



**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROFNIT - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE  
INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO**

**SARAH JULIANNA OLIVEIRA LINS**

**MODELAGEM DE UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DA  
MATURIDADE TECNOLÓGICA DE STARTUPS**

**SALVADOR - BA  
2022**

**SARAH JULIANNA OLIVEIRA LINS**

**MODELAGEM DE UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DA  
MATURIDADE TECNOLÓGICA DE STARTUPS**

RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO apresentado como produto para Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso, requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, pelo Instituto Federal da Bahia.

Orientadora: Profa. Dra. Núbia Moura Ribeiro

**SALVADOR - BA  
2022**

Biblioteca Raul V. Seixas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA - Salvador/BA.

L759m Lins, Sarah Julianna Oliveira.

Modelagem de uma ferramenta de auxílio à avaliação da maturidade tecnológica de startups / Sarah Julianna Oliveira Lins. Salvador, 2022.

120 f. ; 30 cm.

Relatório técnico conclusivo (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Núbia Moura Ribeiro.

1. Administração. 2. Competitividade 3. Startups. 4. Desenvolvimento de cliente. 5. Maturidade tecnológica. 6. TRL. I. Ribeiro, Núbia Moura II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. III. Título.

CDU 2 ed. 005.343



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA  
Av. Araújo Pinho, 39 - Bairro Canela - CEP 40000-000 - Salvador - BA - www.portal.ifba.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROFNIT - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E  
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO**

**MODELAGEM DE UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA  
TECNOLÓGICA DE STARTUPS**

**SARAH JULIANNA OLIVEIRA LINS**

Produto(s) Gerado(s): Relatório Técnico Conclusivo sobre Propriedade Intelectual, e/ou Transferência de Tecnologia para Inovação Tecnológica e Melhoria do gerenciamento ou processo ou serviço de empresa/organização inovadora

Orientadora: Profa. Dra. Núbia Moura Ribeiro

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Núbia Moura Ribeiro  
Orientadora – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

---

Prof. Dr. Thomas de Araújo Buck  
Membro Externo – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI/CIMATEC)

Prof. Dr. Heitor Ferrari Marback  
Membro Externo – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE)

Prof. Dr. Márcio Andrade Rocha  
Membro Externo – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Profa. Dra. Aliger dos Santos Pereira  
Membro Interno – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela banca examinadora em 27/01/2022.

Em 24 de janeiro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **NUBIA MOURA RIBEIRO, Docente da Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação**, em 27/01/2022, às 13:59, conforme decreto nº 8.539/2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **ALIGER DOS SANTOS PEREIRA, Professor(a) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 27/01/2022, às 14:45, conforme decreto nº 8.539/2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **Thomas de Araujo Buck, Usuário Externo**, em 04/03/2022, às 09:31, conforme decreto nº 8.539/2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **Heitor Ferrari Marback, Usuário Externo**, em 04/03/2022, às 10:29, conforme decreto nº 8.539/2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **MARCIO ANDRADE ROCHA, Professor(a) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - EBT**, em 09/03/2022, às 14:56, conforme decreto nº 8.539/2015.

---



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&acao\\_origem=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **2159505** e o código CRC **F69839E5**.

---

## RESUMO

A presente pesquisa tem por objetivo apresentar as bases utilizadas para desenvolvimento de instrumento de avaliação de maturidade tecnológica para *startups*, em uma versão inicial, a partir da relação entre seus estágios de desenvolvimento e respectivos marcos críticos e indicadores. Para esse trabalho foram avaliadas as principais métricas para maturidade tecnológica utilizadas por entidades relevantes no mundo e no Brasil, principalmente aquelas utilizadas pela Agência Espacial Norte Americana, pelo Laboratório de Pesquisa da Força Aérea dos Estados da América, pela Comunidade Europeia para Programa Horizon e pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial. Foi realizada também investigação exploratória acerca dos principais estágios de desenvolvimento de uma *startup* e seus respectivos marcos críticos, assim como outros modelos de avaliação de maturidade também aplicados a *startups*. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica e análise documental, além da aplicação da experiência vivida por esta autora no dia-a-dia de uma aceleradora de negócios inovadores. A principal contribuição dessa pesquisa é a elaboração de diretrizes que apoiaram a construção de uma ferramenta de avaliação de maturidade, através do estabelecimento de fases de maturidade (ideação, validação, desenvolvimento, tração e escala), e perguntas que avaliam o cumprimento dos marcos críticos para cada um desses estágios, a saber, time, problema, proposta de valor, solução, mercado, modelo de negócio, ganho de escala e saída. O questionário de perguntas foi organizado do menor para o maior TRL e devem ser respondidas apenas com “sim” ou “não”, considerando ao final percentual quantitativo de tolerância para cumprimento de requisitos – maior ou igual a 85% para avançar ao estágio seguinte. A aplicação da ferramenta necessita da participação da *startup* e de especialista para responder às perguntas e avaliar o cumprimento dos requisitos dos marcos críticos, respectivamente; para comprovação desses marcos, a *startup* deverá apresentar as evidências pré-estabelecidas como parte integrante do *check-list* da avaliação. Com isso, espera-se contribuir com o sucesso desses empreendimentos uma vez que auxilia na compreensão acerca do seu *status quo* para uma melhor comunicação entre partes interessadas e consequentemente na tomada de decisões.

Palavras-chave: Administração; competitividade; startups; maturidade tecnológica; TRL.

## ABSTRACT

The present research aims to present as bases used for the development of a technological maturity assessment instrument for startups, in an initial version, from the relationship between its development process and its respective critical milestones and indicators. For these Air States of America they were mainly used by the European Space Agency for the North American Program, by the Force Community Laboratory for the North American Program, by the Force Community Laboratory for the North American Program Empresa Brasileira de Pesquisa and Industrial Innovation. An exploratory investigation of the main development project of a startup was carried out, their respective critical milestones, as well as other maturity valuation models also related to a startup. In order to do so, a bibliographic research was carried out on the application and documentary analysis of the experience lived by, in addition, in the day-to-day of an accelerated person in innovative business. The main research is the analysis planning analysis that the analysis of building a maturity, evaluation of milestones, validation, phases of development, and evaluation scale, and questions that evaluate the evaluation milestones for each of these solutions. , namely time, problem, value proposition, market, business model, scale gain and output. The following questions were organized from the lowest TRL and should only be answered with "yes" or "no" must be answered with only "yes" or "not allowed to fulfill requirements – or greater than 85% to start the internship. The application of the tool requires the participation of the startup and the specialist to answer the questions and evaluate the request for the requirements of the critical milestones, respectively; to prove these, a startup must present evidence as pre-established as an integral part of the evaluation checklist. With this, it is expected to contribute to the success of these ventures as it helps in understanding their status quo for better communication between stakeholders and consequently in decision making. Keywords: Administration; competitiveness; customer development; stages of development; critical milestones; technological maturity; TRL; *startups*.

Keywords: Administration; competitiveness; startups; technological maturity; TRL.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica

BEI - Banco Europeu de Investimento

CGEE - Centro de Gestão e Estudo Estratégicos

CTEs - Critical Technology Elements

DoD - Departamento de Defesa Americano

DRL - Nível de Prontidão de Projeto (Design)

EMBRAPII – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

INRL - Nível de prontidão para inovação

MD - Ministério da Defesa brasileiro

MRL - Níveis de Prontidão de Fabricação

MVP - Mínimo Produto Viável

NASA - National Aeronautics and Space Administration

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

P&D – Pesquisa e desenvolvimento

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

*TRA* - do inglês *Technology Readiness Assessment*; em português: Avaliação da Maturidade Tecnológica ou da Prontidão Tecnológica

*TRL* - do inglês *Technology Readiness Level*; em português: Níveis de Maturidade Tecnológica ou Níveis de Prontidão Tecnológica



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de Lançamento de Novo Produto .....	19
Figura 2 - Processo de Desenvolvimento de Clientes .....	22
Figura 3 - Construir – Medir - Aprender.....	27
Figura 4 - Definição dos níveis TRL conforme a NASA.....	36
Figura 5 - Startup-development-phases (version 3.6) .....	56
Figura 6 - Etapas da ferramenta de avaliação de maturidade de startups .....	70
Figura 7- Tela explicativa para fase de ideação .....	70
Figura 8 - Tela com questionário por TRL.....	71
Figura 9 - Tela final com consideração de pontuação.....	72
Figura 10 - TRL - Nível de Prontidão Tecnológica .....	75
Figura 11- Proposta de Estágios de Desenvolvimento de uma Startup .....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Níveis de TRL propostos pela NASA com sua descrição genérica .....	36
Quadro 2 - Adaptação da escala TRL pelo Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA.....	38
Quadro 3 - Adaptação da escala TRL pelo Departamento de Energia .....	38
Quadro 4 - Níveis de TRL – Comunidade Europeia para o programa HORIZON 2020 .....	38
Quadro 5 - Descrição dos níveis TRL na Orientação Operacional nº 02/2019 estabelecida pela EMBRAPPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial .....	39
Quadro 6 - Relação entre indicadores e estágios do TRL.....	44
Quadro 7- Agrupamento de TRL em fases .....	53
Quadro 8 - Mapeamento de Estágios de Desenvolvimento das Startups .....	59
Quadro 9 - Modelo de Maturidade CERNE .....	60
Quadro 10 - Posicionamento do Produto por Tipo de Mercado .....	62
Quadro 11 - Níveis de Investimento de Risco .....	64
Quadro 12 - Procedimentos propostos para alcançar os objetivos específicos .....	68
Quadro 13 - Esquema de modelagem da ferramenta para avaliação de startups. ...	79
Quadro 14 - Correlação de nível de maturidade com fases de desenvolvimento da startup. ....	80
Quadro 15 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 1 .....	83
Quadro 16 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 2 .....	86
Quadro 17 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 3 .....	89
Quadro 18 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 4 .....	92
Quadro 19 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 5 .....	94
Quadro 20 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 6 .....	98
Quadro 21 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 7 .....	101
Quadro 22 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 8 .....	104
Quadro 23 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 9 .....	107

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	12
1.1	Motivação e objetivos da pesquisa.....	13
1.2	Objetivos .....	13
1.3	Justificativa .....	14
1.4	Estrutura deste trabalho .....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
2.1	O processo de desenvolvimento de produtos na <i>startup</i> .....	17
2.2	TRL ou níveis de maturidade tecnológica .....	31
2.3	Aplicação da escala TRL na avaliação de desenvolvimento de uma <i>startup</i> .....	48
3	METODOLOGIA.....	68
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.1	Diretrizes para a modelagem de ferramenta de avaliação de maturidade tecnológica voltada para <i>startups</i> .....	74
4.2	Modelagem da ferramenta para avaliação de maturidade tecnológica de <i>startups</i> .....	77
5	IMPACTOS.....	109
6	ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC.....	110
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	111
8	PERSPECTIVAS FUTURAS .....	117
	REFERENCIAS .....	118

## 1. INTRODUÇÃO

Almakenzi (2015) diz que a inovação e o empreendedorismo são elementos críticos na transição para a economia baseada no conhecimento e na competição global. Seja uma inovação incremental ou disruptiva, ela marca um novo produto, modelo de negócio ou serviço que chega ao mercado de proporcionando um conjunto de benefícios (FERREIRA, 2018).

Com o advento da Internet, ideias inovadoras puderam “ser concebidas, implementadas, testadas e comercializadas em 1 ou 2 anos ou, em alguns casos extremos, numa questão de alguns poucos meses” (KON; MONTEIRO, 2014, p.2). A velocidade das mudanças nessa era é capaz de deixar as tecnologias obsoletas em um período muito curto, o que exige que os ciclos de desenvolvimento ocorram em um tempo cada vez menor.

Nesse sentido, num cenário de desenvolvimento tecnológico, de busca por crescimento e de aumento do interesse pelo empreendedorismo, principalmente quando ligado à inovação, o número de *startups* cresce significativamente no país e no mundo (MOREIRA, 2017).

Moresi et al. (2017, p.56) alertam que instrumentos que possibilitem a identificação de ações a serem implementadas poderão ser muito úteis no “desenvolvimento de empresas nascentes”, já que a existência de ferramentas que apoiem a avaliação de níveis de prontidão tecnológica do desenvolvimento de novos produtos voltadas para *startups* pode auxiliar esses empreendimentos a avaliar seu estado atual de maturidade, o que envolve a análise de marcos críticos durante sua jornada até o momento de escalar.

Nesse sentido, dois aspectos norteadores devem ser considerados no desenvolvimento de novos empreendimentos do tipo *startup*: como eles poderão acompanhar o desenvolvimento de sua solução até que esteja pronta para o mercado e como comunicarão aos investidores o status do desenvolvimento tecnológico de seu produto ou serviço (MORESI et al., 2017). A busca pelas respostas a esses dois aspectos justifica a adoção de meios que apoiem o planejamento desses novos

negócios através de “atividades seletivas e específicas pertinentes ao contexto atual da empresa e que conduzam à situação futura desejada” (idem, p. 56).

### **1.1 Motivação e objetivos da pesquisa**

Com base no exposto até aqui, surge a seguinte inquietação: como avaliar por meio de um instrumento a prontidão tecnológica das *startups* desde a concepção até o ingresso ao mercado? Ao conseguir expressar de forma simples o nível de prontidão tecnológica, as partes interessadas podem acompanhar os estágios do desenvolvimento do produto ou serviço proposto e tomar suas decisões.

Assim, pode-se dizer que o problema motivador desta pesquisa surge da lacuna de ferramentas que auxiliem a avaliação de maturidade tecnológica das *startups* de forma clara e objetiva, comunicando seu estágio atual de desenvolvimento e fornecendo informações às partes interessadas para tomada de decisões.

### **1.2 Objetivos**

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é apresentar uma proposta de instrumento para avaliação de maturidade tecnológica para *startups*, a partir da relação entre níveis de maturidade tecnológica, estágios de desenvolvimento e marcos críticos para o sucesso desses empreendimentos.

Para alcançar este objetivo, são propostos os seguintes objetivos específicos (OE):

- OE1 - Analisar as metodologias de desenvolvimento de soluções para *startups* com enfoque em desenvolvimento de produto.
- OE2 - Identificar e analisar diferentes métricas de avaliação de níveis de maturidade da tecnológica.
- OE3 – Relacionar métricas de avaliação de níveis de maturidade da tecnológica, aos estágios de desenvolvimento das *startups* e marcos críticos mais relevantes a serem alcançados de modo que seja possível propor uma versão inicial de instrumento de análise.

Quanto ao Objetivo Específico 1 (OE1), serão analisadas metodologias de desenvolvimento de soluções para *startups* como uma versão mais adequada ao

desenvolvimento de produto para esse tipo de empreendimento traçando um paralelo com o processo de desenvolvimento tradicional.

Quanto ao Objetivo Específico 2 (OE2), serão identificados e analisados diferentes métricas de avaliação de níveis de maturidade da tecnológica de modo que possa ser alcançado o Objetivo Específico 3 (OE3), que se refere ao estabelecimento de uma relação entre essas métricas, estágios de desenvolvimento das *startups* e os marcos críticos mais relevantes a serem alcançados.

Assim, o principal produto desse trabalho será a proposta de ferramenta para avaliação de maturidade de *startups* que permita a identificação do estágio atual de desenvolvimento, através da relação com os níveis de Technology Readiness Level (TRL) e com os marcos críticos de desenvolvimento. Isso graças a formulação de um conjunto de perguntas que enquadra a *startup* em determinado nível da escala TRL e a proposição de indicadores que evidenciarão o cumprimento das respostas dadas.

### **1.3 Justificativa**

As *startups* têm um papel muito relevante na competitividade dos países. Como já foi dito até aqui, elas são consideradas importantes fontes de inovação, por desenvolverem produtos inovadores e novos modelos de negócios (SILVA, 2019).

Mas as *startups* não nascem prontas para ingressar no mercado; elas precisam passar por etapas até alcançar um estágio maior de maturidade e com isso superar marcos considerados críticos para seu desenvolvimento. Para Moresi et al. (2017), uma empresa nascente precisa de um planejamento com a definição de estratégias que auxiliem na redução das incertezas referente ao desenvolvimento da tecnologia, análise de mercado, entre outros aspectos.

Para esse planejamento, as empresas costumam adotar um conjunto de métodos e técnicas, mas ao verificar as metodologias existentes percebem que essas metodologias não abordam com clareza como avaliar a maturidade tecnológica com as especificidades das *startups*.

Faz sentido, então, a concepção de uma ferramenta que apoie esse tipo de empresa a entender e comunicar seu processo de amadurecimento tecnológico, uma vez que a “maioria das ferramentas da administração geral não são projetadas para florescer

no solo adverso da extrema incerteza, no qual as *startups* vicejam” (RIES, 2011, p. 27).

Quanto aos quesitos relativos ao PROFNIT, apresentam-se as seguintes justificativas:

- Lacuna a ser preenchida: embora existam diversas pesquisas com adaptação da escala de TRL para variados setores da economia, não foi encontrada nenhuma pesquisa com o recorte aqui apresentado: uma ferramenta de avaliação de TRL voltada para startups.
- Aplicabilidade: embora a ferramenta tenha sido desenvolvida até o estágio de protótipo, ela já é aplicável e espera-se que seja utilizada por empresas dessa natureza.
- Aderência: a pesquisa se insere no PROFNIT por fornecer resultados que permitam às startups planejar sua trajetória, seja apropriado criações por meio de propriedade intelectual, seja por meio de transferência da tecnologia desenvolvida.
- Impacto: os resultados devem trazer impactos de grau moderado, já que se concentram em um segmento econômico muito específico: o das startups.
- Complexidade: a complexidade da pesquisa localiza-se em grau moderado, pois envolveu a elaboração de um protótipo de uma ferramenta de avaliação de TRL, inspirada nos níveis de TRL de diversas organizações, porém adaptada ao segmento das startups, incluindo indicadores para cada nível.
- Inovação: o grau de inovação também é moderado, já que existem calculadoras de TRL para diversos setores, porém não foi encontrada nenhuma especificamente voltada para startups.

#### **1.4 Estrutura deste trabalho**

Neste primeiro capítulo deste texto encontra-se a introdução, que traz a motivação da pesquisa, o problema norteador, os objetivos a serem alcançados e a justificativa, bem como essa descrição da estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica da pesquisa, com duas principais seções. A seção 2.1 aborda as questões de desenvolvimento de produtos para *startups* buscando demonstrar a necessidade de uma abordagem baseada na interação com clientes. A seção 2.2, por sua vez, trata de escalas de avaliação de maturidade tecnológica e de indicadores de maturidade tecnológica.

O capítulo 3 traz os procedimentos e a classificação metodológica adotados e o delineamento da pesquisa para alcançar os resultados esperados.

