a persona e público-alvo da aplicação. Isso ajudará a determinar o escopo de design, a escolha das cores e a tipografia que serão usadas na aplicação. O logotipo é a base da identidade visual, ele deve ser simples, memorável e refletir os valores e objetivos da aplicação. A escolha das cores representa uma parte importante da identidade visual, é importante escolher cores que transmitam a mensagem, a personalidade da aplicação e que sejam atraentes para o público-alvo. Os elementos gráficos como ícones, botões e ilustrações, representam os elementos visuais, estes devem ser condizentes com o escopo geral. A criação de um manual de identidade visual é importante para descrever como a aplicação deve ser apresentada em diferentes situações e em diferentes canais de comunicação.
TRL 2 – 2	Plataforma móvel (Android/iOS, etc.) estabelecida?	Observe qual o sistema operacional mais utilizado pelo público-alvo, este pode ser um indicativo da melhor plataforma para o lançamento da primeira versão. No primeiro momento, desenvolver a aplicação para mais de uma plataforma pode afetar o prazo para entrega final da aplicação ou implicar um gasto acima do orçamento disponível.
TRL 2 – 3	Determinado os recursos necessários para execução da aplicação nos dispositivos, bem como as características técnicas (sensores, modelos de tablets/celulares compatíveis) definidas?	Para garantir a plena execução da aplicação desenvolvida, é necessário a identificação dos dispositivos móveis compatíveis, obedecendo aos parâmetros de hardware, poder computacional, sistema operacional e segurança. O hardware pode ser designado a partir da quantidade mínima de memória RAM, arquitetura, processador e armazenamento. Emuladores de celulares podem ser utilizados para testar virtualmente se a aplicação irá ser executada devidamente. Softwares de desenvolvimento de aplicações móveis, como o Android Studio e Xcode, podem apresentar uma lista de equipamentos compatíveis. Lembre-se que é importante garantir o funcionamento da aplicação no maior número de equipamentos possíveis, aumentando assim a possibilidade de sucesso.
TRL 2 – 4	Realizado o levantamento de possíveis parceiros?	Identificar possíveis parceiros no desenvolvimento da aplicação pode ser um passo importante para garantir o sucesso e celeridade na concepção do produto. Procurar por possíveis parceiros em comunidades de desenvolvimento, linkedin, solicitar indicação ou até mesmo apresentar o produto em feiras de startups, podem ser estratégias para identificar um possível parceiro. Os parceiros devem compartilhar o mesmo interesse de valor, compromisso e visão. Devido existirem diversas áreas envolvidas no processo de desenvolvimento, é interessante procurar por parceiros que disponham de capacidades técnicas divergentes das existentes no quadro de funcionários atual.
TRL 2 – 5	Estabelecido o modelo de suporte/operação?	Desenvolver um plano de operação para uma aplicação envolve identificar os processos, recursos e procedimentos necessários para manter a aplicação funcionando. Isso inclui a instalação, configuração, manutenção e atualização da aplicação. Determine quais recursos serão necessários para manter a aplicação em funcionamento: como hardware, software, pessoal e orçamento, políticas de segurança, backup e recuperação de dados.
TRL 2 – 6	Gestão de dados e negócio definido para o aplicativo móvel?	A gestão de dados de uma aplicação deve obedecer todas as diretrizes que envolva a coleta, armazenamento, processamento e análise de dados. Ademais, é necessário estar de acordo com a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais). Para realizar a gestão destas informações, é preciso elaborar um documento que especifique a estrutura e as relações dos dados do aplicativo. O plano de gestão de negócios é composto pela diretrizes necessárias para garantir o sucesso do produto. Planejar, organizar, controlar atividade e medir o nível de satisfação, fazem parte do plano de gestão.
TRL 2 – 7	Há uma proposta de valor definida para a aplicação?	Essencialmente, a concepção de uma aplicação ocorre para suprir alguma necessidade de um determinado público-alvo. Identificar e definir as vantagens competitivas, a excepcionalidade na execução e solução, compõem as características de valor de uma aplicação. Tornar estas características explícitas, irá auxiliar no entendimento do valor de seu produto.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 3 – 1	Requisitos funcionais e não funcionais documentados?	Os requisitos funcionais e não funcionais precisam estar alinhados com o escopo do projeto. A documentação irá auxiliar na visualização de uma forma geral das aplicações e recursos envolvidos. Os requisitos funcionais especificam e descrevem exatamente o que a aplicação deve fazer, apresentando as funcionalidades realizadas pelo software através de suas funções e serviços. Os requisitos não funcionais especificam os requisitos necessários para que a aplicação funcione de forma adequada. Assim, se faz necessário informar detalhes do sistema operacional, plataforma, alocação de memória, conexão, tipo de banco de dados e demais requisitos computacionais. Dependendo da finalidade da aplicação, é adequado apresentar informações a respeito da segurança, confiabilidade, questões éticas e legais; Se faz necessário a validação destes requisitos junto ao grupo de desenvolvedores e stakeholders envolvidos no projeto.
TRL 3 – 2	Desenho da arquitetura e de integração com demais componentes declarados?	O desenho de arquitetura irá auxiliar a equipe de desenvolvimento e aos stakeholders a entender o funcionamento da aplicação. Através da apresentação dos componentes, camadas de acesso aos dados, camada lógica, serviços externos e estrutura. A representação gráfica é considerada a melhor forma de apresentar esta estrutura, podendo ser apresentadas através de aplicações como Sketch, Visio, LucidChart, Drawn.io, Gliffy, Miro, entre outros;
TRL 3 – 3	Requisitos validados com os stakeholders?	O planejamento contendo os requisitos funcionais e não funcionais devem ser validados com os stakeholders para garantir que o projeto se encontra no escopo planejado. Isso ajudará a identificar as áreas em que as partes interessadas têm interesses comuns e onde possam haver conflitos.
TRL 3 – 4	Plano de integração e de dados elaborado?	O plano de integração de dados deve conter as instruções e detalhamento de como os dados serão coletados, transformados, carregados e integrados a aplicação.
TRL 3 – 5	Protótipo de software construído?	Nesta fase, se faz necessário a apresentação de um projeto protótipo da aplicação. É esperado uma versão preliminar e incompleta. Não necessariamente a aplicação precisa estar pronta para execução. Pode ser apresentado um wireframe, modelos interativos ou mockups. A ideia neste ponto é transpor uma experiência preliminar. É importante coletar feedbacks, estes deverão ser analisados e implementados, caso sejam pertinentes.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 4 – 1	Realizado teste de microsserviços?	O teste de microsserviços são de extrema importância na validação de uma aplicação. Durante esta atividade, é possível validar o funcionamento dos microsserviços, bem como a interação entre eles. Os testes podem ser divididos em etapas e para cada uma destas, uma aplicação pode ser utilizada. Os Testes Unitários podem ser realizados através do JUnit. O Teste de Integração é possível de ser realizado utilizando o REST Assured. O Teste de Componente pode ser executado com o Howerfly. Caso necessário, os Testes de Contrato podem ser realizados através do Pact. Por fim, se faz necessário a realização de um teste de fluxo completou, ou Ent-to-End, para validar que toda cadeia está operacional.
TRL 4 – 2	Garantido níveis de autenticação da aplicação?	Caso a aplicação necessite de uma forma de autenticação para acessar o conteúdo, é importante a implementação de níveis de segurança para garantir a segurança dos dados e dos usuários. Existem vários níveis de autenticação que podem ser aplicados, sendo eles: autenticação por senha, autenticação de dois fatores (2FA), autenticação baseada em certificado, autenticação baseada em token, autenticação de reconhecimento biométrico e por fim, a Autenticação de múltiplos fatores (MFA). A escolha do melhor método de autenticação irá depender de quão sensível são os dados contidos na aplicação. Contudo, é interessante a combinação de no mínimo dois métodos de autenticação para garantir uma melhor segurança.