O capítulo 4 apresenta os resultados e a discussão, e é composto de duas seções. A seção 4.1 discute a proposta de aplicar a escala de TRL na avaliação de maturidade das *startups* através da correlação entre os níveis da escala e os estágios de desenvolvimento de uma *startup* e os indicadores que permitem o enquadramento para alcançar essa correlação. A seção 4.2 traz uma proposta de modelagem para ferramenta de avaliação de maturidade tecnológica voltada para *startups*, com a descrição dos elementos e as condições necessárias para desenvolvimento e funcionamento.

O capítulo 5 traz as considerações finais, abordando os resultados alcançados e recomendações para que, no futuro, a ferramenta seja desenvolvida e aplicada. Por fim, são apresentadas as referências nas quais o trabalho se baseou.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é composto de duas seções. A seção 2.1 discute o processo de desenvolvimento de produtos para *startups* buscando demonstrar a necessidade de uma abordagem baseada na interação com clientes. A seção 2.2, por sua vez, trata da avaliação de maturidade tecnológica; as principais escalas de TRL utilizadas por entidades de referência; os indicadores de maturidade tecnológica e as adaptações que foram sendo geradas para atender lacunas existentes no processo de avaliação da tecnologia.

### 2.1 O processo de desenvolvimento de produtos na *startup*

O empreendedorismo inovador é um importante vetor para o desenvolvimento econômico, social e ambiental de um país. Ele possibilita a modernização do ambiente de negócios brasileiro através de modelos de negócios emergentes e deixa evidenciada a importância das empresas como agentes centrais da inovação (BRASIL, 2021).

Nesse contexto os empreendimentos chamados *startups* se destacam por oferecerem soluções para problemas emergentes, mas também por criarem novas formas de resolver problemas antigos (MARCOS; RADEALI, 2021). Tão importante é sua relevância que em 2021 foi instituída a Lei complementar nº182 (BRASIL, 2021) como marco legal das *startups* e do empreendedorismo inovador no Brasil, reconhecendo o papel desse tipo de empreendimento para a competitividade do país.

Esses empreendimentos são vistos atualmente como motores de inovação, uma vez que desenvolvem produtos ou serviços inovadores, com potencial de rápido crescimento (ABSTARTUPS, 2020, sem paginação) a partir de uma ideia ou oportunidade identificada (SALAMZADEH; KIRBY, 2017).

Assim sendo, pode-se dizer que o desenvolvimento de uma *startup* está muito conectado ao processo de desenvolvimento de um novo produto ou serviço como realizado pelas engenharias; isso porque na maioria das vezes seu nascimento só acontece devido à concepção de novo produto ou serviço idealizado pelo empreendedor.

Todavia o nascimento de uma *startup* pode decorrer de descobertas científicas, da identificação de novas formas de uso para uma tecnologia já existente, da criação de um novo modelo de negócios capaz de liberar um valor que ainda não havia sido percebido ou da oferta de um produto ou serviço em um novo local ou, ainda, do atendimento de necessidades de clientes (CUNHA FILHO; DOS REIS; ZILBER, 2018).

No desenvolvimento de uma nova solução, toda empresa utiliza algum modelo que orienta as etapas vividas até que esteja em sua versão final. Nessa perspectiva Toralles e Dultra (2014, p.3) afirmam que a metodologia de desenvolvimento de novos produtos estabelece a sequência de atividades desde conceito do produto inovador até sua fabricação e, para isso, recorre a diversas ferramentas de múltiplas áreas do conhecimento, envolvendo gestão, *marketing*, engenharia, dentre outras, podendo variar “de acordo com a natureza do produto e da organização que propõe seu lançamento” (idem).

Em outras palavras Velho et al. (2017, p. 120), no surgimento de uma nova tecnologia há um desenvolvimento dinâmico e em curso para que ela alcance sua aplicação, o que exige um conjunto de atividades, tais como experimentação, simulação, refinamento, prototipagem e ensaios de desempenho, até que a solução esteja preparada para uso e a comercialização.

Blank (2012, p. 10) chama atenção para o fato de que, normalmente, esses empreendimentos não falham em função do desenvolvimento de produto, mas, sim, por falta de clientes. A partir daí o autor questiona o fato de existir um processo para gerenciar o desenvolvimento do produto, e nenhum processo para gerenciar o desenvolvimento do cliente.

Mas muito antes dessa reflexão, surgiu no início do século 20 um modelo de gestão de produto baseado nos processos de desenvolvimento das indústrias manufatureiras. Posteriormente, nos anos de 1950, esse modelo de gestão de produto foi adotado “pela indústria de bens de consumo embalados e incorporado às empresas de tecnologia no último quarto do século. Desde então tornou-se parte integrante da cultura das *startups*” (BLANK; DORF, 2014, p.33).

A Figura 1 mostra as etapas desse modelo de lançamento de novos produtos, que é baseado em quatro etapas lineares até o que o produto chegue às mãos do cliente: conceito/pré-operação, desenvolvimento do produto, teste Alfa/Beta, lançamento/1ª remessa (BLANK; DORF, 2014, p.33). Para Pinto (2015, p.53) “essa proposta é fundamentada no mercado com foco no produto e mostrou desempenho satisfatório em um ambiente com mercado, recursos e requisitos previamente definidos”.

Figura 1 - Diagrama de Lançamento de Novo Produto



Fonte: Blank e Dorf, 2014, p.33

Esse diagrama de Blank e Dorf (2014) é focado no produto/serviço, e suas fases se encaixam bem no lançamento de produto ou serviço cujo mercado já é pré-estabelecido e está definido, cuja concorrência é compreendida e cujos clientes são conhecidos (BLANK, 2012, p.8), o que não representa as condições das *startups*.

Sobre essas etapas que compõe o modelo supracitado, aqui considerado como um modelo aplicável a empresas tradicionais, Blank (2012, p.9-11) indica que:

- na etapa de conceito/semente, os fundadores geram um plano de negócios a partir de suas ideias-chaves, decorrentes da sua paixão e visão; começam a pensar no produto ou serviço, buscando definir seu conceito, viabilidade, demanda por pesquisa, diferenciais e benefícios. Após isso, os clientes são definidos e ocorre a busca por onde encontrá-los, geralmente a partir de dados estatísticos, pesquisas de mercados e entrevistas; começam também a pensar em quem são os concorrentes e como se diferenciam deles, bem como começam a pensar nos canais de distribuição e nos aspectos relacionados a preços.
- na etapa de desenvolvimento de produto, a empresa começa a se especializar em funções, a engenharia foca na construção do produto (design, especificações etc.), na contratação de equipes de desenvolvimento, na definição de marcos-chaves de execução e, a partir daí, calcula datas de entrega e orçamento. Enquanto isso, o *marketing* refina a dimensão do

mercado definida anteriormente no plano de negócios, para então focar nos primeiros clientes; ocorre também desenvolvimento de apresentação de vendas, desenvolvimento de material de apoio e até contratação de agência de comunicação.

- na realização de testes alfa/beta, a engenharia trabalha com um pequeno grupo de usuários que não fazem parte da empresa com objetivo de verificar o funcionamento do produto e prevenir falhas; o *marketing* desenvolve um plano de comunicação mais robusto e dá partida nas atividades de branding. O setor de vendas consegue grupo de clientes dispostos a pagar pelo privilégio de testar o novo produto, começa a desenvolver o canal de distribuição definido e amplia a estrutura de vendas.
- e, por fim, no lançamento/primeira entrega, o produto já está em funcionando e com isso a empresa começa a expandir suas despesas. A essa altura a área de vendas já está maciçamente estruturada; o *marketing* lança uma série de ações para gerar demanda e o conselho passa a mensurar a performance da empresa a partir dos resultados das vendas. Até aí já se consumiu muito recurso, há a compreensão que não haverá liquidez tão logo e por isso será necessário aportar mais capital ainda.

Observa-se, portanto, que no processo tradicional de desenvolvimento de produtos,

[...] o novo produto passa da etapa de desenvolvimento para a de testes dos clientes (teste alfa/beta), cujo feedback proporciona aos engenheiros de produção corrigir eventuais defeitos técnicos até a data do lançamento e da primeira remessa de mercadoria (BLANK; DORF, 2014, p.33).

Entende-se, portanto, que o referido processo tradicional ainda não contempla os *feedbacks* dos clientes até a realização dos testes beta, quando já pode ser tarde demais para corrigir problemas. Isso porque esse processo agora expande-se através de incrementos processuais “em cascata” ou “em espiral” entrelaçados, todos eles empenhados em minimizar os riscos na definição de um rol de características que inicia com a visão do fundador e vai até especificações detalhadas de engenharia. “Uma vez que o processo tenha sido iniciado, ‘o trem já deixou a estação’, e será quase impossível revisar o produto” (BLANK; DORF, 2014, p.35).

Ao olhar para o passado, os ciclos de desenvolvimento de um novo produto geralmente eram feitos pelas grandes empresas e, da concepção da ideia à

comercialização, levavam de 5 a 10 anos. Esse longo tempo de desenvolvimento pode ser justificado pelos mecanismos tradicionais de transferência, burocráticos e pouco ágeis, típicos das estruturas hierárquicas dessas empresas (KON; MONTEIRO, 2014).

Se contrapondo a esse contexto, surge a necessidade de adotar modelos ajustados às necessidades das *startups*, cujo ambiente de desenvolvimento é muito mais marcado por riscos e incertezas (PINTO, 2015). Isso porque ao aplicar modelo de desenvolvimento de produto às *startups*, as principais críticas estão relacionadas às expectativas irreais no desenvolvimento de produto desse tipo de empreendimento, que podem conduzi-las a erros fundamentais, e, às vezes, até fatais, nos primeiros anos de vida (BLANK, 2012, p.22).

Blank (2012) diz que esses erros estão relacionados ao fato de se ignorar que o maior risco enfrentado pelas *startups* está no desconhecimento de seus clientes e mercados, e não no desenvolvimento da solução em si, dado que essas empresas inicialmente não têm clientes nem modelo de negócios definidos; além também de focar na data de primeira entrega de produto, com um produto tecnicamente finalizado mas sem se preocupar com a validação pelo cliente, o que pode resultar na entrega de algo que não solucione um problema valioso ou que possua custo de distribuição alto e resulte em sobrecarga financeira pelos gastos de execução.

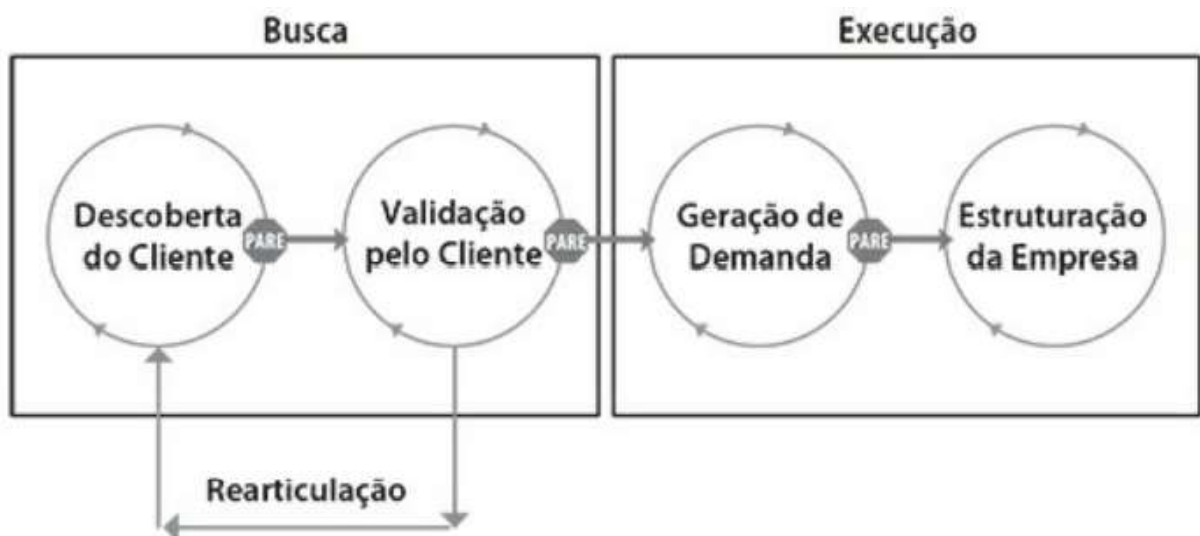
Ainda fazem parte desses erros previstos por Blank (2012), focar na execução do desenvolvimento do produto em vez de no aprendizado e na descoberta do cliente, aplicando toda experiência anterior para desenvolver um produto de sucesso; assim como a inexistência de marcos relacionados à venda, *marketing* e desenvolvimento de negócios que ajudem na compreensão dos clientes, seus problemas e processo de compras e rentabilidade do modelo de negócios.

É preciso tratar também como equívoco no processo de desenvolvimento de produtos de uma *startup* a busca pelo ganho de escala prematuro decorrente da pressão para que as áreas da empresa se estruturem e contratem, atendendo ao plano de negócios, e à previsão de receitas, sem antes ter a certeza de compreender bem o cliente. Agindo dessa forma ocorre queima de capital na busca por respostas para evitar o insucesso após lançar um produto prematuramente ou que não corresponde aos anseios dos clientes (PEREIRA; ALVES; PASSOS, 2019).

Assim, está claro que o método tradicional de desenvolvimento de produtos tem muitos aspectos limitadores se aplicado às *startups*. Esse tipo de empresa está inserido em um ambiente altamente competitivo marcado pelas inovações e transformações tecnológicas o que exigirá uma maior capacidade para produzir, agilidade de entrega e qualidade final do produto (LIMA, 2020). Considerando esses aspectos pode-se dizer que falta às *startups* “um processo de descoberta de seus mercados, localização de seus primeiros clientes, validação de suas percepções e de desenvolvimento do negócio” (BLANK, 2012, p.31).

Esse contexto tornou mais clara a necessidade de ajustes nos modelos tradicionais de desenvolvimento de produtos de modo a adequá-los às *startups*. Buscando preencher essa lacuna, Blank (2012) e Blank e Dorf (2014) propõem o que chamam de Modelo Desenvolvimento de Cliente, composto por quatro ciclos, conforme apresentado na Figura 2 e que influencia muitas *startups* bem-sucedidas do mercado (ABSTARTUPS, 2021).

Figura 2 - Processo de Desenvolvimento de Clientes



Fonte: Blank e Dorf, 2014, p. 47.

A verdade é que “velhas metodologias com períodos definidos para pesquisa de mercado, plano de negócios, desenvolvimento, testes e lançamento não funcionam” para esse tipo de empreendimento (ABSTARTUPS, 2021, sem paginação).

Para avançar na análise desses modelos, é fundamental compreender que a concepção tradicional de produtos foca na primeira entrega ao mercado, ao passo que

o desenvolvimento de clientes se move pelo aprendizado precoce sobre clientes e suas necessidades (BLANK, 2012, p.26). Isso significa dizer que modelo de desenvolvimento proposto por Blank voltado para *startups* se configura em um processo que busca auxiliar na descoberta de clientes antes que a etapa de execução se inicie (PINTO, 2015). Para isso ele propõe quatro ciclos de desenvolvimento: (1) descoberta do cliente, (2) validação pelo cliente, (3) geração de demanda e (4) estruturação de empresa.

Os dois primeiros ciclos supracitados podem ser entendidos como a “pesquisa” para o modelo de negócio, enquanto o três e quatro podem ser considerados como a “execução” do modelo de negócio que foi desenvolvido, testado e comprovado nos passos anteriores (BLANK; DORF, 2014, p.47). Os círculos e as setas representados na figura 2 enfatizam o fato de que cada etapa do desenvolvimento de clientes é interativa e pode ser repetida dentro do processo de aprendizagem (BLANK, 2012, p.32).

No primeiro ciclo ou passo, relativo à descoberta do cliente, deve ocorrer a compreensão dos clientes. A visão dos fundadores se desdobrará em uma série de hipóteses do modelo de negócio, que, transformada em um plano, irá testar as reações dos clientes e transformá-las em fatos (BLANK; DORF, 2014, p. 47). No processo tradicional de gerenciamento de produto, as características definidas para o produto vêm de um documento de requisitos chamado *Marketing Requirements Document* (MRD); no caso das *startups* as especificações do produto vêm da visão dos fundadores, que, a partir daí a descoberta de cliente, procuram pelos clientes e mercados que possuem essa mesma visão (os chamados clientes visionários) (BLANK; DORF, 2014, p. 49).

Isso significa dizer que o primeiro produto não deve ser criado para satisfazer a maioria dos consumidores, e a justificativa para isso é que “nenhuma *startup* suporta os custos do esforço de engenharia ou o tempo necessário para desenvolvimento com os diferenciais exigidos pela maioria em seu primeiro lançamento” (BLANK, 2012, p.48). Além da demora até a chegar ao mercado, o tempo gasto em desenvolvimento poderia torná-lo obsoleto antes do lançamento. Assim, os *outputs* esperados são: o refinamento entre a proposta do produto e o problema vivenciado, o desenho de mecanismos de validação de hipóteses sobre a solução (RIBEIRO; PLONSKI, 2016).

Na etapa de validação pelo cliente, é verificado “se o processo de vendas e distribuição é viável e se o seu produto seria rentável, isto é, se haveria um número suficiente de pessoas dispostas a pagar por ele” (ABSTARTUPS, 2021, sem paginação). Para tanto a *startup* deve focar na verificação do modelo de negócio, que deve ter sido testado repetidamente na descoberta do cliente, a fim de garantir que ele seja recorrente e sustentável de modo que consiga prover um volume de clientes tal que se possa construir uma empresa lucrativa (BLANK; DORF, 2014, p. 50). Em caso negativo, volta-se ao passo anterior e continua a busca pela descoberta dos clientes e tudo o que essa etapa envolve.

Ao passar pelas etapas 1 e 2, espera-se que a *startup* já tenha verificado as características mais importantes do produto, bem como a existência de mercado e clientes; já tenha testado o valor atribuído ao produto e o tamanho da sua demanda; já tenha implementado as estratégias de preço e distribuição e refletido sobre o processo proposto para o ciclo de vendas. A realização dessas atividades permitirá que a *startup* estabeleça e valide com clareza o produto adequado de clientes, bem como o ritmo contínuo de vendas; somente após isso o empreendimento está pronto para o próximo passo (BLANK; DORF, 2014, p. 51). Também as etapas 1 e 2 do Desenvolvimento de Clientes “atuam como um limitador do volume de recursos financeiros que uma *startup* aplica antes que o modelo de negócio seja testado e validado e haja condições para um aumento de escala” (BLANK; DORF, 2014, p. 52).

Na etapa de geração de demanda, deve ocorrer criação de mercado e demanda por meio de ações de *marketing* e de vendas (ABSTARTUPS, 2021), o que marca o início da execução, e a *startup* tem como objetivo aumentar sua escala. Isso envolverá uma série de atividades para que o produto possa ser lançado e envolverá também estratégias de geração de demanda, além de estabelecimento de metas. É nessa fase que o produto será lançado e com isso uma série de atividades de *marketing* são realizadas, atividades tais como propaganda, apresentação em feiras, entre outros. Nesse passo, a definição do mercado é fundamental, uma vez que existem vários mercados e produtos e a relação entre eles irá variar de acordo com os contextos, podendo ser a introdução de um produto novo para um mercado existente ou para um mercado novo; ou a introdução de um produto novo para um mercado existente (KON; MONTEIRO, 2014, p.185).



Na última etapa, a de estruturação da empresa, ocorre o processo de transição da organização, que deixa de ser uma *startup* e se transforma em uma companhia focada na execução de um modelo aprovado. Isso significa que ela alcançou um modelo de negócios capaz de aumentar a escala de modo sustentável. A partir de agora ela deixa de se orientar pela aprendizagem e descoberta e passa a ter um apoio mais formal através de departamentos de vendas, *marketing* e desenvolvimento de negócios, entre outros (KON; MONTEIRO, 2014, p.185). Embora cada etapa tenha seus objetivos específicos, o processo como um todo tem uma meta mais abrangente: descobrir um negócio capaz de aumentar de escala de modo sustentável e, em última análise, lucrativo, antes de investir o dinheiro em caixa. Isso transforma uma companhia de um conjunto de hipóteses fundamentais em uma empresa lucrativa.

Portanto o desenvolvimento do cliente deve estar presente na ideação, no Mínimo Produto Viável (MVP)<sup>1</sup> e no produto final. Isso deve significar que qualquer “alteração ou produto semelhante que for lançado na *startup* passará pelo mesmo processo – não há nenhum momento da maturidade que a *startup* deve parar de usar a iniciativa” (MARQUES, 2021, sem paginação).

Ribeiro e Plonski (2016, p.7), ao se referirem ao Modelo Desenvolvimento de Cliente, afirmam que “a proposta se diferencia ao defender que as interações devem ser reais (não somente pesquisas de opinião distantes), com contato direto e, em muitas vezes, apresentação e utilização do produto ainda não finalizado”.

Mas isso não significa que o modelo desenvolvimento de produtos deve ser substituído pelo modelo desenvolvimento de clientes. A recomendação é conduzi-los em paralelo, com estratégias de desenvolvimento ágil, o que permitirá a construção

---

<sup>1</sup> MVP é a sigla de *Minimum Viable Product* e significa produto mínimo viável. É uma prática de gestão que consiste em lançar um novo produto ou serviço com o menor investimento possível, para testar o negócio antes de aportar grandes investimentos. Um MVP ajuda os empreendedores a começar o processo de aprendizagem o mais rápido possível. No entanto, não é necessariamente o menor produto imaginável; trata-se, apenas, da maneira mais rápida de percorrer o ciclo construir-medir-aprender de feedback com o menor esforço possível. Ao contrário do desenvolvimento de produto tradicional, que, em geral, envolve um período de incubação longo e ponderado e aspira à perfeição do produto, o objetivo do MVP é começar o processo de aprendizagem, não terminá-lo. Seu objetivo é testar hipóteses fundamentais do negócio (RIES, 2012, p.79). É importante ressaltar que, diferentemente do que acontece com “testes de conceito ou protótipos tradicionais, os MVPs são projetados para abordar a gama completa de questões empresariais, e não apenas as questões técnicas ou de projeto, e, com frequência, fornecem uma dose necessária de realidade” (RIES, 2012, p.81).

do produto em pequenos avanços, possibilitando o empreendimento monitorar e avaliar a reação do cliente a cada novo contato (BLANK; DORF, 2014, p.52). Enquanto o pessoal de desenvolvimento de clientes foca nas atividades centradas no cliente fora da empresa, o pessoal do desenvolvimento de produto está focado nas atividades de produtos, realizadas internamente.

Pode-se então dizer que:

De modo geral, o desenvolvimento de clientes foca a compreensão dos problemas e das necessidades dos clientes, na validação pelo cliente, para que seja possível construir um modelo de vendas que possa ser replicado, na geração de demanda que possa ser orientada pelo que quer o usuário e na estruturação do negócio, para fazer transição do empreendimento da etapa aprendizado e descoberta para uma máquina bem azeitada e construída para execução (BLANK, 2012, p.32)

As lições mais importantes do processo de Desenvolvimento de Clientes estão relacionadas à interação com o cliente e às rearticulações como respostas às falhas percebidas. Blank e Dorf (2014, p.49) afirmam que a comunicação direta com os consumidores, fora dos escritórios, torna possível escutá-los de verdade e compreender em profundidade seus problemas e com isso alocar os recursos necessários ao produto a fim de solucionar suas dores, de forma que as mercadorias cheguem ao mercado aprovadas e com diferencial exclusivo.

Sobre as rearticulações, como já foi dito, elas são admitidas e ocorrem com frequência durante o processo como resultado dos aprendizados alcançados com os feedbacks dos clientes, e não devem ser entendidas como um fracasso. Na verdade, é preciso aceitar o fato de que é normal que as *startups* falhem e se rearticulem (BLANK; DORF, 2014, p.49).

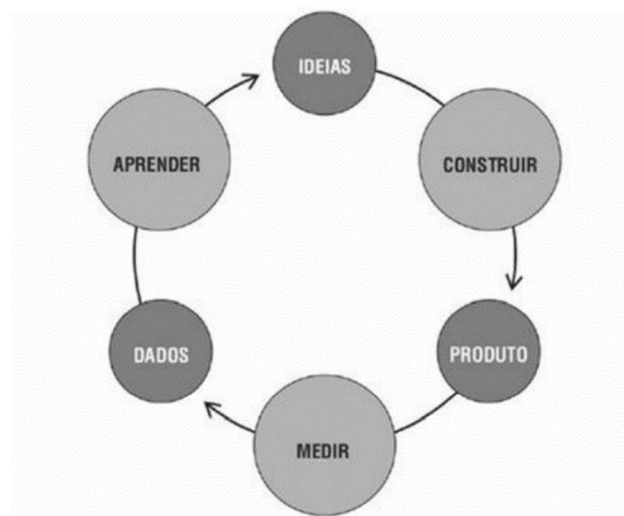
É importante lembrar que as empresas já consolidadas lançam novos produtos para clientes e mercados conhecidos, de modo que os benefícios oferecidos estão de acordo com um ambiente competitivo já familiar. As *startups*, por sua vez, desenvolvem produtos para clientes desconhecidos, baseados na visão inicial do fundador. Assim, é preciso pensar em um processo de gerenciamento de produtos voltados para *startups* principalmente por se tratar de empresas que operam em condições de extrema incerteza e que estão em busca de resposta sobre clientes, mercado e modelo de negócio repetível, escalável e sustentável.

Outra importante abordagem para o desenvolvimento de produtos, também focada na interação com cliente, é a abordagem do *Startup* Enxuta. A inspiração veio da produção enxuta (conhecida como modelo Lean), a revolução que Taiichi Ohno e Shigeo Shingo promoveram na Toyota (RIES, 2012, p.20), como a tentativa de eliminar desperdícios no processo de produção (PINTO, 2015) e ganhou vários adotantes pelo mundo.

A abordagem *Startup* Enxuta envolve o uso de metodologias de desenvolvimento ágil e o contato direto com o cliente, de modo que, o que não agrega valor para o cliente, deve ser eliminado (RIES, 2012); também propõe a validação de hipóteses do negócio através de ciclos de feedbacks rápidos com os clientes (PINTO, 2015). Essas hipóteses podem ser entendidas como suposições estabelecidas para desenvolvimento da *startup* a partir da visão dos empreendedores sobre o empreendimento e são fundamentais para dar respostas de acordo às necessidades do mercado. A validação dessas hipóteses pode ser alcançada através do ciclo construir-medir-aprender proposto por Eric Ries (2012). Pode-se dizer, então, que esse ciclo está no cerne do método e é ilustrado na figura 3.

No decorrer do desenvolvimento de produtos ciclo construir-medir-aprender é executado várias vezes, devendo o empreendedor rodar esse ciclo no menor tempo possível, testando e validando, eliminando tudo que não agrega ao desenvolvimento da solução (PINTO, 2015).

Figura 3 - Construir – Medir - Aprender



Ries (2012, p.44) evidencia a vantagem desse tipo de experimento que pode ser realizado em questão de semanas, o significa uma redução significativa de tempo em relação ao processo de planejamento estratégico tradicional.

De acordo com Pinto (2015, p.58) “o sucesso desse experimento irá desencadear uma série de ações voltadas a dar início ao processo de produção do produto”, de modo que quando o produto for produzido já terá uma carteira de clientes que querem pagar pela solução. Tudo isso graças a aprendizagem validada alcançada, caracterizada pela descoberta de verdades valiosas sobre as perspectivas da *startup* para o presente e futuro.

Após a volta completa pelo ciclo proposto, a análise do progresso da *startup* deve levá-la a decisão de pivotar<sup>3</sup> ou perseverar. Nos casos daquelas *startups* cujos experimentos foram bem-sucedidos, “o gerente irá desencadear a campanha arrolando os adotantes iniciais, adicionando funcionários para cada novo experimento ou iteração e, no fim, começando a construir um produto” (RIES, 2011, p.50). Para os casos dos experimentos que produzem um resultado negativo, esses insucessos podem ser instrutivos e influenciar a estratégia para ajustar os rumos.

É importante salientar que apesar da sequência proposta ser construir-medir-aprender, o planejamento é o feito no sentido contrário: é preciso primeiro descobrir o que aprender, ou seja, definir o que precisa ser medido para verificar a aprendizagem durante o processo, e só em seguida descobrir que produto precisa ser desenvolvido (construído) para executar o experimento (RIES, 2012, p.59).

Apesar das descobertas reais alcançadas a partir das rodadas de ciclos de feedbacks, para identificar o que de fato os clientes necessitam é preciso proporcionar uma interação entre eles e o produto, de forma prévia, procurando evitar a produção de algo desconectado às suas necessidades. Para isso Eric Ries propõe de forma complementar a utilização um Mínimo Produto Viável (MVP) (PINTO, 2015).

O MVP irá validar de hipóteses chamadas de hipóteses de valor e de crescimento. A hipótese de valor tem como objetivo testar “se o produto ou serviço de fato fornece valor aos clientes no momento em que o estão utilizando”; e a hipótese de crescimento, por sua vez, deve testar como os novos clientes descobrirão a solução (RIES, 2012, p.48).

Além disso, o MVP deve possuir também a capacidade acompanhar o progresso da empresa. Ele pode ser verificado a partir da obtenção de dados reais de clientes, como taxas de conversão, taxas de cadastro e período de teste, valor do tempo de vida do cliente etc. (RIES, 2012, p.84). Estas são informações valiosas para a aprendizagem a respeito dos clientes e das suas reações a um produto, o que é muito mais adequado às *startups* nesse estágio de desenvolvimento, do que dados projetados de despesas e receitas, como ocorre em um plano de negócios.

Assim, Ries (2012, p. 84) afirma que “um dos resultados mais perigosos de uma *startup* é perambular na terra dos mortos-vivos”. Isso significa não saber como ir na direção ideal ou simplesmente continuar insistindo em algo que não provavelmente não dará certo. Por não ser pouco comum essa condição, esse autor chama atenção para necessidade de avaliar/medir se o desenvolvimento do produto de fato levará a um progresso real, e aponta esse como um dos esforços mais desafiadores para esse tipo de empreendimento ao longo da jornada até o mercado. Mas como toda abordagem, a *startup* enxuta também possui suas limitações. Elas estão relacionadas principalmente a questões legais sobre a propriedade intelectual, receios acerca dos concorrentes, riscos para a marca e o impacto sobre o moral.

É preciso considerar que a adoção de abordagens baseadas na interação direta com clientes e no uso de MVP como forma de validação antes do lançamento do produto, pode acabar expondo a ideia do empreendedor e, também, a novidade envolvida, o que traz implicações para a propriedade intelectual. Para solicitação de patentes de produtos, certas jurisdições consideram que o prazo para registro “começa quando o produto é lançado para o público em geral e, dependendo da maneira pela qual se estrutura o MVP, seu lançamento pode contar para esse prazo” (RIES, 2012, p. 80). Em se tratando de proteção internacional, os requisitos para registro podem ficar ainda mais rigorosos. Sabendo dos riscos, os empreendedores devem procurar assessoria jurídica, a fim de assegurar o entendimento pleno sobre esses aspectos (RIES, 2012, p. 80).

Já o receio em relação aos concorrentes, envolve o medo das *startups* terem suas ideias roubadas por conta da exposição delas. Ries (2012, p 81) diz que é quase impossível manter sigilo, pois “mais cedo ou mais tarde, uma *startup* de sucesso enfrentará a concorrência de seguidores rápidos”, e a maneira de vencer é aprender

mais rápido sobre a ideia do que qualquer concorrente e focar no desenvolvimento do negócio.

Outro ponto de fragilidade é a exposição da marca que também ocorre ao se lançar um MVP para testar um produto ou serviço. Diversas *startups* planejam investir na construção de uma grande marca, e um MVP pode parecer um risco perigoso para a construção da marca ao expor uma versão de produto para teste. Como possibilidade, pode-se lançar o MVP com uma marca registrada diferente da que será usada no produto final (RIES, 2012, p.81).

Assim, até aqui a investigação da literatura revelou que o desenvolvimento de uma *startup*, apesar de se beneficiar de várias lições e ferramentas do desenvolvimento de produtos tradicionais, não pode ser tratado da mesma forma que o desenvolvimento de outras empresas. O principal motivo é o fato de modelos aplicados a outras empresas só preverem a interação com o cliente para recebimento de feedbacks nas últimas etapas do desenvolvimento; até lá provavelmente já foram gastos tempo e recursos demais e não será possível fazer modificações significativas, o que, muitas vezes, gera como resultado um produto que não atende de fato às necessidades do cliente (ABSTARTUPS, 2021).

Além disso, os tempos de desenvolvimento da metodologia tradicional e daquela baseada na interação com o cliente também tem uma variação muito grande. As *startups* geralmente lidam com tecnologia ou ramos do mercado que estão em constante evolução e por isso mudam muito rápido, então a adoção de um modelo de desenvolvimento nos moldes tradicionais poderia significar a perda de uma janela de oportunidade (ABSTARTUPS, 2021).

Assim, recomenda-se, para esse tipo de empreendimento, que o desenvolvimento da solução ocorra de forma paralela ao desenvolvimento do cliente. Mas, propor isso não significa garantir o sucesso das *startups*, significa refletir sobre um processo mais aderente à natureza desse tipo de empreendimento considerando as implicações discutidas até sobre adoção de abordagem tradicional versus abordagem baseada na interação com o cliente.

## 2.2 TRL ou níveis de maturidade tecnológica

Uma tecnologia não nasce pronta para aplicação imediata. “Desde o momento em que é criada ou conceitualizada, necessita passar por diversas etapas de evolução, até a sua plena operação, de modo que esteja pronta para o uso ou a comercialização” (VELHO et al., 2017, p. 119).

Silva Neto (2015, apud QUINTELLA et al., 2018, p 20) informa que o “termo maturidade tecnológica foi cunhado na década de 1950 e se referia às necessidades humanas, ao crescimento econômico e à progressão da tecnologia da informação nas organizações”.

Para Quintella et al. (2019, p.19), o conhecimento sobre os ciclos de vida da inovação é essencial, em função das diversas vantagens que essa compreensão traz ao processo de nascimento de uma nova tecnologia. Para esses autores, essas vantagens contemplam a possibilidade de:

- avaliar a possibilidade de a tecnologia ser introduzida no mercado e o tempo para isso;
- estimar os investimentos e os riscos financeiros;
- avaliar a possibilidade de permanência no mercado;.
- definir qual a demanda da tecnologia;
- definir o potencial de desenvolvimento da tecnologia;
- definir ações visando minimizar gargalos tecnológicos (*Critical Technology Elements* – CTE).

As etapas que uma tecnologia percorre até chegar ao mercado podem ser compreendidas como níveis a ser superados até que possa fazer “parte de sistemas ou subsistemas e ser utilizada com segurança no mercado” (VELHO et al., 2017, p. 119). Em outras palavras, esse processo percorrido pela tecnologia também pode ser chamado de desenvolvimento da maturidade tecnológica, que, ao ser classificado em estágios, ajudará no entendimento entre seus interlocutores e proporcionará um conjunto de ganhos:

- chegar a um entendimento comum do estado de desenvolvimento da tecnologia;
- ajudar na tomada de decisões relativas ao desenvolvimento e à transição da tecnologia;

- ajudar a gerenciar o progresso da atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) dentro de uma organização;
- apoiar gestão de riscos;
- apoiar decisões de financiamento da tecnologia;
- apoiar decisões de transição da tecnologia (QUINTELLA et al., 2019, p 19).

Além dos ganhos supracitados, a classificação da tecnologia segundo níveis ou estágios de maturidade permite, por exemplo, entender em quais estágios uma tecnologia irá requer mais esforço de pesquisa e desenvolvimento ou maiores investimentos financeiros, bem como entender o grau do risco de não chegar ao mercado, devido a problemas típicos de cada fase, mesmo se mostrando uma tecnologia promissora, entre outros. Assim, a análise do ciclo de vida da inovação e a determinação do nível de maturidade são fundamentais para a competitividade empresarial, uma vez que identifica e avalia os riscos corridos em função da relação custo/benefício para um investimento (QUINTELLA et al., 2019).

De acordo com Andrade, Chagas Jr. e Silva (2019, p.32), um dos modelos mais utilizados para avaliar a maturidade tecnológica é o TRL, que se popularizou por sua aplicação nas principais agências aeroespaciais do mundo”, podendo também ser chamada de Níveis de Maturidade Tecnológica (NMT) ou Níveis de Prontidão Tecnológica (NPT) (QUINTELLA et al., 2018).

A escala TRL é uma ferramenta para a avaliação do status de desenvolvimento de uma tecnologia, cuja aplicação

[...] facilita o entendimento entre gestores, equipes internas e parceiros externos, sobre a fase de desenvolvimento em que se encontra um determinado ativo e a partir daí identificar os esforços e recursos necessários para o codesenvolvimento, ou a cocriação de tecnologias, no sentido de avançar na maturidade de uma determinada tecnologia com vistas a identificação de oportunidades de negócios e transferência (EMBRAPA, 2018, p.03).