TRL 4 – 3	Realizado testes de segurança?	Os testes de segurança representam uma importante etapa do desenvolvimento de uma aplicação. É necessário garantir que os dados e o devido funcionamento da aplicação não sejam manipulados por agentes externos. Existem diversas aplicações que podem auxiliar na realização de testes, como exemplo podemos citar: OWASP ZAP (Zed Attack Proxy), AppUse, Mobile Security Framework (MobSF), AndroBugs, Drozer.
TRL 4 – 4	Realizado teste de desempenho na aplicação?	É necessário garantir que a aplicação seja executável de forma plausível e sem perda de desempenho. Ferramentas podem ser utilizadas para realizar testes automáticos de desempenho, simulando diferentes aparelhos, sistemas operacionais e até condições de acesso, como: 3G, 4G e Wifi. Os seguintes softwares são exemplos destas ferramentas: LoadRunner Mobile, NeoLoad, Apache JMeter, Appium e Xamarin Test Cloud.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 5 – 1	Testes em dispositivos elencados como compatíveis com a aplicação?	Emuladores de celulares podem ser utilizados para testar virtualmente se a aplicação irá ser executada devidamente. Softwares de desenvolvimento de aplicações móveis, como o Android Studio e Xcode, podem apresentar uma lista de equipamentos compatíveis. Lembre-se que é importante garantir o funcionamento da aplicação no maior número de equipamentos possíveis, aumentando assim a possibilidade de sucesso.
TRL 5 – 2	Os experimentos são desenvolvidos levando-se em conta os problemas reais?	Realizar testes simulando problemas reais é importante para identificar vulnerabilidades, fortalecer a resiliência, preparar o sistema para situações imprevisíveis, validar o desempenho em condições adversas e garantir a satisfação do usuário. Ao simular problemas que podem ocorrer na realidade, é possível melhorar a qualidade, a segurança e a confiabilidade do sistema, tornando-o mais preparado para enfrentar desafios reais.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 6 – 1	Disponibilização na Loja de Aplicativo como versão beta realizada?	Nesta etapa, é importante a publicação de uma versão beta da aplicação. Para disponibilizar o aplicativo na loja desejada, é preciso criar uma conta de desenvolvedor. O processo de submissão do aplicativo pode variar conforme a loja desejada, atenção aos requisitos necessários. Após disponibilizar o aplicativo, é importante acompanhar o desempenho do aplicativo na loja. Isso inclui monitorar as avaliações e comentários dos usuários, verificar as métricas de download e fazer atualizações quando necessário.
TRL 6 – 2	Plano de distribuição e de marketing elaborado?	A criação de um plano de distribuição e marketing é fundamental para garantir que o maior número de usuários sejam alcançados. Realize um estudo das plataformas de divulgação que seu público alvo mais se identifica, como: redes sociais, mecanismos de busca, sites/portais ou até mesmo e-mail em massa. Elabore um material de divulgação com vídeos de demonstração, infográficos, mockups e outros materiais que facilitem a apresentação. Estabeleça um orçamento para aplicar regularmente na divulgação da aplicação. É fundamental monitorar as métricas de retorno destas divulgações, a fim de refinar ao máximo o alcance ao público-alvo.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 7 – 1	Avaliação de satisfação realizada?	Neste ponto, com a aplicação em um estado avançado, progredindo para a disponibilização da versão final, é de grande importância ter validado todas as funções e microsserviços envolvidos. A aplicação de uma avaliação de satisfação junto ao público-alvo e os stakeholders, fornecerá importantes informações que precisam ser trabalhadas para satisfazer as expectativas acerca da aplicação. As análises criadas por usuários e disponibilizadas nas lojas de distribuição de aplicativos é de grande valia neste processo. Além de que, as avaliações positivas podem ajudar a melhorar a visibilidade do aplicativo.