Em outra definição complementar ao que já foi mencionado, a escala TRL é apresentada como ferramenta de avaliação tecnológica que auxilia na comunicação, permitindo “estabelecer os níveis de maturidade de uma tecnologia entre cientistas, tecnólogos e gerentes nos processos de desenvolvimento tecnológico” (QUINTELLA et al., 2018, p. 20).

Historicamente, o conceito de TRL foi introduzido na década de 1970 pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), como uma escala interdisciplinar que



permitisse realizar a avaliação e a comunicação em relação à maturidade de novas tecnologias (ANDRADE; CHAGAS JR.; SILVA, 2019, p.45). Mas a ideia de medir níveis de maturidade de uma tecnologia aparece em registros no desenvolvimento da Estação Espacial Internacional (ISS) já no ano de 1969, “como uma correlação com a revisão de prontidão para voo, *Flight Readiness Review* (FRR), utilizada em projetos de desenvolvimento de missões espaciais” (MANKINS, 2009, apud ANDRADE; CHAGAS JR.; SILVA, 2019, p.45).

A pesquisa revelou que o contexto que favoreceu o surgimento da escala foi a chamada “Corrida Espacial”, durante da Guerra Fria, período de intensa hostilidade entre Estados Unidos e Rússia, que travaram uma corrida científica para desenvolver tecnologia que os levaria ao espaço. Essa “Corrida Espacial” começou em 1947 e perdurou até 1989 (CERTI, 2021). Durante este período, foi revelado também que a motivação por trás da criação dessa ferramenta era a necessidade de gerenciar dezenas de projetos em desenvolvimento, monitorando as três variáveis críticas em qualquer projeto, a saber: investimento, cronograma e desempenho, de modo a avaliar quais das tecnologias que estavam sendo desenvolvidas tinham menor risco de insucesso e, portanto, que deveria receber mais investimento (CERTI, 2021).

Nas décadas seguintes à de 1970, a escala TRL continuou a ser difundida dentro e fora da NASA até que, em 1999, o *Government Accountability Office* (GAO) dos Estados Unidos da América recomendou ao seu Departamento de Defesa a adoção da escala TRL ou uma versão similar, “a fim de melhorar a qualidade de seus resultados de pesquisa e desenvolvimento” (ANDRADE; CHAGAS JR.; SILVA, 2019, p.46). A partir daí o Departamento de Energia (DOE) norte-americano também passou a utilizar a escala TRL (com algumas modificações para sua utilização) e atualmente a escala TRL “é mandatória em distintos organismos públicos nos EUA, como suporte à tomada de decisão em investimentos e processos de compras”, se popularizando nos anos 2000 em outros países e em setores econômicos (ANDRADE; CHAGAS JR.; SILVA, 2019, p.46).

Além do Departamento da Defesa e do Departamento da Energia dos EUA, o Programa de Inovação e Comercialização do Canadá, a Agência Espacial Europeia e outras agências governamentais também passaram a adotar a escala, o que demonstra o avanço na incorporação desse instrumento aos processos de avaliação

tecnológica (QUINTELLA et al., 2019). Também o programa Horizon 2020, o maior programa de Pesquisa e Inovação da União Europeia já criado, como mais de €80 bilhões de investimento disponíveis ao longo de 7 anos (2014 a 2020), utilizou a escala TRL como referência para definição de marcos de desenvolvimento (CERTI, 2021).

No Brasil, entidades de fomento vêm utilizando o TRL “para restringir as soluções que podem ser fomentadas e delimitar os escopos dos desenvolvimentos”, sendo bastante utilizada em discussões de P&D, principalmente em contratações (CERTI, 2021, p. 10). Entre os que se beneficiam da escala no Brasil, estão os diversos órgãos de governo, em especial as Forças Armadas, que vêm “utilizando o TRL como uma medida da prontidão de uma determinada tecnologia ou produto para sua aplicação prática, assim como para avaliar o nível de risco de desenvolvimento” (FERREIRA, 2018, p.28).

Velho et al. (2017, p. 126) afirmam que:

Essa sistemática métrica NMT já está consolidada no Departamento de Defesa Americano (DoD). Por sua vez, o Ministério da Defesa (MD) brasileiro, por meio de estudos conduzidos pelo Centro de Gestão e Estudo Estratégicos (CGEE), vem desenvolvendo essa métrica de análise da maturidade para seus projetos estratégicos, com o objetivo de minimizar riscos e estimar os recursos necessários, até que a tecnologia esteja pronta para o seu pleno uso operacional em sua missão. A sistemática também tem sido recomendada e utilizada em diversas iniciativas de fomento à inovação [...], como os fomentados pela EMBRAPII.

No que se refere à adoção pela EMBRAPII, a Orientação Operacional nº 02/2019 dessa empresa trata de aspectos específicos para a determinação dos níveis de maturidade tecnológica, com observância obrigatória na formulação e na execução de seus projetos (EMBRAPII, 2019). A referida orientação substituiu o anexo I do Manual de Operação das Unidades e dos Polos EMBRAPII, e está em vigor até sua incorporação em futura versão do citado manual.

Um marco importante na adoção da escala TRL pelo Brasil foi a publicação em 2015 da norma ABNT NBR ISO 16290:2015 – “Sistemas espaciais - Definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação” (ABNT, 2015), fundamentada na norma internacional ISO 16290:2013, que “define a escala TRL e seus critérios de avaliação, sendo aplicável principalmente a sistemas espaciais,

embora a escala possa ser aplicada a outros tipos de produtos” (ANDRADE; CHAGAS JR.; SILVA, 2019, p.46).

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), através da Resolução N° 191, de 2017, instituiu o projeto piloto de priorização do exame de pedidos de patentes depositados por Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) e passou a adotar como um dos critérios de análise prioritária a avaliação de TRL, considerando para isso aqueles pedidos cujo objeto de patente possui nível TRL superior a 5 (INPI, 2017).

É interessante mencionar que a classificação de uma tecnologia poderá variar de acordo com os objetivos e os resultados esperados pela entidade adotante. No Canadá, por exemplo, o Programa de Inovação e Comercialização, “apoia inovações pré-comerciais, por meio da concessão de contratos para empreendedores dessas inovações, desde que a maturidade da tecnologia seja entre TRL7 e TRL9” (PWGS, 2011, apud QUINTELLA et al., 2019, p. 41). No Brasil, uso do TRL pelo EMBRAPPII “serve para orientar a caracterização da inovação tecnológica na indústria, e as entregas ou os resultados previstos nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) contratados devem pertencer aos níveis de maturidade tecnológica de TRL3 a TRL6” (QUINTELLA et al., 2019, p. 40).

Quanto à definição desses níveis de TRL, ela ocorre “após um processo de avaliação denominado em inglês *Technology Readiness Assessment* (TRA), que considera aspectos conceituais, necessidades da tecnologia e demonstração do potencial tecnológico” (QUINTELLA et al., 2019, p. 23).

Metodologicamente, os níveis TRL podem ser vistos como uma ferramenta que avalia a tecnologia a partir da subdivisão do processo de desenvolvimento tecnológico em uma sequência de etapas – os níveis TRL –, que variam de uma escala de 1 a 9 apresentados na Figura 4. De acordo com os níveis do sistema de prontidão tecnológica considerado pela NASA, a escala TRL1 está relacionada à fase da tecnologia no momento da descoberta, em sua fase inicial, enquanto, ao chegar ao TRL9, a tecnologia já estará pronta para entrar no mercado.

Figura 4 - Definição dos níveis TRL conforme a NASA



Fonte: NASA, 2016 (apud ROCHA et al., 2017, p.47)

Ainda de acordo com a proposta da NASA, o quadro 1 apresentado por Mankins (1995, apud QUINTELLA et al., 2019, p. 25) mostra descrições complementares aos níveis de prontidão existentes na figura 4.

Quadro 1- Níveis de TRL propostos pela NASA com sua descrição genérica

Nível de TRL	Descrição
1. Princípios básicos observados e relatados	Este é o “nível” mais baixo de maturidade tecnológica. Nesse nível, a pesquisa científica começa a ser traduzida para pesquisa aplicada e desenvolvimento.
2. Conceito de tecnologia e/ou aplicação formulados	Uma vez que os princípios científicos básicos são observados, no próximo nível de maturação, as aplicações práticas dessas características podem ser inventadas ou identificadas. Esse nível ainda é especulativo: não há prova experimental ou análise detalhada para apoiar a hipótese.
3. Função crítica analítica e experimental e/ou prova característica do conceito	Nesta etapa é iniciada a pesquisa e o desenvolvimento (P&D). Incluiu tanto os estudos analíticos para definir a tecnologia em um contexto apropriado, como estudos em laboratório para validar as previsões analíticas. Esses estudos e experimentos validam a “prova de conceito preliminar” das aplicações/conceitos formulados na TRL2.
4. Validação de componentes e/ou protótipo em ambiente de laboratório.	Os elementos tecnológicos básicos devem ser integrados para que as “partes” funcionem em conjunto para alcançar os níveis de conceito de desempenho para um componente e/ou protótipo. Essa validação do conceito formulado anteriormente deve ser compatível com as exigências de aplicações potenciais. A validação é “baixa fidelidade” em comparação com o eventual sistema, podendo ser composto de componentes discretos ad hoc em um laboratório.
5. Validação de componentes e/ou protótipo em ambiente relevante	A fidelidade do componente e/ou protótipo a ser testado aumenta significativamente. Os elementos tecnológicos básicos são integrados com elementos de apoio razoavelmente realistas para

**Continua**

	que as aplicações totais (componente de nível, nível subsistema, ou em nível de sistema) sejam testados num ambiente “simulado” pouco realista.
6. Sistema de modelo/ subsistema ou demonstração do protótipo em um ambiente relevante (solo ou espaço)	Aumenta a fidelidade da demonstração da tecnologia. Testa um modelo ou protótipo de sistema ou sistema representativo – que vão muito além ad hoc, “patchcabo” ou componente discreto nível breadboarding – num ambiente relevante. Se o único “ambiente relevante” é o espaço, então deve ser demonstrada no espaço.
7. Demonstração do protótipo do sistema em um ambiente espacial	TRL7 é um passo significativo exigindo um protótipo de sistema de demonstração real em um ambiente espacial. O protótipo deve estar perto ou na escala do sistema operacional planejado e a demonstração deve ter lugar no espaço.
8. Sistema real concluído e “voo qualificado” por meio de teste e de demonstração (solo ou espaço)	Em quase todos os casos, esse nível é o fim do verdadeiro “desenvolvimento do sistema” para a maioria dos elementos de tecnologia. Isso pode incluir a integração de novas tecnologias em um sistema existente.
9. Sistema real “voo comprovado” por meio de operações de missões bem-sucedidas	Usualmente, consiste de pequenos ajustes finais, podendo incluir a integração de novas tecnologias em um sistema existente. Não inclui a melhoria planejada do produto de sistemas contínuos ou reutilizáveis.

Fonte: Mankins (1995, *apud* QUINTELLA et al., 2019, p. 25)

Adicionalmente, Quintella et al. (2019, p. 24) ajudam a compreender melhor os níveis do TRL apresentados pela NASA considerando as seguintes reflexões: o TRL 1 está relacionado à fase de ideação da tecnologia; o TRL 2 refere-se à fase de “pesquisa exploratória baseada num conceito tecnológico e/ou ideia de aplicação”; o TRL 3 consiste na “pesquisa sistemática baseada no mínimo de resultados favoráveis”; a partir do TRL 4 são iniciadas as fases de validação de componentes, mas ainda em laboratório; no TRL 5 a validação dos componentes ocorrem em ambiente relevante. O TRL 6 é a fase em que o protótipo ou modelo representativo é avaliado do em ambiente relevante; o TRL 7 é a fase de comissionamento da tecnologia; o TRL 8 “a tecnologia demonstrou estar de acordo com as condições especificadas” e, por fim, no TRL 9, é a fase em que a tecnologia já está finalizada e pronta para ser comercializada.

Apesar de as definições sobre o TRL apresentadas pela NASA serem as mais aceitas, há ainda outras utilizadas por outras instituições, resultado de adaptações em função da necessidade específica de cada entidade. Reconhece-se, portanto, a NASA como autora da escala TRL, mas é importante ressaltar que a escala originalmente proposta foi atualizada, modificada e rapidamente adotada por diferentes instituições (QUINTELLA et al., 2019, p.23).

Com objetivo de ilustrar essa variedade de escalas adaptadas, pode-se citar o caso prático do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos que fez

adaptações na escala TRL para avaliar a maturidade de um medicamento e permitir a comunicação sobre status do desenvolvimento desse medicamento (quadro 2).

Quadro 2 - Adaptação da escala TRL pelo Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA

Níveis	Descrição
TRL1	Revisão da base de conhecimento científico
TRL2	Desenvolvimento de hipóteses e design (projeto) experimental
TRL3	Identificação e caracterização do público (candidato) alvo
TRL4	Otimização do público (candidato) e demonstração de atividades e da eficácia non-GLP (non em inglês é não ao que vem depois/não faço ideia sobre GLP).
TRL5	Caracterização avançada do público (candidato) e iniciação do desenvolvimento do processo GMP
TRL6	Produção de lote piloto de GMP, submissão de IND e fase 1 de ensaio clínico.
TRL7	Aumento de escala, iniciação do processo de validação GMP e fase 2 de ensaio clínico
TRL8	Validação consistente do lote de fabricação GMP
TRL9	Pós-licenciamento e pós-atividades de aprovação

Fonte: USA, 2011, p. 4

O Departamento de Energia dos Estados Unidos também, além de adotar a escala para avaliação de maturidade de seus projetos, criou uma versão adaptada à realidade de seus projetos, conforme demonstrado no quadro 3.

Quadro 3 - Adaptação da escala TRL pelo Departamento de Energia

Níveis	Descrição
TRL1	Princípios básicos observados
TRL2	Aplicação de conceito tecnológico formulado
TRL3	Prova de conceito
TRL4	Componente/sistema de validação em laboratório
TRL5	Validação em ambiente relevante
TRL6	Escala piloto validada em ambiente relevante
TRL7	Demonstração em escala real em ambiente relevante
TRL8	Sistema completo e operacional (teste e demonstração).
TRL9	Condições reais operadas por sistema completo

Fonte: USA, 2011, p. 4

A Comunidade Europeia também tem uma versão própria dos níveis de TRL, para o programa HORIZON 2020, com as definições para cada nível de maturidade que podem ser conhecidas a partir do quadro 4.

Quadro 4 - Níveis de TRL – Comunidade Europeia para o programa HORIZON 2020

Níveis	Descrição
TRL1	Princípios básicos observados
TRL2	Conceito de tecnologia formulado
TRL3	Prova experimental do conceito
TRL4	Validação de tecnologia no laboratório

Continua

TRL5	Validação de tecnologia no ambiente relevante (ambiente industrial relevante no caso das tecnologias facilitadoras essenciais)
TRL6	Tecnologia demonstrada no ambiente relevante (ambiente industrial relevante no caso das tecnologias facilitadoras essenciais)
TRL7	Demonstração do protótipo do sistema no ambiente operacional
TRL8	Sistema completo e qualificado
TRL9	Sistema real testado em ambiente operacional (produção competitiva no caso de tecnologias-chave, ou no espaço)

Fonte: HORIZON (2015, apud QUINTELLA et al., 2019, p. 27).

O quadro 5 apresenta as definições dos Níveis de TRL estabelecidos pela EMBRAP II na Orientação Operacional nº 02/2019.

Quadro 5 -Descrição dos níveis TRL na Orientação Operacional nº 02/2019 estabelecida pela EMBRAP II - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

Nível de Maturidade TRL	Dimensões de Análise			Descrição geral para produtos
	Escala (do objeto)	Fidelidade (do objeto)	Ambiente (onde a função tecnológica é desenvolvida)	
1	-	Descrição	-	Princípios básicos observados e reportados
2	-	Descrição	-	Concepção tecnológica e/ou aplicação formulada
3	Laboratório	Componentes físicos	Emulação/ Simulação	Prova de conceito das funções críticas de forma analítica e experimental
4	Laboratório	Componentes físicos representantes da função total	Emulação/ Simulação	Validação em ambiente de laboratório de componentes ou arranjos experimentais básicos de laboratório "breadboard"
5	Laboratório	Similar: a configuração corresponde à aplicação final em quase todos os aspectos	Relevante	Validação em ambiente relevante de componentes ou arranjos experimentais com configurações físicas final "brassboard"
6	Engenharia ou Piloto: 1/10 da escala final, podendo ser menor a dependendo da aplicação, dado que engenharia/piloto < escala final	Similar: a configuração corresponde à aplicação final em quase todos os aspectos	Relevante: ambiente de teste que estimula os aspectos fundamentais ambiente operacional	Modelo do sistema ou subsistema, com protótipo de demonstrador em ambiente relevante

Continua

7	Final/ Completo: aplicação em escala final	Similar: a configuração corresponde à aplicação final em quase todos os aspectos	Operacional: ambiente que engloba todos os requisitos operacionais e especificações exigidas do produto	Protótipo de demonstrador do sistema em ambiente operacional
8	Final/ Completo: aplicação em escala final	Idêntico: corresponde à aplicação final em todos os aspectos	Operacional: ambiente que engloba todos os requisitos operacionais e especificações exigidas do produto	Sistema totalmente completo, testado, qualificado e demonstrado. Exemplos incluem a aprovação.
9	Final/ Completo: aplicação em escala final	Idêntico: corresponde à aplicação final em todos os aspectos	Operacional: ambiente que engloba todos os requisitos operacionais e especificações exigidas do produto	O sistema já foi operado em todas as condições, extensão e alcance. Exemplos incluem o uso do produto em todo seu alcance e quantidade

Fonte: baseado na EMBRAPAII, 2019

É importante compreender que, na escala TRL, uma etapa tecnológica somente avança com evidências cumpridas no nível anterior, de modo que o tempo e o esforço da tecnologia para mover-se são dependentes da evolução do desenvolvimento tecnológico (VELHO et al., 2017).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) também é um exemplo de entidade que procurou adaptar a escala à sua realidade, com um manual e exemplos de aplicações (CERTI, 2021). O manual foi elaborado pela Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento (SPD) com objetivo de alinhar e internalizar o uso da Escala TRL/ MRL<sup>2</sup> no macroprocesso de inovação da Embrapa, o que permitirá a unificação de linguagem entre a Embrapa e seus parceiros no se refere ao acompanhamento técnico dos projetos e de qualificação de ativos (EMBRAPA, 2018).