TRL 7 – 2	Existe um plano de mudanças gerenciado?	O plano de mudanças gerenciado irá auxiliar na elaboração de uma estratégia para organizar e controlar mudanças nas funcionalidades da aplicação. Neste ponto, observações, correções e provas de satisfações foram realizados. Com estes dados levantados, faz-se necessário a correção e aperfeiçoamento dos pontos deficitários. Para tal, o plano de mudança será um artifício de grande importância durante este processo. Isso inclui a definição de objetivos, metas, cronogramas e orçamentos, bem como a alocação de recursos necessários. Depois que o plano de ação for implementado, é importante monitorar e avaliar os resultados para garantir que a mudança atingiu os objetivos esperados. Isso pode incluir a coleta de um novo feedback entre usuários e stakeholders para devida validação.
TRL 7 – 3	Software em Versão Candidata a Final?	Para garantir que o software se encontra na versão final, é necessário validar se ele pode ser considerado completo e estável o suficiente para ser disponibilizado ao público ou aos usuários finais. Neste ponto, versões beta foram previamente disponibilizadas, testadas e corrigidas mediante provas de conceitos aplicadas ao longo do desenvolvimento. Vale ressaltar que uma aplicação na versão final, não significa que esteja livre de erros ou falhas. Estas situações podem ser contornadas com futuras atualizações e correções.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 8 – 1	Aplicativo distribuído e testado por um grupo restrito de usuários finais?	Neste nível de prontidão, é importante que o software se encontre distribuído de alguma forma, seja por lojas de terceiros, download direto através de um website ou até mesmo distribuição para um grupo de usuários. A finalidade desta etapa é garantir que o software esteja devidamente testado por um público, mesmo sendo ele restrito. Testar um software garante uma série de vantagens para os desenvolvedores, sendo elas a identificação de bugs e erros, garantia de qualidade de operação e acima de tudo o mapeamento de todas as inconformidades antes da publicação da versão final.
TRL 8 – 2	O objetivo da tecnologia foi alcançado no ambiente operacional real?	Com o produto próximo da sua total prontidão tecnológica dentro da escala TRL, neste ponto, é necessário garantir que as principais funcionalidades do software estejam totalmente operacionais. Para isto são necessários testes em larga escala para validar que o objetivo do software seja atendido.
TRL 8 – 3	A tecnologia se encontra em um estado que não são mais necessárias a realização de mudanças?	Ter uma versão candidata o mais próximo da versão final é importante para validar a usabilidade, funcionalidades e fluxos de trabalho do produto. Resultando em um produto final mais refinado, alinhado às necessidades dos usuários e com menor probabilidade de retrabalho ou insatisfação.
TRL 8 – 4	A documentação do código foi concluída?	A documentação de um código de software é importante porque fornece informações claras e detalhadas sobre o funcionamento, estrutura e propósito do código. A documentação pode ser realizada através de formatos como: Markdown, HTML, PDF ou wikis. Também podem ser utilizadas ferramentas como: Doxygen ou Sphinx. A documentação pode conter: comentários no código, detalhamento de APIs e demais informações pertinentes a tecnologia desenvolvida.
Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 9 – 1	Aplicativo disponibilizado ao mercado?	Para disponibilização do aplicativo no mercado é necessário que ele esteja desenvolvido em versão candidata a final, testado em versões beta e validado. Assim, com todos os pré-requisitos atendidos, a submissão do aplicativo deve ser realizada nas lojas desejadas.
TRL 9 – 2	Problemas de segurança foram mitigados?	Para o software ser considerado totalmente maduro tecnologicamente, é importante que todas as falhas de segurança tenham sido contornadas ou dirimidas. A falta de medidas adequadas de segurança podem levar a brechas, ataques, roubo de dados, danos à reputação e prejuízos financeiros.
TRL 9 – 3	Sistema totalmente demonstrado?	A demonstração permite validar todas as funcionalidades, fluxos de trabalho e interações do sistema, identificar e corrigir possíveis problemas ou falhas, e garantir que a experiência do usuário seja adequada. Além disso, uma demonstração completa aumenta a confiança dos usuários, reduz o risco de insatisfação e retrabalho, e contribui para um lançamento bem-sucedido do produto no mercado.