De forma bastante simplificada e genérica, a Embrapa descreve os níveis de maturidade do TRL (EMBRAPA, 2018) como: TRL 1 – ideação; TRL 2 – concepção;

<sup>2</sup> MRL, sigla da expressão em inglês *manufacturing readiness level*, é traduzida como nível de maturidade de fabricação ou nível de prontidão de manufatura, do inglês. Trata-se de uma escala definida pelo Departamento de Defesa norte americano (DoD), para acompanhar e avaliar a fabricação de produtos ou protótipos. É composta por 10 níveis. Cada nível corresponde a um conjunto de critérios que devem ser satisfeitos para identificar o patamar de maturidade de fabricação que determinado produto ou protótipo se enquadra (ANDRADE; CARVALHO; MELO, 2019).



TRL 3 – prova de conceito de função crítica; TRL 4 – otimização; TRL 5 – prototipagem; TRL 6 – escalonamento; TRL 7 – demonstração em ambiente de demonstração; TRL 8 – produção; TRL 9 – produção continuada.

As várias definições quantos aos níveis de TRL mostram que não existe um controle rígido sobre a adoção da escala. De forma geral as variações demonstradas apresentam considerações genéricas e subjetivas sobre os requisitos, o que torna necessário a especificação dos parâmetros utilizados para relacionar uma tecnologia ao seu TRL. De acordo com GAO, “uma vez que as definições não são totalmente inclusivas e podem variar segundo tecnologia e aplicação, as organizações podem moldar as definições para acomodar sua própria aplicação” (CERTI, 2021).

Até aqui, é possível perceber que a abrangência de uso do TRL na avaliação tecnológica pode ser compreendida principalmente pela natureza dos benefícios que proporciona.

A correta aplicação desta escala facilita o entendimento entre gestores, equipes internas e parceiros externos, sobre a fase de desenvolvimento em que se encontra um determinado ativo e a partir daí identificar os esforços e recursos necessários para o co-desenvolvimento, ou a co-criação de tecnologias, no sentido de avançar na maturidade de uma determinada tecnologia com vistas a identificação de oportunidades de negócios e transferência (EMBRAPA, 2018, p. 3).

Vale ressaltar, ainda, que a escala TRL teve grande importância ao ajudar a preencher uma lacuna até então existente no gerenciamento das atividades de tecnologia da exploração espacial, que era a necessidade de uma abordagem sistemática capaz de “comunicar a prontidão da tecnologia e a previsão de implementação entre os comunidade de pesquisa e planejamento de missões” (NASA, 2014, p.3 ), uma vez que esse tipo de empreendimento costuma envolver centenas de pessoas participando de pesquisas, desenvolvimento, fabricação e uso de tecnologias (NASA, 2014).

Apesar de todas as vantagens geradas pela classificação da maturidade a partir do TRL, como toda ferramenta, ela também tem suas limitações. Algumas delas são apresentadas por Quintella et al. (2018) ao citar os autores Dawson (2007) e Valerdi e Kohl (2004), com a seguinte relação das desvantagens decorrentes de sua aplicação:

- nem sempre levar em conta a adequação ou o vencimento da tecnologia;
- não levar em consideração a aceitação pela sociedade (um produto maduro pode possuir maior ou menor grau de aptidão para o uso num contexto específico do que outro produto com maturidade inferior);
- não levar em conta o ambiente operacional;
- tender a desconsiderar fatores negativos e de obsolescência da tecnologia.
- existir, para cada tecnologia ou setor de aplicação tecnológica, a sua própria classificação (QUINTELLA et al., 2018, p 20).

Uma das principais críticas à escala refere-se à sua natureza estática e apresentar a tecnologia apenas num determinado momento, “não mostrando as dificuldades que a tecnologia terá para avançar rumo à maturidade” (QUINTELLA et al., 2018, p.30).

Bakke (2017, p. 7-8) ressalta que o uso do TRL exige a compreensão pelos usuários sobre essas limitações do sistema e com isso aponta uma outra relação dessas limitações:

- a integração e as visualizações do sistema não estão inclusas no escopo do TRL, o que não permite definir se as interfaces de integração estão prontas para se integrar a um sistema de nível superior;
- os processos, métodos, algoritmos ou arquitetura de um sistema não são considerados adequadamente na análise de maturidade;
- a complexidade e incerteza de um sistema inteligente não podem ser medidas e controladas pela escala;
- o risco e grau de dificuldade não são avaliados, o que acaba não dando subsídios para avaliar a dificuldade de transição entre um nível e outro;
- os aspectos do ciclo de vida dos sistemas esperados na fase de operação (TRL 9 - NASA) não são considerados na análise de transição entre os níveis;
- TRL e modelos de desenvolvimento muitas vezes não se alinham gerando efeitos negativos principalmente em projetos de alta incerteza;
- a escala não indica probabilidade de obsolescência ou necessidade de mudanças da tecnologia em desenvolvimento em função das expectativas que vão surgindo com o passar do tempo;
- a presença de um julgamento subjetivo do avaliador que pode afetar o resultado;
- a existência de fragilidade para avaliação de sistemas e cadeias de valor.

Como consequência dessas limitações uma série de níveis alternativos de prontidão surgiram para avaliar a maturidade de uma tecnologia. Quintella et al. (2019, p. 32) com base em DHS (2009) e Smith (2004), dizem que

[...] a cobertura TRL foi expandida de indicadores exclusivamente técnicos para incluir dimensões adicionais de métricas de prontidão, como: maturidade de hardware e software; maturidade do sistema; maturidade programática; maturidade de fabricação; e maturidade de integração.

Além dos sistemas alternativos de mensuração de níveis de maturidade tecnológica já citados, Bakke (2017, p.8) adiciona as escalas de mensuração:

- Nível de Prontidão de Projeto (Design) (DRL);
- Nível de prontidão de capacidade (CRL);
- Nível de prontidão humana (HRL);
- Nível de prontidão de logística (LRL);
- Nível de prontidão operacional (ORL);
- Nível de prontidão para inovação.

Apesar de todas as limitações apontadas, é importante ressaltar que a

[...] importância relativa do TRL aumenta à medida que se tornou uma pedra angular para outros sistemas de avaliação” e que mesmo com a existência desses outros métodos de avaliação de maturidade, continua sendo uma escala de “uso generalizado em governos e multinacionais organizações como as agências governamentais dos EUA, OTAN e EU (BAKKE, 2017, p.8).

### 2.2.1 Avaliação de maturidade tecnológica (TRA)

A avaliação da maturidade tecnológica é um conceito encontrado nos documentos da NASA:

TRA é um processo sistemático para desenvolver o nível apropriado de entendimento (técnico e de risco) necessário para a inserção bem-sucedida da tecnologia em um sistema em desenvolvimento. Existem inúmeras razões e benefícios para a realização de TRAs, incluindo a redução da incerteza no desenvolvimento da tecnologia, o melhor entendimento do custo do projeto e do risco do cronograma, facilitando a infusão de tecnologias nos sistemas operacionais e melhorando a tomada de decisões sobre investimentos em tecnologia (NASA, 2016, p. 9, tradução nossa).

A determinação da maturidade tecnológica é uma importante etapa do processo de investigação para indústria, além de servir, como já dito aqui, “como uma ferramenta de gestão do risco inerente à tecnologia em desenvolvimento”, por meio de uma série de etapas, os chamados níveis de TRL (QUINTELLA et al., 2018, p 27). Esse sistema de medição, além de permitir a avaliação de uma tecnologia específica, permite também a comparação consistente da maturidade entre diferentes tipos de tecnologia (QUINTELLA et al., 2018).

O TRA também contribui na análise para investimentos. Quintella et al. (2019, p.36) dizem que a determinação do TRL de uma tecnologia é um aspecto importante na tomada de decisão em relação à “fonte de financiamento mais adequada para custear o próximo nível de maturidade”, sendo que cada uma dessas fontes “arca com um tipo de risco que está incorporado ao plano de negócio da organização”.

Para classificar uma tecnologia em níveis de TRL é preciso recorrer a indicadores e relacioná-los aos níveis da escala. Como exemplo, Quintella et al. (2019, p. 34) citam alguns indicadores:

- razão entre patentes e artigos;
- coeficiente angular de eixos cartesianos bidimensionais de artigos versus patentes;
- curva S de Nolan de disseminação de artigos;
- curva S de Nolan de disseminação de patentes;
- curva S de Nolan de disseminação de produtos no mercado;
- lapso de tempo entre aumento do preço do barril de petróleo e do desenvolvimento de tecnologias de recuperação avançada de petróleo;
- índice de Desenvolvimento Humano e Produto Interno Bruto;
- razão entre número de patentes de uma tecnologia de uma organização versus o país onde ela atua.

Esses indicadores, por sua vez, são verificados a partir de um conjunto de dados que tornam possíveis a análise em níveis de maturidade:

- o número de resumos em eventos;
- o número de trabalhos completos em eventos;
- o número de palavras-chave;
- o número de pedidos de patentes de invenção, patentes do tipo modelo de utilidade, marcas, desenhos industriais, entre outros tipos de propriedade industrial;
- os dados de balanços mobiliários de empresas;
- os dados de balanços sociais de empresas;
- os dados de bancos de jurisprudência;
- os dados de releases e homepages de empresas, portfólios, produtos e processos no mercado; e
- os dados de importação e de exportação. (QUINTELLA et.al, 2019, p. 33).

Como demonstração da relação entre indicadores e estágios do TRL, o Quadro 6 apresenta uma proposta, conforme Quintella et al. (2019, p. 34-35).

Quadro 6 - Relação entre indicadores e estágios do TRL

Níveis de TRL	Indicadores Relacionados
Nível 1	Ainda em estágio de ideia, baseada em conteúdo presente no estado da arte e da técnica e da inovação.
Nível 2	A tecnologia já é citada em resumos de congressos, hackatons, entre outros.
Nível 3	Já existem publicações de artigos em revistas indexadas acerca da tecnologia.
Nível 4	Já existem patentes de invenção relacionadas à tecnologia depositadas, mas nesse estágio a maioria delas costumam ser patentes acadêmicas.
Nível 5	Nesse estágio é comum já existir licenciamentos da tecnologia, ou depósitos de patentes de invenção (por empresas com ou sem titularidade com organizações acadêmicas) e também depósitos visando à exportação da tecnologia que está sendo desenvolvida.
Nível 6	São usuais as patentes de modelo de utilidade acerca da tecnologia, e é possível obter outros dados em balanços mobiliários e balanços sociais de empresas relacionados à tecnologia.
Nível 7	Quando já é possível avaliar o potencial comercial da tecnologia (valoração).

Continua

Nível 8	Realização de estudos de mercado com objetivo de estimar mercado potencial a ser atingido.
Nível 9	A tecnologia está pronta para ser comercializada, arcabouço legal e permissão de comercialização já disponíveis.

Fonte: Quintella et al. (2019, p. 34-35)

Para “uma tecnologia com maturidade de TRL4 a TRL7, é essencial obter financiamento para continuar o seu desenvolvimento” (QUINTELLA et al., 2019, p.36). Assim, faz-se necessário adicionar, a essa análise mostrada no Quadro 6, indicadores fundamentais para tomada de decisão em função de investimento.

Como pode ser visto até aqui, para a definição dos níveis de maturidade de uma tecnologia vários aspectos são considerados. De acordo com Andrade, Chagas Jr. e Silva (2019, p.36),

[...] existem algumas formas de aplicar a metodologia de TRL, dentre elas as utilizadas pelas agências aeroespaciais Europeia (ESA) e Americana (NASA), pelo departamento de defesa dos EUA (DoD) e pelo laboratório de pesquisa da força aérea dos EUA (AFRL) e pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço Brasileiro (IAE).

Visualizado inicialmente como um processo de orientação para caracterização do sistema ou redução de risco (em que a noção de "risco tecnológico" está implícita), algumas ferramentas semiautomáticas foram concebidas para auxiliar no processo subjacente de avaliação de prontidão de tecnologia, envolvendo uso de planilhas e software (XAVIER JR. et. al, 2020).

No caso da NASA, a avaliação ocorre através de aplicação de questionário e uso de matriz de TRL possibilitando “uma comparação de uma tecnologia com outra, deixando a visibilidade do status da tecnologia de um projeto mais fácil” (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019, p.36). Em relação ao questionário,

[...] utilizam-se perguntas do maior TRL para o menor. Inicia-se a aplicação metodológica com a pergunta de TRL 9: “Uma unidade idêntica foi lançada/operada com sucesso em configuração/ambiente idêntico?.” Com a resposta positiva obtém-se o nível de maturidade como tecnologia de TRL 9. Caso a resposta seja negativa, realiza-se então a segunda pergunta: “Uma unidade idêntica em uma configuração/ arquitetura diferente operou com sucesso no espaço ou ambiente alvo ou foi lançada? ”, assim sucessivamente até obter um TRL (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019, p.36).

Já o Departamento de Defesa dos EUA criou seu próprio guia de aplicação, o chamado *Guidance*, no qual está definido todo processo de avaliação, o que envolve etapas, pessoas -chaves, a descrição da atividade realizada e informações de apoio

que funcionam como *check-list* (ROCHA, 2016, p.34). Essas etapas iniciam-se antes da realização da avaliação, o que ocorre da seguinte forma: primeiro é preciso estabelecer um plano e prazo, agendamento da aplicação; depois formar uma equipe de acordo com perfil desejado; próximo passo é identificar as tecnologias a serem avaliadas; quarto passo é recolher os materiais para avaliação; então deve ocorrer a avaliação de TRL; e por fim gerar um relatório da avaliação (ROCHA, 2016, p.34).

A Agência Espacial também desenvolveu um manual para aplicação de TRL no setor espacial, o *Handbook*, que traz os passos para aplicação e a definição de critérios para utilização de resultados obtidos com essa escala (ROCHA, 2016, p.34). No total são 6 passos foram propostos para avaliação:

- 1 - definição formal dos termos de referência para a avaliação (incluindo calendário, como os dados serão fornecidos para o processo, os critérios detalhados para o TRL etc.);
- 2 - identificação dos dados de apoio fundamentais (por exemplo, ambiente operacional, sistema de espera aplicações etc.);
- 3 - identificação dos participantes da avaliação TRL (incluindo a participação adequada de tecnólogos e / ou sistemas de participantes do programa);
- 4 - desenvolvimento e fornecimento de dados de tecnologia para o TRL (muitas vezes incluindo preparatório reuniões e / ou estudos realizados por membros da comunidade de tecnologia envolvida);
- 5 - implementação do próprio TRL (muitas vezes envolvendo reuniões de uma comissão de revisão formal); e
- 6 - desenvolvimento de um relatório da avaliação TRL (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019, p. 40).

Quanto aos critérios mencionados, a tecnologia passa por um fluxograma de quatro critérios - descrição, requisitos, verificação e viabilidade -, descritos abaixo:

- descrição: são os detalhes da pesquisa e o desenvolvimento que tem sido realizado, ou a tecnologia que tem sido avaliada.
- requisitos: é o grau em que se encontra o conhecimento para aplicação da futura tecnologia.
- verificação: é o ambiente no qual ocorreu o teste da nova tecnologia. É semelhante ou o mesmo ambiente onde a tecnologia será usada em operações.
- viabilidade: é o futuro potencial de avanço da tecnologia, incluindo tanto o risco como a viabilidade programática, esforços que devem ser claramente estabelecidos (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, p.40).

É importante salientar que o *Handbook* foi criado em 2008, mas desde 2015 a agência passou a usar os critérios estipulados pela ISO 16290:2013 (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, p.39).

Outro exemplo de aplicação, baseado em documentos da NASA e do DoD, é a ferramenta a *Technology Readiness Assessment Tool*, popularmente conhecida como *TRL Calculator*, que “trata-se de um aplicativo de planilhas do Microsoft Excel® que permitem ao usuário responder a uma série de questões, exibindo o TRL alcançado”. (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019, p.38).

A calculadora de TRL é composta por um conjunto de “questões que identificam pré-requisitos necessários para serem atendidos em cada nível” e como resultado apresentam “o enquadramento do nível de maturidade de uma determinada tecnologia em um setor específico” (QUINTELLA et al., 2019, p.29). Ela proporciona uma padronização na aplicação, tornando a metodologia “mais acessível na comparação com diferentes tecnologias que podem avaliar tanto hardware como software” (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019, p.38).

Atualmente a *TRL Calculator* encontra-se na versão 2.2, resultado de algumas modificações feitas nas escalas para esclarecer os níveis de maturidade ambíguos (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019). As calculadoras permitem que o usuário possa avaliar a tecnologia a partir de três tipos de combinações: i) apenas questões de TRL; ii) questões de TRL e MRL ou PRL; ou iii) todas as categorias juntas (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019).

O processo de avaliação inicia-se quando o avaliador opta por um tipo de avaliação: MRL; PRL; e TRL. Define, então, se a avaliação ocorrerá com hardware, software ou ambos. O próximo passo é uma série de descrições (questões) relacionadas aos respectivos níveis de maturidade da tecnologia a ser avaliada, iniciando como o processo de avaliação da NASA.

Concluído esse processo e definido em que nível de TRL o pesquisador acredita que se encontra a pesquisa, continua fazendo checklist de cada nível de TRL até o nível que julga indicado, podendo definir se tem todos os requisitos básicos de cada TRL (ANDRADE; CHAGAS JR; SILVA, 2019, p.39).

No Brasil foi desenvolvida a Calculadora TRL IAE/ITA-2016-1, que é executada no software MS Excel. Ela possui 89 questões organizadas em torno de temas e o seu layout foi desenvolvido com base no *TRL Calculator* do AFRL. Para construção do questionário base foram utilizados os critérios da NBR ISO 16290:2015 e outras questões estratégicas, “abordando aspectos qualitativos, análises do ambiente interno e externo do projeto” (ROCHA, 2016, p.59). Na ferramenta também foi utilizado um grau de tolerância, que é o percentual aceito para conclusão de um TRL na avaliação

das questões desenvolvidas; somente com cumprimento mínimo de respostas positivas para questões se torna possível mudar para o próximo nível de maturidade (ROCHA, 2016).

É importante ressaltar que “uma única calculadora TRL não atende a todas as peculiaridades das áreas tecnológicas. Assim, diversas calculadoras TRL específicas são necessárias” (QUINTELLA et al., 2019, p.29), isso porque muitos dos setores acabam abarcam outros subsetores com características únicas e muitas vezes divergentes, o que torna “necessário o aperfeiçoamento das questões para avaliação de cada nível de maturidade por subárea” (idem).

Assim, as escalas de maturidade são métricas de bastante importância para orientar de forma organizada a trajetória de desenvolvimento de uma tecnologia até ela estar pronta para o mercado. No entanto, essa jornada pode se mostrar diferente para cada tecnologia, o que justifica adaptações de escalas e de processos de avaliação de maturidade em função das necessidades específicas de cada tecnologia e contexto em que está inserida.

### **2.3 Aplicação da escala TRL na avaliação de desenvolvimento de uma *startup***

As *startups* procuram se orientar em função da visão de criar um negócio próspero e capaz de solucionar algum problema real da sociedade. Essa visão poderá ser alcançada na medida em que essas empresas empregam uma estratégia e geram, como resultado, um produto ou um serviço relevante (RIES, 2011).