APÊNDICE B – Questionário Aplicativo Web

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 1 – 1	Um software web pode ser utilizado e traduzido como solução para o problema levantado?	Nesta etapa inicial é necessário identificar se a solução proposta pode ser materializada futuramente através de uma aplicação WEB. Dependendo do escopo do projeto, o desenvolvimento pode variar entre: Web, Mobile ou Desktop. Os sistemas WEB mais comuns são plataformas de comércio eletrônico, sistemas ERP, redes sociais, bancos/serviços financeiros, serviços de streaming, ferramentas específicas, entre outros. Dentre as vantagens destas aplicações, podemos citar o rápido acesso, necessitando apenas de uma conexão a internet, a não necessidade de instalação e o nível de escalabilidade dependendo da demanda. Por outro lado, para garantir o funcionamento de forma adequada, é necessário que o servidor web, responsável pelo funcionamento da aplicação, seja robusto o suficiente para suportar as demandas de consulta e execução. Isto acontece, porque diferente das demais aplicações, no software WEB, todo o processamento acontece do lado do servidor, cabendo ao cliente apenas demandar as execuções.
TRL 1 – 2	Identificados possíveis soluções existentes de que possam ser reusadas/adaptadas?	A criação de funcionalidades e soluções exclusivas e eficientes irão garantir o sucesso da aplicação. Para tal, é necessário uma busca para identificar as aplicações disponíveis e suas devidas funcionalidades. Ferramentas de busca, como Google e Bing, podem ser utilizadas para encontrar soluções em produção. Uma vez detectado, é importante criar um plano de como sua aplicação irá ser diferente ou superior as disponíveis. Isto irá agregar valor ao seu produto, se distanciando da concorrência pelo mesmo mercado/setor. Neste processo, também é importante identificar se o endereço web desejado se encontra disponível, pois irá facilitar o processo de identificação por parte dos usuários.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 2 – 1	Elaborados os planos de identidade visual, composição gráfica e mapa de navegação?	Para elaborar a identidade visual de uma aplicação, primeiramente é necessário definir a persona e público-alvo da aplicação. Isso ajudará a determinar o escopo de design, a escolha das cores e a tipografia que serão usadas na aplicação. O logotipo é a base da identidade visual, ele deve ser simples, memorável e refletir os valores e objetivos da aplicação. A escolha das cores representa uma parte importante da identidade visual, é importante escolher cores que transmitam a mensagem, a personalidade da aplicação e que sejam atraentes para o público-alvo. Os elementos gráficos como ícones, botões e ilustrações, representam os elementos visuais, estes devem ser condizentes com o escopo geral. A criação de um manual de identidade visual é importante para descrever como a aplicação deve ser apresentada em diferentes situações e em diferentes canais de comunicação. O mapa de navegação irá representar uma visão geral da aplicação, este pode ser representado através da criação de um diagrama contendo a lógica e o fluxo de navegação dentro do site. Aplicações como Lucidchart, o Draw.io e o Mindmeister, podem ser utilizadas no processo de composição do diagrama. Para criar um mapa de navegação eficiente, é importante considerar a jornada do usuário na aplicação e identificar os pontos de entrada, saída e interação. Também é importante garantir que a estrutura de navegação seja intuitiva e fácil de entender, para que os usuários possam encontrar facilmente o que estão procurando.
TRL 2 – 2	Realizado o levantamento de possíveis parceiros no desenvolvimento da aplicação?	Identificar possíveis parceiros no desenvolvimento da aplicação pode ser um passo importante para garantir o sucesso e celeridade na concepção do produto. Procurar por possíveis parceiros em comunidades de desenvolvimento, linkedin, solicitar indicação ou até mesmo apresentar o produto em feiras de startups, podem ser estratégias para identificar um possível parceiro. Os parceiros devem compartilhar o mesmo interesse de valor, compromisso e visão. Devido existirem diversas áreas envolvidas no processo de desenvolvimento, é interessante procurar por parceiros que disponham de capacidades técnicas divergentes das existentes no quadro de funcionários atual.
TRL 2 – 3	Elaborado o modelo de suporte/operação negócio ?	Desenvolver um plano de operação para uma aplicação envolve identificar os processos, recursos e procedimentos necessários para manter a aplicação funcionando. Isso inclui a instalação, configuração, manutenção e atualização da aplicação. Determine quais recursos serão necessários para manter a aplicação em funcionamento: como hardware, software, pessoal e orçamento, políticas de segurança, backup e recuperação de dados.
TRL 2 – 4	Recursos de infraestrutura definidos?	Assegurar a operacionalidade da aplicação é um pré-requisito primordial para o sucesso do projeto. Desta forma, o planejamento dos recursos de infraestrutura precisam ser definidos para garantir o desempenho, confiabilidade, segurança e escalabilidade.