Assim como toda empresa, as *startups* também precisam compreender como funciona seu negócio; por isso devem buscar um modelo de operação que direcionará a forma como criarão suas soluções e entregarão valor aos seus clientes, o que envolve a observação direta dos diversos elementos que compõem um negócio (PINTO, 2015).

A criação desse tipo de empresa envolve a geração de ideias e busca de oportunidades; a definição de mercado compreendendo claramente quem são seus clientes; o projeto do negócio, definindo a solução que oferecerá ao mercado (um produto ou serviço); o valor de capital que deve ser investido; os registros necessários em órgãos competentes, a divulgação da empresa, fabricação e comercialização de produtos (PINTO, 2015, p.50).



Como já dito anteriormente, o desenvolvimento de uma *startup* está relacionado à entrega de soluções inovadoras para o mercado; no entanto, em se tratando do desenvolvimento de novas tecnologias, o risco de insucesso é sempre real. Quintella et al. (2018) dizem que as tecnologias nos seus níveis iniciais requerem significativos investimentos financeiros, assim como maior empenho em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, “por isso é grande o risco de uma tecnologia, que se mostrava promissora em sua fase inicial, ter sérios problemas tecnológicos e não chegar ao mercado” (QUINTELLA et al., 2018, p. 18).

Assim, o processo de desenvolvimento de novos produtos ou serviços em *startups* possui uma relação inversamente proporcional entre risco e maturidade tecnológica: “o risco é tanto maior, quanto menor é a maturidade da tecnologia, já que as etapas para que chegue em fase de comercialização aumentam” (QUINTELLA et al., 2018, p. 18).

Uma vez que esses riscos não podem ser evitados, mas na maioria das vezes podem apenas ser mitigados, a adoção de uma ferramenta capaz de auxiliar na avaliação de maturidade da tecnologia é muito importante para os tomadores de decisão executarem *benchmarking*, gerenciarem riscos, deliberarem sobre financiamento, preverem o lançamento da tecnologia ou produto no mercado, entre outros (VELHO et al., 2017).

Levando isso em conta, neste trabalho é apresentada a escala TRL como uma escala adequada para avaliar novos negócios inovadores. Embora a escala tenha surgido com foco na aplicação para as comunidades de tecnologia espacial, sua adoção disseminou-se para outros segmentos tecnológicos, favorecida pela sua natureza multidisciplinar que permite a análise de tecnologia em diferentes áreas do conhecimento (ANDRADE et. al., 2019).

De acordo com a NASA (2014), foi a compreensão da necessidade de comercialização dos resultados de pesquisas que promoveu a adaptação do uso dessa escala para outros tipos de organizações, que vão desde departamentos governamentais até grandes empresas. Essas organizações utilizam as definições originais dos níveis TRL como base e realizam os ajustes necessários para atender às suas necessidades de avaliação de maturidade (NASA, 2014).Silva (2019) propõe

que as *startups* deveriam conhecer a escala TRL, cada vez mais utilizada por investidores no Brasil e no mundo. No que se refere às *startups*, essa escala tem sido aplicada por programas de desenvolvimento de tecnologia para avaliar a maturidade de tecnologias que recebem apoio de recursos públicos e privados voltados para inovação tecnológica.

A adoção da escala de dos níveis de prontidão tecnológica tem uma série de vantagens, principalmente relacionadas à comunicação, análise de riscos e fornecimento de informações para tomada de decisões. Silva (2019, p.21) afirma que conhecer a relação existente entre TRL e ciclo de vida das *startups* permite que empreendedores tenham um maior entendimento sobre os diversos ciclos do negócio, especialmente sobre o período considerado como Vale da Morte<sup>3</sup>, uma vez que possibilitam acompanhar e comunicar os riscos no desenvolvimento da tecnologia em questão, o que é muito importante na avaliação desenvolvimento de *startups*.

É possível encontrar alguns autores que já usam a TRL para identificar o status de uma *startup* e os riscos associados a ela de acordo com o estágio de desenvolvimento de seu produto ou serviço. Musse et.al (2018, p.174) entendem *startup* como “um modelo empresarial de rápido desenvolvimento de tecnologias, aumentando de forma acelerada sua TRL, visando a verificar a viabilidade”. Para esses mesmos autores, esses tipos de empreendimento são frequentemente atuantes na TRL4 até à TRL8, mas “não existe TRL definida para iniciar ou finalizar uma empresa *startup*” (MUSSE et al., 2018, p.163).

[As *startups*] podem atuar em TRL5 a TRL8, desenvolvendo tecnologia e aumentando sua maturidade, mas não colocando o produto ou o processo no mercado, transferindo a tecnologia para outra empresa atuar na TRL9. Elas podem também atuar até ao TRL9 fabricando e comercializando a tecnologia desenvolvida (MUSSE et al., 2018, p.159).

É importante lembrar que a classificação em níveis de maturidade exige verificação de indicadores e marcos correlatos ao referido estágio de desenvolvimento. Musse et al. (2018, p.163-164) apontam que os empreendimentos que se enquadram no nível

---

<sup>3</sup> Para Francoso e Queiroz (2016, p. 94), “O vale da morte tecnológico ocorre após a etapa de P&D, quando é necessário mais capital, para que seja possível testar a tecnologia desenvolvida em laboratório. Nessa fase, há certa relutância dos investidores em financiá-la, devido aos altos riscos envolvidos em etapas mais iniciais [...]. O vale da morte comercial atinge tecnologias que já mostraram potencial, mas que ainda necessitam de grandes somas, para demonstrarem que são comercialmente viáveis, sendo necessários recursos para comercialização e produção [...]”.

TRL 4 tendem a possuir patentes que pertencem aos inventores que criaram a empresa; quando estão no TRL 6, a empresa nascente “já tem consigo um portfólio de propriedade industrial próprio ou licenciado”; quando finalmente alcançam os níveis de TRL 7 e 8, as empresas já estão “usualmente adequando uma tecnologia já existente a um aperfeiçoamento ou a um novo mercado”.

Como já dito até aqui, o uso da TRL tem um papel fundamental no mapeamento de riscos e na tomada de decisões pelas partes interessadas. Como recomendações para mitigação desses riscos nas *startups*, Musse et al. (2018, p.164) propõem um conjunto de ações diretamente relacionadas às fases de maturidade em que estão em determinado momento. Para aquelas que estão no TRL 5, é recomendado principalmente a definição de uma estratégia de apropriação, criando barreiras de patentes, o que inclui reserva dos mercados potenciais pelo *Patent Cooperation Treaty* (PCT)<sup>4</sup> e o monitoramento de competidores e parceiros. Para as *startups* que se encontram no nível de maturidade equivalente ao TRL 6, é necessário o aprofundamento no conhecimento sobre os parceiros existentes e potenciais, através por exemplo de “balanços mobiliários e balanços sociais de empresas, bancos de jurisprudência, releases e homepages de empresas, portfólios, produtos e processos no mercado” (MUSSE et al., 2018, p.164), além da construção de *roadmaps* tecnológicos de países e de empresas com objetivo de avaliar melhor o interesse pela tecnologia.

Ainda como recomendações para as *startups*, aquelas que estiverem no TRL7 e TRL8, devem realizar a valoração da tecnologia, estudos de mercado, de importação e de exportação, além de verificar a existência de jurisprudência associada ao uso de tecnologias semelhantes e de cobrança de “royalties percentuais no caso de detentores da propriedade industrial anteriormente reivindicada de modo a não infringir direitos de outrem” (MUSSE et al., 2018, p.164). Devem também avaliar a

---

<sup>4</sup> PCT é a sigla para a expressão em inglês *Patent Cooperation Treaty*, em português Tratado de Cooperação em termos de Patentes. Trata-se de um acordo entre nações que visa a cooperação na apresentação, pesquisa e exame dos pedidos de proteção das invenções, coordenado pela *World Intellectual Property Organization* (WIPO, em português, Organização Mundial da Propriedade Intelectual, OMPI). Por meio desta modalidade de tramitação de pedido de patente o requerente solicita a patente mediante apenas um pedido via PCT e escolhe quais países deseja proteger seu invento; após essa etapa única internacional, cada escritório selecionado irá realizar o exame e decidir se sua patente será concedida ou não (SILVA, 2020).

contribuição social e os impactos ambientais e, ainda, elaborar plano de *marketing* robusto com vistas a gerar maior escalabilidade da tecnologia.

### 2.3.1 Avaliação de maturidade tecnológica por estágios de desenvolvimento

Em um programa tradicional de PD&I é comum o agrupamento dos níveis do TRL em fases ou estágios de desenvolvimento com objetivo de tornar a avaliação mais simplificada.

Nessa perspectiva várias entidades de referência adotaram a prática de agrupamento em seus processos de avaliação da maturidade tecnológica. A criadora da escala, a NASA, agrupou os níveis de maturidade em 6 fases, a saber, a primeira fase, referente à pesquisa básica da tecnologia, que agrupa os TRL 1 e 2; a segunda fase, a da pesquisa para provar viabilidade, contempla TRL 2 ao 4; em seguida vem o desenvolvimento da tecnologia, representada pelos TRL 3 a 5; a quarta fase é a da tecnologia demonstrada, agrupando os TRL 5 a 7; a quinta fase refere-se ao desenvolvimento do sistema e subsistema, que vai do TRL 6 a 8; e a última fase, a de testes, operações e lançamento, contempla o TRL 8 e 9 (NASA, 2016).

Na adaptação realizada pelo Departamento de Energia dos EUA, a entidade organizou os níveis de TRL em 6 fases: a primeira fase, representada pelos TRL 1 e 2, é da pesquisa básica; a fase seguinte contempla os TRL 2 e 3, é a fase da pesquisa para provar viabilidade; a terceira fase, do TRL 4 e 5, refere-se ao desenvolvimento em laboratório; a quarta fase, TRL 5 e 6, é a da demonstração da tecnologia; a quinta fase, do TRL 7 e 8, é a da finalização do desenvolvimento do protótipo, que então é testado, validado, tornando-se totalmente operacional; e por fim, a última fase, a fase de operação do sistema, TRL 9, em que a tecnologia está funcionando em plenas condições operacionais (NASA, 2014, p. 4).

A Comissão Europeia também realizou uma versão adaptada da escala TRL seguindo o mesmo exemplo anterior, agrupando os níveis de maturidade em 4 fases, para avaliar as diferentes fases tecnológicas de um projeto. Nesse caso, a fase 1, que contempla o TRL 1 e 2, refere-se à etapa de pesquisa fundamental; a fase 2, cujo TRL vai do 2 a 4, refere-se à pesquisa tecnológica; a fase 3, do TRL 5 a 8, está relacionado ao momento de demonstração do produto; e na última fase, o TRL 9, trata da tecnologia já em produção competitiva (NASA, 2014, p.5).

De modo semelhante, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) também agrupou as etapas do sistema de medição em 4 níveis de pesquisa: nível 1, pesquisa básica (TRL1-3); nível 2, desenvolvimento da tecnologia (TRL3-5); nível 3, demonstração da tecnologia (TRL 6-7); nível 4, a implantação antecipada da tecnologia (TRL8-9) (EKINS, 2010, apud NASA, 2014).

Também o Banco Europeu de Investimento (BEI) realizou um agrupamento de níveis TRL, da seguinte forma: “Pesquisa (TRL1-3), Desenvolvimento (TRL 3-6), Inovação (TRL6-8) e Suporte à Produção (TRL 9)” (NASA, 2014, p. 7).

No Brasil, a Embrapa agrupou os níveis de maturidade tecnologia, TRL, em fases e status do estado da técnica no desenvolvimento tecnológico (quadro 7).

Quadro 7- Agrupamento de TRL em fases

Níveis de TRL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fases	Descobrir	Entender	Adaptar			Validar	Refinar	Usar o produto	

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2017, p.7

A estratégia de agrupamento dos níveis de TRL em fases de desenvolvimento é também bastante aplicável a *startups*. No caso desses empreendimentos esses agrupamentos podem ser representados pelos diversos estágios que elas percorrem até estarem prontas para o mercado, o que se inicia com a ideiação, quando só há hipóteses sobre o negócio, até alcançar condições de crescimento e escala. Para Silva (2019) conhecer a relação existente entre TRL e ciclo de vida das *startups*, também possibilita aos empreendedores maior compreensão sobre os ciclos que compõem o negócio.

Pinto (2015, p.48) relata sobre a sistematização do processo para criar uma *startup* através de fases que reúnem atividades peculiares à evolução desse processo. Essa é uma prática também percebida em algumas entidades que apoiam o desenvolvimento desse tipo de empreendimento, como será visto mais adiante.

Pirollo & Presutti (2010) propuseram dois estágios, sendo o primeiro, o emergente, que a é primeira versão do negócio geralmente com poucos equipamentos; e segundo, o

crescimento inicial, quando os empreendedores vão em busca de suporte financeiro através de investidores anjos.

Outra proposta foi apresentada por Mueller et al. (2012), também com dois estágios, sendo o primeiro denominado *startup*, quando empreendedores estão focados na oportunidade de negócio, em atividades iniciais como o desenvolvimento de um protótipo, organização da equipe fundadora e compra de equipamento. O segundo estágio é denominado crescimento, e é focado na coleta de recursos para financiar um crescimento rápido e na realização de alianças estratégicas.

Ng et al. (2014), por sua vez, apontam três estágios: início, fase em que a empresa constrói o time inicial; crescimento e desenvolvimento, fase em que o foco é colocado na gestão de recursos, e *expansão*, fase em que o capital humano atua como força impulsionadora para as empresas se expandirem rapidamente e fase em que a empresa usa a infraestrutura tecnológica para a valorização dos ativos críticos e a inovação dos produtos e/ou serviços.

Numa versão mais ampliada, Bocken (2015) aponta 4 fases: semente, esta fase é influenciada pelo uso de capital da família, de amigos ou do próprio do empreendedor e pelo apoio governamental; jovem, nesta fase os produtos e/ou os serviços estão em produção e os primeiros clientes aparecem; crescimento, as vendas e os clientes estão aumentando e a competição se intensifica; e por último, madura, as vendas e os benefícios tendem a se estabilizar; diante da concorrência é necessária a decisão sobre expandir ou não.

Na proposta dos autores Almakenzi et al. (2015), são identificadas apenas duas fases: incubação, nesta fase deve ser avaliado pelo líder empreendedor o compromisso da equipe e deve também ocorrer a validação do modelo de negócio; fase de pós-incubação, que é definida pela evolução do mercado e avaliação do surgimento de produtos substitutos e concorrentes.

A partir da visão de diversos autores, Santisteban e Mauricio (2017) propõem um ciclo de vida baseado em quatro fases: início (ou estágio inicial), semente, crescimento e expansão. Segundo esses autores, um empreendedor não deve saber apenas as possibilidades que pode oferecer enquanto *startup*, mas também ter conhecimento sobre o ciclo de vida que deve percorrer para alcançar o sucesso. O estágio inicial

pode ser considerado como a fase da ideação, nele a equipe fundadora é formada; ocorre também o desenvolvimento do produto (ainda sem produto real) com finalidade de validação a partir das experiências e da opinião dos clientes. Na fase semente, o produto já deve estar no mercado, por isso um investimento é necessário, demandando uma rodada de investimentos. Na fase crescimento, os autores consideram que a *startup* possui em torno de dois a quatro anos de existência, mas ainda precisa se consolidar e otimizar seu produto, o que torna rodadas de financiamentos ainda muito importantes para condução do produto e do *marketing*. A fase expansão é a mais estratégica, na qual o negócio deve escalar e expandir, além disso, a *startup* tem uma importante presença no mercado, é o momento também de se reunir com fundos de investimentos e capital de risco (SANTISTEBAN; MAURICIO, 2017, p.19).

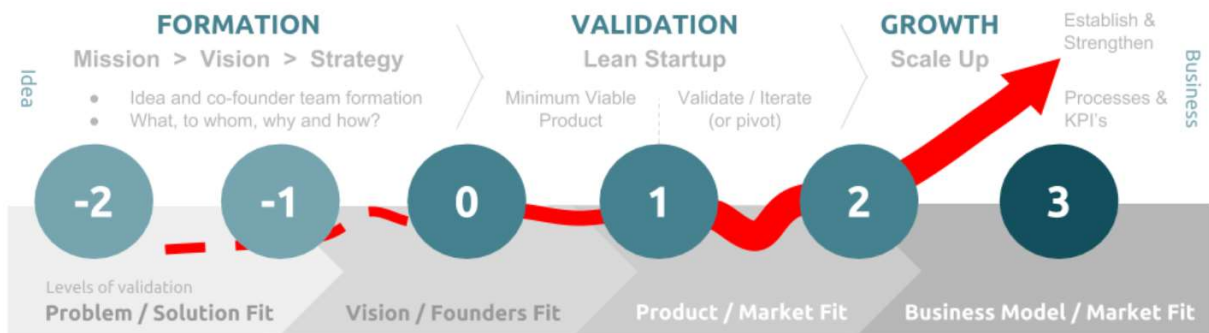
Além das contribuições dadas pelos autores supracitados em relação às fases de maturidade de uma *startup*, outra proposta que vale a pena ser analisada sobre estágio de desenvolvimento de uma *startup* é a que a *Startup Commons* apresenta; essa por sua vez, trata-se de um empreendimento comercial cuja missão é:

[...] escalar o empreendedorismo de inovação, capacitando o desenvolvimento do ecossistema com conhecimento global compartilhado e digitalização para o desenvolvimento baseado em dados e tomada de decisão, de forma financeiramente sustentável (*STARTUP COMMONS*, 2021, sem paginação).

Inicialmente a *Startup Commons* foi registrada na Finlândia como uma associação sem fins lucrativos, mas, apesar de ter havido uma mudança da personalidade jurídica, ela continua a acreditar que a inovação aberta pode ser um impulsionador de novos negócios, uma vez que a inexistência de barreiras para acessar o próprio conhecimento ou de limitações para usá-lo obriga as empresas a inovarem na oferta e na criação de valor para impulsionar os negócios.

Frustrada com a falta de uma forma sistemática e genérica de comunicar aspectos essenciais sobre *startups* e sua jornada, a *Startup Commons* propôs o que chama de “os principais estágios do empreendimento em fase inicial de inicialização” (*STARTUP COMMONS* 2021, sem paginação). Esses estágios são: formação, validação e crescimento, como apresentado na figura 5.

Figura 5 - Startup-development-phases (version 3.6)



Fonte: *Startup Commons*, 2021, sem paginação.