TRL 2 – 5	Público alvo identificado e definido?	O estudo do público-alvo auxilia na identificação dos possíveis clientes ou potenciais compradores da aplicação em desenvolvimento. Faça pesquisas para saber mais sobre seus clientes, suas preferências, hábitos de compra, necessidades, idade, gênero, estado civil, renda, nível de escolaridade, hobbies e interesses. Com estes dados, será possível definir uma persona e assim nortear o desenvolvimento da aplicação, garantindo a excelência do produto final.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 3 – 1	Requisitos funcionais e não funcionais documentados?	Os requisitos funcionais e não funcionais precisam estar alinhados com o escopo do projeto. A documentação irá auxiliar na visualização de uma forma geral das aplicações e recursos envolvidos. Os requisitos funcionais especificam e descrevem exatamente o que a aplicação deve fazer, apresentando as funcionalidades realizadas pelo software através de suas funções e serviços. Os requisitos não funcionais especificam os requisitos necessários para que a aplicação funcione de forma adequada. Dependendo da finalidade da aplicação, é adequado apresentar informações a respeito da segurança, confiabilidade, questões éticas e legais; Se faz necessário a validação destes requisitos junto ao grupo de desenvolvedores e stakeholders envolvidos no projeto.
TRL 3 – 2	O software conta com uma versão protótipo?	Nesta fase, se faz necessário a apresentação de um projeto protótipo da aplicação. É esperado uma versão preliminar e incompleta. Não necessariamente a aplicação precisa estar pronta para execução. Pode ser apresentado um wireframe, modelos interativos ou mockups. A ideia neste ponto é transpor uma experiência preliminar. É importante coletar feedbacks, estes deverão ser analisados e implementados, caso sejam pertinentes.
TRL 3 – 3	Desenho da arquitetura e de integração com demais componentes declarados?	O desenho de arquitetura irá auxiliar a equipe de desenvolvimento e aos stakeholders a entender o funcionamento da aplicação. Através da apresentação dos componentes, camadas de acesso aos dados, camada lógica, serviços externos e estrutura. A representação gráfica é considerada a melhor forma de apresentar esta estrutura, podendo ser apresentadas através de aplicações como Sketch, Visio, LucidChart, Draw.io, Gliffy, Miro, entre outros;
TRL 3 – 4	Plano de integração e de dados elaborado?	O plano de integração de dados deve conter as instruções e detalhamento de como os dados serão coletados, transformados, carregados e integrados a aplicação.
TRL 3 – 5	Testes em ambiente de desenvolvimento realizados?	Ao longo do processo de desenvolvimento da aplicação, diversas funcionalidades são implementadas diariamente, estas podem ser controladas através de versionamentos do código. É importante que testes sejam realizados assim que novas funções são implementadas ou de forma recorrente. Este processo deve ser realizado em ambiente homologação, e irá garantir a qualidade do software e reduzir o número de falhas que podem ocorrer futuramente quando a aplicação for disponibilizada. Ferramentas podem ser utilizadas para auxiliar e automatizar testes durante esta etapa, alguns exemplos são: Selenium, TestComple, Katalon Studio e o Cypress.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 4 – 1	Testes das Interfaces de Integração com outros sistemas realizados?	Durante o desenvolvimento de uma aplicação, é importante garantir que a comunicação com outros sistemas ocorra de forma adequada e funcional. Para viabilizar esta troca de informações, é necessário o desenvolvimento de APIs, esta deve ser documentada e testada para assegurar que as informações sejam enviadas e recebidas adequadamente, que os dados sejam armazenados e recuperados de forma correta e que o aplicativo funcione conforme o esperado em diferentes cenários.
TRL 4 – 2	Realizado testes de segurança?	Os testes de segurança representam uma importante etapa do desenvolvimento de uma aplicação. É necessário garantir que os dados e o devido funcionamento da aplicação não sejam manipulados por agentes externos. Existem diversas aplicações que podem auxiliar na realização de testes, como exemplo podemos citar: Burp Suite, Zed Attack Proxy, MobSF e OWASP ZAP.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 5 – 1	Teste de carga de dados, avaliação do desempenho realizado?	É necessário garantir que a aplicação seja executável de forma plausível e sem perda de desempenho. Ferramentas podem ser utilizadas para realizar testes automáticos de desempenho. Os seguintes softwares são exemplos destas ferramentas: Apache JMeter, LoadRunner, Gatling e WebLOAD.
TRL 5 – 2	Os experimentos são desenvolvidos levando-se em conta os problemas reais?	Realizar testes simulando problemas reais é importante para identificar vulnerabilidades, fortalecer a resiliência, preparar o sistema para situações imprevisíveis, validar o desempenho em condições adversas e garantir a satisfação do usuário. Ao simular problemas que podem ocorrer na realidade, é possível melhorar a qualidade, a segurança e a confiabilidade do sistema, tornando-o mais preparado para enfrentar desafios reais.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 6 – 1	É possível a disponibilização do Software em ambiente de homologação?	A disponibilização da página em ambiente de homologação irá auxiliar na realização de testes de funcionalidades, resultando na identificação de falhas, garantindo a melhoria da qualidade da solução. É importante salientar que é necessário sempre manter um ambiente de homologação separado da produção, isto garante que os versionamentos sejam devidamente testados antes de disponibilizados para o público.