Esses estágios foram delimitados da seguinte forma:

- fase de formação (níveis -2 a 0) – é o estágio de ideação e formação do time co-fundador; nela devem ser estabelecidas missão, visão e estratégia e respondidas as perguntas do ponto de vista do negócio da startup: “o que, para quem, por quê e como?”. É nesse momento que problema e solução devem ser ajustados;
- fase de validação (níveis 0 a 2) – fase de validação ocorre junto ao cliente através da construção de MVP. Após aprendizados, a empresa deve decidir entre perseverar ou pivotar os rumos do empreendimento;
- fase de crescimento (níveis a partir do 3) – é quando a empresa se prepara para ganhar escala.

A classificação nessas fases se baseia em um conjunto de marcos e resultados, que foram organizados em níveis. A *Startup Commons* define os níveis de -2 a 3 da seguinte forma:

- nível -2, Ideação – A *startup* possui ideia escalável para um mercado-alvo grande o suficiente e já sabe como criar valor; a equipe é de uma pessoa ou sua composição ainda é vaga; não há compromisso confirmado e as competências da equipe ainda não estão equilibradas;
- nível -1, Concepção - A *startup* ainda está definindo sua missão e visão; já possui estratégias iniciais e marcos importantes para os próximos anos sobre como alcançar sua visão; possui dois ou mais co-fundadores com habilidades



complementares e talvez alguns membros adicionais da equipe para funções específicas;

- nível 0, Compromisso - A *startup* já possui equipe co-fundadora comprometida, com habilidades equilibradas e com visão, valores e atitudes compartilhados. A *startup* já está em condições de desenvolver a versão inicial do produto ou serviço, com recursos comprometidos, ou já possui produto ou serviço inicial implementado. Já possui acordo de acionistas dos co-fundadores assinado, incluindo marcos, com compromissos de tempo e dinheiro dos acionistas, para os próximos três anos com termos de aquisição adequados;
- nível 1, Validação – Já existem resultados de interação e testes de suposições para solução validada para demonstrar o crescimento inicial do usuário e/ou existência de receita; também já existem indicadores-chave de desempenho iniciais (KPI); nesse nível a empresa pode começar atrair recursos adicionais por meio de investimentos ou empréstimos para participação acionária, entre outros;
- nível 2, Escala – O foco está no crescimento mensurável baseado em indicadores-chaves de desempenho em usuários, clientes e receitas e/ou tração de mercado e participação de mercado em um mercado-alvo relevante ou de rápida expansão; considera ou tem atraído financiamento significativo ou se desejar, tem condições de fazê-lo. A empresa já realiza contratação, e apresenta melhoria da qualidade e implantação de processos;
- nível 3, Estabilidade – A empresa já tem certeza de que deve continuar. Atrai facilmente recursos financeiros e pessoas. A depender da visão, missão e compromissos tende a manter o crescimento; frequentemente tende a continuar e ela já se autodenomina "como uma *startup*". Fundadores e / ou investidores podem sair ou continuar com a empresa.

Segundo a Inovativa Brasil (INOVATIVABRASIL, 2021), independente da denominação utilizada para definir o momento de vida de uma *startup*, é preciso entender o que ele representa. Para a Associação Brasileira de *Startups*, contudo, os estágios que representam o desenvolvimento desse tipo de empreendimento são

ideação, operação, tração e *scale-up*. A seguir será apresentado o detalhamento de cada um deles:

- a ideiação é o momento de colocar a ideia em prática, planejar e validar a startup. “Também é a hora de responder perguntas como: Quem é o meu cliente? Qual é a solução que eu ofereço? Que dor quero resolver?” (ABSTARTUP, 2021, sem paginação). É esperado “que as respostas para essas questões se alterem durante o crescimento da empresa, mas é importante ter algo estruturado no início do negócio” (idem), para saber o ponto de partida do empreendimento. Nessa fase o investimento ainda não é o foco.
- já a operação se caracteriza pelo momento em que a startup começa a gerar receita, ser lucrativa e estar pronta para comercializar; “o empreendedor deve ir atrás de clientes e demonstrar quais os benefícios que o produto ou serviço oferecido por ele podem proporcionar ao consumidor” (ABSTARTUP, 2021, sem paginação). Ela também deve se preparar para ser apresentada a investidores e medir seus resultados a fim de gerar aprimoramentos.
- na tração o objetivo passa a ser o crescimento da startup. “Por isso, rodadas de investimento são bem-vindas. Mas é preciso ter uma atenção especial com o modelo de negócios, pois este deve ser preciso para que a empresa consiga aumentar sua carteira de clientes” (ABSTARTUP, 2021, sem paginação).
- por fim na fase *Scale-Up*, a *startup* apresenta “um crescimento de 20% em receita ou em número de colaboradores durante três anos consecutivos e estar com, no mínimo, 10 funcionários quando entrar neste período” (ABSTARTUP, 2021, sem paginação). A essa altura a empresa já precisa ter um modelo sustentável, processos de implementação claros e resultados rápidos.

O regulamento publicado pela Inovativa referente ao Programa de Aceleração de Negócios Inovadores Inovativa Brasil, ciclo 2021.2, define desenvolvimento de uma startup em estágios de maturidade: ideiação, validação, operação, tração e escala. O Programa chama de ideiação a fase em que há somente a estruturação de uma ideia baseada em hipóteses; a fase de validação é quando a *startup* está no início do processo de interação com o mercado e potenciais clientes, usuários ou parceiros, buscando validar suas hipóteses em relação ao produto, processo ou serviço.

A fase de operação é quando a solução já está disponível para os clientes, mas ainda é necessário ajustar o modelo de negócios, além de já existir uma pequena base de clientes pagantes ou uma base maior e crescente de usuários não-pagantes; na tração, segundo a Inovativa, um empreendimento já comercializa sua solução, apresentando receita maior que custos, buscando ampliar sua carteira de clientes; por fim no estágio de escala a solução já está no mercado, com um modelo de negócios validado, e a *startup* já está desenvolvendo produtos relevantes para novos nichos e necessidades (INOVATIVA, 2021).

O quadro 8 mostra de modo comparativo todos os estágios de desenvolvimento das *startups* que foram apresentados nesse capítulo.

Quadro 8- Mapeamento de Estágios de Desenvolvimento das Startups

Autor/Entidade	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Pirolo & Presutti (2010)	Emergente	Crescimento Inicial	-	-	-
Mueller et al. (2012)	<i>Startup</i>	Crescimento	-	-	-
Ng et al. (2014)	Início	Crescimento e Desenvolvimento	Expansão	-	-
Bocken (2015)	Semente	Jovem	Crescimento	Madura	-
Almakenzi et al. (2015)	Incubação	Pós- Incubação	-	-	-
Santisteban e Mauricio (2017)	Semente	Início	Crescimento	Expansão	-
<i>Startup Commons</i> (2018)	Formação	Validação	Crescimento	-	-
Ornellas, 2019, apud Ferreira, 2016	Início	Construção	Crescimento	Graduação	<i>Continua</i>
<i>Abstartups</i> (2021)	Ideação	Operação	Tração	Scale-Up	-
Inovativa (2021)	Ideação	Validação	Operação	Tração	Escala

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

De acordo Santisteban e Mauricio (2017, p.15), esses estágios de desenvolvimento são as fases que constituem o ciclo de vida de uma *startup*. Segundo Bocken (2015), os primeiros estágios de uma empresa determinam o modelo de negócio, a estratégia e a oferta de produto ou serviço.

Assim, organizar atividades críticas para o desenvolvimento de uma *startup* funciona como um roteiro, um passo-a-passo, para se chegar ao mercado, o que na prática serve como um manual para os empreendedores; compreender as fases percorridas por uma *startup* significa entender o que a classifica em um determinado estágio.

### 2.3.2 Modelos para Avaliação de Maturidade

A fase inicial de uma *startup* reúne vários desafios, tais como formação de uma equipe multidisciplinar, elaboração de uma proposta de valor<sup>5</sup> do novo negócio, “orientação do desenvolvimento dos produtos/serviços que serão comercializados e captação de recursos financeiros” (MORESI et al., 2017, p. 57). Portanto, até que uma *startup* alcance efetivamente o mercado e entregue seus benefícios, uma jornada será percorrida pelo empreendedor através de uma série de estágios de desenvolvimento.

Esses estágios podem ser compreendidos como níveis de maturidade alcançados à medida que a solução se desenvolve e vai avançando cada vez mais em direção ao mercado; assumir essa premissa torna possível relacionar os níveis de prontidão tecnológica às etapas percorridas pelas *startups* até que alcance condições de operação e escala.

Um dos modelos encontrados para avaliar a maturidade de uma *startup* refere-se à proposta baseada nos estágios de desenvolvimento já apresentados aqui (início, construção, crescimento e graduação) e nos cinco eixos estabelecidos pelo Centro de Referência para Apoio de Novos Empreendimentos (CERNE), a saber Gestão, Tecnologia, Mercado, Empreendedor e Financeiro (quadro 9)

Quadro 9- Modelo de Maturidade CERNE

Fase	Gestão	Tecnologia	Mercado	Empreendedor	Financeiro
Início	Desenvolver e testar o modelo de negócios	Planejar o desenvolvimento da tecnologia	Mapear e analisar potenciais clientes	Engajar e motivar o empreendedor	Elaborar projeções

Continua

<sup>5</sup> A proposta de valor refere-se ao conjunto de benefícios que será oferecido pela solução através de um conjunto de funcionalidades e atributos, sendo uma espécie de bússola para desenvolvimento da solução da *startup*; dessa forma ela irá representar a razão pela qual os clientes escolhem determinada empresa em relação a outra (NESIO, 2019).

Construção	Obter modelo de negócio forte e viável	Desenvolver a tecnologia	Ativar primeiros clientes	Desenvolver habilidades gerenciais	Obter recursos para o desenvolvimento
Crescimento	Balancear o modelo de negócios	Executar o produto ou serviço	Realizar vendas	Desenvolver habilidades de liderança	Atingir sustentabilidade
Graduação	Aperfeiçoar a gestão e preparar a graduação	Desenvolver novas aplicações tecnológicas	Expandir a base de clientes	Aprimorar habilidades empreendedoras	Obter capital para a expansão

Fonte: Adaptado de Ferreira, 2016 apud Ornellas, 2019, p. 32.

No quadro 9, as fases da *startup* foram relacionadas aos eixos para avaliação de maturidade, que podem ser entendidos como fatores críticos para o desenvolvimento do empreendimento. Com base em Isique (2020), o eixo gestão refere-se ao uso das melhores e mais modernas técnicas de gestão visando alcançar o sucesso do empreendimento; o eixo tecnologia trata sobre o planejamento e desenvolvimento da solução proposta ao cliente; o eixo mercado relaciona-se ao posicionamento de mercado; o eixo empreendedor se ocupa do desenvolvimento pessoal dos empreendedores e, por fim, o eixo financeiro se ocupa do desempenho.

A partir da relação estabelecida entre as fases e eixos de avaliação descritos no quadro 9, um conjunto de atividades referentes ao modelo de negócio, tecnologia, clientes, perfil empreendedor e finanças é estabelecido objetivando a chegada do empreendimento ao mercado. Essas atividades estão distribuídas de acordo com o nível de maturidade da *startup* em dado momento, uma vez que se observa o crescimento gradual e complementar da complexidade das atividades estabelecidas para cada fase.

Outro modelo utilizado para avaliação de maturidade é apresentado pela empresa Village Capital<sup>6</sup> através de uma ferramenta de autoavaliação para empreendedor que analisa e fornece informações sobre os marcos mais críticos para investidores. A ferramenta estabelece uma relação entre os nove níveis do TRL e marcos críticos para o desenvolvimento da *startup*. Esses marcos representam oito categorias

<sup>6</sup> A Village Capital é uma empresa de capital de risco que localiza *startups*, treina suas equipes e investe nelas. É uma das grandes organizações mundiais de apoio a *startups* em fase de inicial e orientadas para a busca de grande impacto tecnológico. A ABACA é uma plataforma de interação de empreendedores e investidos da Village Capital (ABACA, 2021).

consideradas mais importantes pelos investidores, o que ajudará na compreensão da prontidão da *startup* para o mercado (ABACA, 2021).

Como marcos críticos pode-se considerar o time, o problema e a visão, a proposta de valor, a solução, o mercado, o modelo de negócio, o ganho de escala e a forma de saída de uma *startup* (ABACA, 2021). O time é a parte fundamental do desenvolvimento de uma *startup*, por isso é necessário ter equipe capacitada e comprometida com a empresa (PINTO, 2015). A resolução de um problema real acompanha todo processo de desenvolvimento de solução da *startup*, que por sua vez é conduzida pela visão do empreendedor através de um conjunto de hipóteses sobre a melhor forma de solucionar determinado problema, o que inclui o modelo de negócios.

Já modelo de negócio refere-se ao modo como a empresa cria e oferece valor (benefícios) aos clientes, à estruturação e estratégia da organização e a forma como ela irá se monetizar, além disso aborda os processos essenciais para o desenvolvimento da solução, o que inclui a estrutura de custos e como ocorrerá a interação mercadológica entre empresas e clientes (PINTO, 2015). Vale ressaltar que um dos desafios de um empreendimento do tipo *startup* é encontrar um modelo de negócio que seja repetível, escalável e lucrativo.

O mercado é representado pelos clientes que terão suas necessidades atendidas a partir da solução (produto ou serviço); ele também é representado pela análise de concorrentes e do potencial de alcance da solução proposta. Blank e Dorf (2014) estabelecem quatro tipos de mercado: mercado existente, mercado novo, mercado ressegmentado e mercado clonado. Essas definições irão orientar posicionamento da *startup* de acordo com o mercado em que está inserida (quadro 10).

Quadro 10 -Posicionamento do Produto por Tipo de Mercado

	<b>Mercado Existente</b>	<b>Mercado Novo</b>	<b>Mercado Ressegmentado</b>	<b>Mercado Clonado</b>
<b>Declarações de posicionamento da Companhia</b>	Compare o produto com o da concorrência. Descreva como alguns dos recursos ou atributos.	É muito cedo para os clientes compreenderem o que os recursos do produto farão por eles. Em vez disso descreva o	Compare o produto com o da concorrência. Se o custo é menor, descreva o preço e o conjunto dos recursos. Se é	Se os usuários estão familiarizados com sites estrangeiros, compare-os. Se não, considere

		problema que o produto irá solucionar e os benefícios que terão com isso – uma melhoria transformacional.	um nicho, descreva algum recurso ou atributo de produto do produto que resolve o problema que os clientes têm, comparando ou não os produtos. Descreva os benefícios que os clientes terão solucionado o problema dessa nova maneira.	como se fosse um novo mercado.
--	--	---	---	--------------------------------

Fonte: Adaptado de Blank e Dorf (2014, p.413)

O ganho de escala irá tratar da condição de oferecer a solução desenvolvida pela *startup* para uma quantidade cada vez maior de pessoas, aumentando com isso sua base de clientes e faturamento, sem que isso acarrete aumento de custos na proporção igual ao crescimento alcançado (MARQUES, 2021). Por fim, a forma de saída da *startup* pode acontecer por meio da fusão, venda estratégica ou até abertura de capital da empresa na bolsa (conhecido como IPO, que é a sigla para *initial public offering*, ou “oferta pública inicial” em português). O ganho de maturidade nesse marco de saída contribui para que o empreendimento ganhe tração, escala, novos mercados além de gerar dividendos para os investidores iniciais e para os próprios empreendedores fundadores do negócio (DISTRITOME, 2019).

O quadro 11 mostra os marcos relacionados aos níveis de investimento de risco nas *startups*.

Quadro 11 - Níveis de Investimento de Risco

<b>Marcos / Nível</b>	<b>Time</b>	<b>Problema e Visão</b>	<b>Proposta de Valor</b>	<b>Solução</b>	<b>Mercado</b>	<b>Modelo de Negócio</b>	<b>Ganho de Escala</b>	<b>Saída</b>
9	Nossas equipes de gerenciamento, produto e vendas estão prontas para o crescimento	Somos líderes globais na solução desse problema	Somos reconhecidos como a melhor solução para o problema que resolve	Nosso produto é reconhecido como o melhor do setor.	Nós temos uma clara visão para o domínio do setor	Nossa receita atingiu ou excedeu as metas dos investidores por vários anos	A economia da unidade é forte para vários mercados ou segmentos de clientes	Estamos à beira de uma saída e alcançando a linha de chegada
8	Nós temos uma estratégia clara e compreensão do processo de vendas	Estamos começando a impactar em mudanças sistêmicas ao resolver nosso problema.	Os clientes estão renovando ou recomprando sem muito esforço de vendas	Nosso produto está lidando com um crescimento intenso com sucesso.	Nós temos parcerias estratégicas fortes para distribuição, marketing, crescimento	Estamos crescendo rapidamente e a cada mês e temos um caminho para a lucratividade	O crescimento em nossa base de clientes está acelerando mês a mês	Já recusamos uma oferta de aquisição
7	Nós entendemos como nosso mercado opera e temos fortes contatos na indústria	Nossa visão está se mostrando atingível em um grande mercado.	A maioria de nossas vendas em nosso mercado inicial são de entrada	Nosso produto é construído para ganhar escala e novas funcionalidades estão em desenvolvimento	Nosso ciclo de vendas atende ou supera o padrão da indústria	Validamos nosso modelo de negócios. Temos uma economia unitária forte	A economia de nossa unidade é positiva em vários mercados.	Temos um relacionamento sólido com vários compradores em potencial
6	Nossa equipe pode construir o produto e entender a cadeia de valor	Nossa visão está sendo realizada com os primeiros	Estamos vendendo além de nossos	Nosso produto central está completo, lançado no mercado e	Nossos fornecedores e distribuidores veem benefícios	Nossos custos de aquisição de clientes estão	Superamos os desafios regulatórios e temos uma estratégia de	Identificamos adquirentes específicos ou outras opções de saída

*Continua*



		usuários e ganhando terreno	clientes-alvo iniciais	recebendo feedbacks	significativos do nosso sucesso	caindo e os preços estão subindo	propriedade intelectual clara	
5	Nós temos uma estratégia clara e compreensão do processo de vendas	Nós temos evidências de que estamos resolvendo os problemas dos nossos clientes	Nossos clientes-alvo iniciais amam o produto e continuam usando-o.	Nosso produto está quase pronto para ampla distribuição comercial	Grandes parceiros estão falando conosco sobre distribuição, marketing, etc	Nossas receitas e custos reais apoiam a economia futura positiva da unidade	A economia da nossa unidade está se inclinando para positiva em pelo menos dois mercados	Estamos observando o interesse de grandes adquirentes em potencial
4	Nós entendemos como nosso mercado opera e temos fortes contatos na indústria	Nós podemos explicar como esta solução irá transformar a indústria	Os feedbacks dos clientes mostram que nossa solução é melhor do que as outras	Nossa equipe entende o gerenciamento de produtos e os custos associados	Nós temos evidências de que nosso mercado total endereçável (TAM) é superior a \$ 1 bilhão.	Projetamos receitas e custos e temos uma estratégia para atingi-los	Cientes em vários mercados encontram valor em nossa solução	Empresas sérias fizeram investimentos sérios em nossa indústria.
3	Nossa equipe pode construir o produto e entender a cadeia de valor	Nós podemos explicar porque nossa visão oferece um superior	Nós temos evidências de que os clientes vão pagar pelo nosso preço alvo.	Nós já construímos um protótipo funcional e temos um roadmap de desenvolvimento	Vendas iniciais fornecem evidência de que nós podemos capturar nosso mercado alvo	Podemos articular a estrutura de custos e economia da unidade em nossa indústria	Temos uma estratégia clara para expandir para vários mercados.	As evidências sugerem que nossa proposta de valor é do interesse dos adquirentes

*Continua*

		valor proposição						
2	Nossa equipe tem experiência pessoal sobre o problema	Nós temos uma visão de como resolver o problema e podemos executá-lo.	Clientes potenciais validaram que nossa solução vai resolver um ponto-chave	Nós temos um protótipo de baixa fidelidade	Nós conhecemos e compreendemos a legislação relacionada e temos uma estratégia para conformidade	Os preços e modelos de negócios existentes apoiam nosso modelo de receita	Temos evidências de que vários mercados experimentam esse problema	Temos uma visão de como fornecer liquidez aos investidores
1	Temos mais de 2 cofundadores com habilidades complementares diferenciadas	Identificamos um problema específico, importante e grande	Nós temos uma hipótese de como nós vamos resolver o problema.	Nós temos a capacidade para desenvolver um protótipo de baixa fidelidade.	Conhecemos nosso tamanho de mercado total endereçável e nossa participação de mercado-alvo.	Temos um esboço de um modelo de receita.	Identificamos vários mercados ou segmentos de clientes possíveis.	Sabemos o que é uma saída e entendemos sua importância para os investidores.