TRL 6 – 2	Existe um plano de marketing elaborado?	A criação de um plano de distribuição e marketing é fundamental para garantir que o maior número de usuários sejam alcançados. Realize um estudo das plataformas de divulgação que seu público alvo mais se identifica, como: redes sociais, mecanismos de busca, sites/portais ou até mesmo e-mail em massa. Elabore um material de divulgação com vídeos de demonstração, infográficos, mockups e outros materiais que facilitem a apresentação. Estabeleça um orçamento para aplicar regularmente na divulgação da aplicação. É fundamental monitorar as métricas de retorno destas divulgações, a fim de refinar ao máximo o alcance ao público-alvo.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 7 – 1	Avaliação de Satisfação realizada?	Neste ponto, com a aplicação em um estado avançado, progredindo para a disponibilização da versão final, é de grande importância ter validado todas as funções e microserviços envolvidos. A aplicação de uma avaliação de satisfação junto ao público-alvo e os stakeholders, fornecerá importantes informações que precisam ser trabalhadas para satisfazer as expectativas acerca da aplicação. As análises criadas por usuários e disponibilizadas nas lojas de distribuição de aplicativos é de grande valia neste processo. Além de que, as avaliações positivas podem ajudar a melhorar a visibilidade do aplicativo.
TRL 7 – 2	Plano de mudanças gerenciado?	O plano de mudanças gerenciado irá auxiliar na elaboração de uma estratégia para organizar e controlar mudanças nas funcionalidades da aplicação. Neste ponto, observações, correções e provas de satisfações foram realizados. Com estes dados levantados, faz-se necessário a correção e aperfeiçoamento dos pontos fracos. Para tal, o plano de mudança será uma peça principal durante este processo. Isso inclui a definição de objetivos, metas, cronogramas e orçamentos, bem como a alocação de recursos necessários. Depois que o plano de ação for implementado, é importante monitorar e avaliar os resultados para garantir que a mudança atingiu os objetivos esperados. Isso pode incluir a coleta de um novo feedback entre usuários e stakeholders para devida validação.
TRL 7 – 3	O software se encontra em versão candidata a final?	Para garantir que o software se encontra na versão final, é necessário validar se ele pode ser considerado completo e estável o suficiente para ser disponibilizado ao público ou aos usuários finais. Neste ponto, versões beta foram previamente disponibilizadas, testadas e corrigidas mediante provas de conceitos aplicadas ao longo do desenvolvimento. Vale ressaltar que uma aplicação na versão final, não significa que esteja livre de erros ou falhas. Estas situações podem ser contornadas com futuras atualizações e correções.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 8 – 1	Software disponibilizado e testado por um grupo restrito de usuários finais?	Neste nível de prontidão, é importante que a aplicação se encontre disponível de alguma forma, seja através de um URL alternativo ou privado. A finalidade desta etapa é garantir que a aplicação esteja devidamente testada por um público, mesmo sendo ele restrito. Testar a ferramenta externamente garante uma série de vantagens para os desenvolvedores, sendo elas a identificação de bugs e erros, garantia de qualidade de operação e acima de tudo o mapeamento de todas as inconformidades antes da publicação da versão final.
TRL 8 – 2	O objetivo da tecnologia foi alcançado no ambiente operacional real?	Com o produto próximo da sua total prontidão tecnológica dentro da escala TRL, neste ponto, é necessário garantir que as principais funcionalidades do software estejam totalmente operacionais. Para isto são necessários testes em larga escala para validar que o objetivo do software seja atendido.
TRL 8 – 3	A tecnologia se encontra em um estado que não são mais necessárias a realização de mudanças?	Ter uma versão candidata o mais próximo da versão final é importante para validar a usabilidade, funcionalidades e fluxos de trabalho do produto. Resultando em um produto final mais refinado, alinhado às necessidades dos usuários e com menor probabilidade de retrabalho ou insatisfação.
TRL 8 – 4	A documentação do código foi concluída?	A documentação de um código de software é importante porque fornece informações claras e detalhadas sobre o funcionamento, estrutura e propósito do código. A documentação pode ser realizada através de formatos como: Markdown, HTML, PDF ou wikis. Também podem ser utilizadas ferramentas como: Doxygen ou Sphinx. A documentação pode conter: comentários no código, detalhamento de APIs e demais informações pertinentes a tecnologia desenvolvida.

Nível - NºPergunta	Pergunta	Dica
TRL 9 – 1	Software disponibilizado ao mercado?	Assim, com todos os pré-requisitos atendidos, a submissão do aplicativo WEB deve ser realizado na Internet. A publicação de uma página na WEB se dá através de três primeiros passos primordiais, sendo eles: a obtenção de um nome de domínio, a estipulação de um provedor de hospedagem e o apontamento DNS para que seu nome de domínio seja alcançável.
TRL 9 – 2	Problemas de segurança foram mitigados?	Para o software ser considerado totalmente maduro tecnologicamente, é importante que todas as falhas de segurança tenham sido contornadas ou dirimidas. A falta de medidas adequadas de segurança podem levar a brechas, ataques, roubo de dados, danos à reputação e prejuízos financeiros.
TRL 9 – 3	Sistema totalmente demonstrado?	A demonstração permite validar todas as funcionalidades, fluxos de trabalho e interações do sistema, identificar e corrigir possíveis problemas ou falhas, e garantir que a experiência do usuário seja adequada. Além disso, uma demonstração completa aumenta a confiança dos usuários, reduz o risco de insatisfação e retrabalho, e contribui para um lançamento bem-sucedido do produto no mercado.

APÊNDICE C – REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR



24/08/2023 870230075016
13:26
29409192306075520

Pedido de Registro de Programa de Computador - RPC

Número do Processo: 512023002545-3

Dados do Titular

Titular 1 de 1

Nome ou Razão Social: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 10744098000145

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Rua Jorge Dumar, 1703, Jardim America

Cidade: Fortaleza

Estado: CE

CEP: 60410-426

País: Brasil

Telefone: (85) 34553001

Fax:

Email: nit@polodeinovacao.ifce.edu.br

Dados do Programa

Data de Publicação: 13/09/2022

Data de Criação: 13/08/2022

- § 2º do art. 2º da Lei 9.609/98: "Fica assegurada a tutela dos direitos relativos a programa de computador pelo prazo de cinquenta anos contados a partir de 1º de janeiro do ano subsequente ao da sua publicação ou, na ausência desta, da sua criação"

Título: Calculadora TRL - NIT IFCE

PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 24/08/2023 às 13:26, Petição 870230075016

Algoritmo hash: SHA-512 - Secure Hash Algorithm

Resumo digital hash: 0e67609242534dbbd42ade0c0a1068187cc430e23403fa1b0e53a7d4
6ac838d425ca3bb18a1dea4bf9acf0c1044397661fc6cf0bee91a8b8c
295cb902986fdd

§1º e Incisos VI e VII do §2º do Art. 2º da Instrução Normativa: O titular é o responsável único pela transformação, em resumo digital hash, dos trechos do programa de computador e demais dados considerados suficientes para identificação e caracterização, que serão motivo do registro. O titular terá a inteira responsabilidade pela guarda da informação sigilosa definida no inciso III, § 1º, art. 3º da Lei 9.609 de 19 de fevereiro de 1998.

Linguagem: Outros - Dart

Campo de Aplicação: IN02 -TECNOLOGIA (POLÍTICA TECNOLÓGICA, COOPERAÇÃO
TÉCNICA, PESQUISA TECNOLÓGICA, INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA, TECNOLOGIA APROPRIADA, QUÍMICA
TECNOLÓGICA)

Tipo de Programa: AP01 - APLICATIVOS

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 24/08/2023 às
13:26. Petição 870230075016

Dados do Autor

Autor 1 de 2

Nome: LUÍS DIEGO SOUSA E SILVA
CPF: (informação confidencial)
Nacionalidade: Brasileira
Qualificação Física: Pesquisador
Endereço: (informação confidencial)
Cidade: Fortaleza
Estado: CE
CEP:
País: BRASIL
Telefone:
Fax:
Email: luis.diego05@aluno.ifce.edu.br

Autor 2 de 2

Nome: JOELIA MARQUES DE CARVALHO
CPF: (informação confidencial)
Nacionalidade: Brasileira
Qualificação Física: Pesquisador
Endereço: (informação confidencial)
Cidade: Fortaleza
Estado: CE
CEP:
País: BRASIL
Telefone:
Fax:
Email: joelia@ifce.edu.br

Declaração de Veracidade - DV

Nome: declaracaoVeracidade - 29409192306075520.pdf

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 24/08/2023 às 13:26, Petição 870230075016

DECLARAÇÃO DE VERACIDADE - CLIENTE

Em atendimento à Instrução Normativa em vigor eu, INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ, CNPJ: 10.744.098/0001-45, declaro, para fins de direito, sob as penas da Lei e em atendimento ao art. 2º do Decreto nº 2.556², de 20 de abril de 1998, que as informações feitas no formulário eletrônico de programa de computador – e-Software, são verdadeiras e autênticas.

Fico ciente através desse documento que a falsidade dessa declaração configura crime previsto no Código Penal Brasileiro e passível de apuração na forma da Lei.

Ciente das responsabilidades pela declaração apresentada, firmo a presente.

-----assinado digitalmente)-----

DECRETO Nº 2.556, DE 20 DE ABRIL DE 1998

Art. 1º Os programas de computador poderão, a critério do titular dos respectivos direitos, ser registrados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI.

Art. 2º A veracidade das informações de que trata o artigo anterior são de inteira responsabilidade do requerente, não prejudicando eventuais direitos de terceiros nem acarretando qualquer responsabilidade do Governo.

29409192306075520