Fonte: ABACA,2021

Assim, avaliação de maturidade proposta no quadro 11 pretende comunicar aos investidores o status de onde o empreendimento está em dado momento, assim como servir de mapa do caminho que ainda precisa ser trilhado (ABACA, 2021). Conhecer o estágio de desenvolvimento atual permite entender quais são as lacunas ainda existentes para uma evolução de nível de maturidade, o que ajuda a definir prioridades e orienta as conversas com membros do conselho, investidores e mentores (ABACA, 2021).

Os modelos apresentados nesse capítulo são muito relevantes para o processo de avaliação de maturidade das *startups* uma vez que apresentam métodos e funcionam como um guia de desenvolvimento do negócio para o empreendedor e um parâmetro de análise para as partes interessadas. No caso do modelo baseado nos eixos CERNE, apresenta um conjunto de atividades norteadoras; no caso do modelo proposto pela Village Capital, baseia-se em um conjunto de sentenças para autoavaliação do empreendedor.

No entanto, vale salientar que para avançar no enquadramento de um estágio maturidade, a *startup* precisa alcançar algumas métricas e consequentemente alcançar a redução dos riscos envolvidos (MUSSE et al., 2018, p.163). Essas métricas têm por objetivo evidenciar que marcos relevantes no desenvolvimento das *startups* foram alcançados.

### 3 METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico, esta pesquisa é de natureza aplicada, pois visa encontrar soluções para problemas reais; com abordagem qualitativa, pois privilegia as interpretações e à criatividade dos participantes da pesquisa; e usa como procedimentos a pesquisa bibliográfica e documental para fundamentar uma análise propositiva embasada no referencial teórico.

Para chegar ao produto proposto, com base nos objetivos específicos já apresentados, serão realizados os procedimentos mostrados no quadro 12.

Quadro 12 - Procedimentos propostos para alcançar os objetivos específicos

<b>Objetivo específico</b>	<b>Procedimento</b>	<b>Produto</b>
OE1 - Analisar as metodologias de desenvolvimento de soluções para startups com enfoque em desenvolvimento de produto	Pesquisa bibliográfica e documental sobre a definição e características intrínsecas às startups. Pesquisa bibliográfica sobre os conceitos e práticas tradicionalmente utilizadas para desenvolvimento de produtos pelas empresas; assim como sobre as metodologias de desenvolvimento de produtos com foco na interação pelo cliente.	Relatório técnico
OE2 - Identificar e analisar diferentes sistemas métricos de avaliação de níveis de maturidade da tecnológica.	Pesquisa bibliográfica e documental sobre as diferentes escalas de níveis de maturidade tecnológica. Pesquisa bibliográfica e documental sobre estágios de desenvolvimento de startups e seus principais marcos críticos.	Relatório técnico
OE3 – Relacionar os sistemas métricos de avaliação de níveis de maturidade da tecnológica aos estágios de desenvolvimento das startups e aos marcos críticos mais relevantes mapeados para as estas empresas	Procedimento de análise propositiva embasada no referencial teórico. Estabelecimento conceitual da correlação dos níveis de maturidade tecnológica do negócio com as etapas de validação da tecnologia de startups, a partir da existência dos principais marcos apontados na pesquisa bibliográfica e documental, podendo os resultados serem apresentados em forma de quadros comparativos.	Relatório técnico Protótipo

Fonte: elaborado pela autora,2022.

A jornada percorrida para execução desta pesquisa pode ser compreendida em 3 fases:

a) Fase 1:

- identificação da oportunidade-problema;
- formulação dos objetivos;
- realização de pesquisa bibliográfica sobre os principais conceitos apresentados.

## b) Fase 2:

- construção do referencial teórico;
- realização de pesquisa documental sobre estágios de maturidade de *startups*;
- análise de boas práticas e metodologias de aceleradoras de novos negócios e instituições de apoio;
- definição inicial de requisitos para modelagem da ferramenta;
- proposição de fases de desenvolvimento da *startup* para o estudo.

## c) Fase 3:

- revisão de requisitos para modelagem da ferramenta;
- levantamento e definição de marcos críticos do desenvolvimento de *startups*;
- levantamento e definição de evidências para análise de marco críticos estabelecidos;
- realização de correlação entre níveis de maturidade tecnológica e estágios de desenvolvimento;
- modelagem das perguntas avaliativas;
- proposição de modelagem de ferramenta para avaliação de maturidade.

Assim, o produto desta pesquisa é uma ferramenta de auxílio à avaliação da maturidade tecnológica para startups, numa versão inicial, podendo sofrer ajustes futuros, em função de lições aprendidas e outras necessidades de avaliação identificadas. Essa versão inicial foi concebida como um questionário, com perguntas relacionadas a cada nível de maturidade e correspondentes aos marcos definidos, sendo organizadas do menor para o maior TRL. As perguntas, agrupadas por nível de maturidade, devem respondidas pelo empreendedor.

Associadas às perguntas, foi elaborado um conjunto de evidências, denominado *check-list* de evidências, que servem como verificação às respostas positivas dadas às perguntas em cada nível de maturidade.

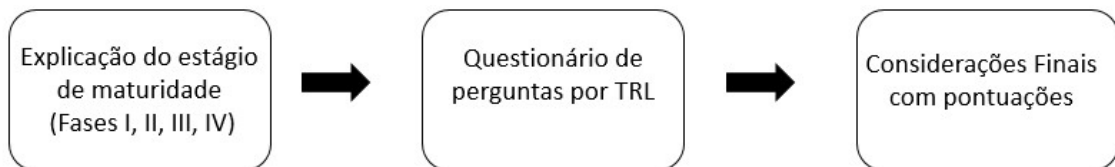
Conforme a proposta aqui concebida, o uso da ferramenta não deve ser feito de modo independente pelo próprio empreendedor. As respostas ao questionário deve ser contar com o auxílio de especialista que entenda do desenvolvimento de uma *startup*

e seja capaz de analisar os documentos entregues para verificação, de modo que a identificação do nível de maturidade e os desdobramentos decorrentes possa ter maior grau de confiabilidade.

Como versão inicial, ou “protótipo sujo”, foi preparado um formulário com a estrutura e as questões propostas nesta pesquisa. Este “protótipo sujo” está disponível no link: <https://forms.gle/X9AYhz849zwFArJz5>, e deve ser aplicado por um especialista que conheça o processo de desenvolvimento e maturidade de *startups*.

A ferramenta é organizada em três etapas, conforme demonstrando na figura 6:

Figura 6 - Etapas da ferramenta de avaliação de maturidade de startups



A primeira etapa da ferramenta é composta por uma explicação de cada estágio de maturidade, a saber fase 1 (TRL 1 e 2), fase 2 (TRL 3 e 4), fase 3 (TRL 5 e 6), fase 4 (TRL 7) e fase 5 (8 e 9).

Figura 7- Tela explicativa para fase de ideação

Avaliação de maturidade tecnológica para startups.

**Fase I - Ideação**

A ideação é fase que representa o ponto de partida para o desenvolvimento de soluções inovadoras. Nessa fase a startup identifica um problema específico para resolver através de uma solução, que normalmente ainda se encontra em fase de hipóteses. Essa fase abrange TRL 1 e 2.

Voltar      Próxima            Página 2 de 16      Limpar formulário

A figura 7 apresenta a descrição apenas da fase 1, referente ao estágio de ideação, mas a ferramenta dispõe de uma breve descrição para cada estágio da maturidade tecnológica aqui proposta, no caso para fase 2, validação; fase 3, desenvolvimento; fase 4, tração e fase 5, escala.

A segunda etapa da ferramenta é composta pelas perguntas referentes aos TRL relacionados, começando pelo TRL 1 e chegando ao 9, sempre com uma breve explicação de cada um desses níveis.

Figura 8 - Tela com questionário por TRL

**TRL 1**

O TRL1 refere-se à descoberta. É o momento que a startup tem as hipóteses como base de desenvolvimento.

A startup consegue demonstrar o problema ou a oportunidade de forma clara e específica? \* 1 ponto

Sim

Não

O problema refere-se à persona específica? (Persona é uma denominação usada para uma representação fictícia do cliente ideal para a empresa). \* 1 ponto

Sim

Não

Foi realizada uma busca de soluções para o problema no estado da arte (literatura científica) ou no estado da técnica (literatura patentária)? \* 1 ponto

A Figura 8 demonstra a tela com o questionário referente ao TRL1, contendo uma breve explicação do referido nível de maturidade e as perguntas relacionadas, sendo que para os demais níveis da escala a mesma estrutura é apresentada.

Ao assinalar “sim ou não” para as repostas obrigatórias para cada TRL é possível avançar para o nível seguinte da escala. A escolha pela resposta binária (sim ou não) deve-se ao fato das perguntas do questionário estarem relacionadas às evidências propostas para cada marco crítico alcançado, de modo que o empreendedor consiga apresentar ou não; portanto as respostas não devem ser baseadas apenas na percepção ou opinião do respondente.

Para avançar de um nível de maturidade para outro é recomendado que seja alcançado um cumprimento mínimo de 85% dos requisitos, que são respostas positivas com possibilidade de comprovação através de evidências. Esse mesmo percentual é adotado pela NASA e outras ferramentas adaptadas (ROCHA, 2016).

Com base na quantidade de perguntas propostas por TRL nesse trabalho foi estipulada uma quantidade mínima de acertos respeitando o percentual de tolerância para não cumprimento, conforme demonstrado na figura abaixo que representa a última tela da ferramenta.

Figura 9 - Tela final com consideração de pontuação

**Avaliação de maturidade tecnológica  
para startups.**

---

**Considerações finais**

Considerando as respostas positivas para as perguntas de cada nível de TRL, tomou-se um percentual quantitativo de tolerância para cumprimento de requisitos, no caso 85%.

Assim, a passagem de um nível de TRL para o seguinte é possível se apenas 15% dos requisitos estipulados para aquele nível de TRL não tenham sido cumpridos.

A pontuação necessária para indicar que a startup já alcançou um nível específico de TRL é mostrada abaixo:

- TRL 1 - pelo menos 8 pontos (88,9%)
- TRL 2 - pelo menos 6 pontos (85,7%)
- TRL 3 - pelo menos 6 pontos (85,7%)
- TRL 4 - pelo menos 8 pontos (88,9%)
- TRL 5 - pelo menos 6 pontos (85,7%)
- TRL 6 - pelo menos 8 pontos (88,9%)
- TRL 7 - pelo menos 7 pontos (87,5%)
- TRL 8 - pelo menos 8 pontos (88,9%)
- TRL 9 - pelo menos 6 pontos (85,7%)

Ainda assim, recomenda-se que as respostas positivas sejam avaliadas pelos especialistas que irão checar as evidências apresentadas pelos empreendedores como demonstração de cumprimento de requisitos para cada TRL.

Agradecemos o uso desse protótipo!



Foi considerado para cada resposta positiva o valor de 1 ponto, sendo que para avançar para o nível seguinte de maturidade é preciso que o total de acertos representem um percentual mínimo de 85% sobre a quantidade de perguntas do referido TRL; mas é importante ressaltar que ocorreu uma variação na quantidade de perguntas desenvolvidas para cada TRL em função da avaliação dos marcos críticos, que em determinado estágio de desenvolvimento exige uma maior ou menor quantidade de evidências; no instrumento isso gerou uma variação no cálculo da porcentagem para avançar para o nível seguinte de maturidade mas sem comprometer critério mínimo estabelecido para avançar de um nível para outro (figura 9).

As telas apresentadas acima pretendem demonstrar metodologicamente seu funcionamento, mas a versão completa pode ser conferida no link do protótipo sujo acima mencionado. Adicionalmente, o item 4.1, e especialmente o item 4.1.2 deste texto apresentam detalhadamente a concepção e a modelagem dessa ferramenta.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é apresentada a modelagem utilizada para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de maturidade tecnológica voltada para *startups*, com a descrição dos elementos e as condições necessárias para desenvolvimento e funcionamento.

### 4.1 Diretrizes para a modelagem de ferramenta de avaliação de maturidade tecnológica voltada para *startups*

A *startups* não interessam apenas os empreendedores. Como qualquer projeto possui um conjunto de entidades ou pessoas com interesses em seus resultados ou que de alguma forma serão impactados por eles e não apenas do ponto de vista econômico; a esse grupo de pessoas ou entidades chama-se de partes interessadas ou no inglês, *stakeholders* (DIAS, 2016). A avaliação da maturidade tecnológica de uma startup é importante não só para os empreendedores, mas principalmente para comunicar às partes interessadas o estágio atual de progresso da *startup*.

Pode-se entender como partes interessadas um cliente, um diretor do projeto, gerência executiva, equipe do projeto, usuários finais, fornecedores, outros departamentos internos, empresas terceirizadas, investidores, entre outros, com destaque para esse último perfil pois os investidores precisam saber o *status* de desenvolvimento de determinado projeto, empreendimento ou tecnologia para tomada de decisões. Assim, uma das principais motivações para utilização de uma escala de maturidade é justamente proporcionar um entendimento comum a essas partes interessadas.

Todas as adaptações de uso do TRL citadas no referencial teórico revelam que normalmente usam-se escalas adaptadas à necessidade da tecnologia em questão, o que leva à reflexão sobre um modelo mais aderente à avaliação de maturidade das *startups*. Portanto, um dos objetivos desse trabalho é relacionar estágio de desenvolvimento de uma *startup* aos níveis de maturidade tecnológica TRL.

Um enquadramento semelhante ao proposto aqui pode ser observado no edital lançado pelo Instituto Euvaldo Lodi no Paraná – Núcleo Regional do Paraná (IEL – PR, 2021), conforme apresentado na figura 6. Esse edital convidou *startups* “que

possuem soluções e *know-how* para a execução de projetos de digitalização de processos de gestão de MICRO, PEQUENAS e MÉDIAS EMPRESAS com demandas e desafios em transformação digital e indústria 4.0” (IEL PR, 2021, p.1).

Figura 10 - TRL - Nível de Prontidão Tecnológica

TRL	Características	Estágio de maturidade
1	Princípios básicos observados e reportados	Ideia
2	Formulação de conceitos tecnológicos e/ou de aplicação	
3	Estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental e/ou prova de Conceito	Protótipo
4	Validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório	
5	Validação das funções críticas dos componentes em ambiente relevante	
6	Demonstração de funções críticas do protótipo em ambiente relevante	
7	Demonstração de protótipo do sistema em ambiente operacional	Validação
8	Sistema qualificado e finalizado	
9	Sistema operando e comprovado em todos os aspectos operacionais	

Fonte: IEL PR, 2021, p. 3

Portanto a figura 10 apresenta os níveis de TRL, suas respectivas descrições, e três fases de desenvolvimento (ideia, protótipo e validação) com a finalidade de avaliar as soluções apresentadas pelas *startups* no desafio de inovação. No entanto as métricas utilizadas para auxiliar nessa classificação não são apresentadas no Edital, o que não favorece a compreensão do enquadramento realizado por outras instituições ou pelas próprias *startups*.

Com base nos dados encontrados na literatura acadêmica sobre o tema e na experiência vivenciada por esta autora no dia-a-dia de uma aceleradora de novos negócios, que permite o acompanhamento de *startups* e empreendedores, torna-se possível identificar e definir marcos críticos que respaldam a classificação da maturidade tecnológica de suas soluções a partir do seu estágio de desenvolvimento – e essa é uma das contribuições desta pesquisa.

A partir da compreensão alcançada com a revisão da literatura e com as experiências reais de agentes do ecossistema que lidam diretamente no apoio ao desenvolvimento das *startups*, nesse trabalho serão adotados cinco estágios como forma de melhor

comunicar às partes interessadas o momento atual de progresso da *startup*, sendo eles mostrados na figura 11.

Figura 11- Proposta de Estágios de Desenvolvimento de uma Startup



Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

Pode-se descrever esses estágios da seguinte forma:

- **ideação** – é ponto de partida para o amadurecimento de uma ideia de negócio. Nesse momento há somente a estruturação de uma ideia, por meio de um conjunto de hipóteses sobre o negócio; o empreendedor está focado em conhecer o mercado, identificar oportunidades, nichos e soluções antes de começar o desenvolvimento do produto e ocorrer investimento.
- **validação** – nesse estágio o foco está na aprendizagem. Esse momento é caracterizado pela validação do problema, da solução e do processo, bem como pela compreensão e mapeamento do cliente, através de rodadas de interação com potenciais clientes, usuários e parceiros, para construção do modelo de negócio. Nesse estágio também devem ser construídos protótipos com objetivo demonstrar a tangibilidade da ideia.
- **desenvolvimento** - a execução da ideia começa nesse estágio. Essa etapa é voltada para avançar no desenvolvimento tecnológico; também nessa fase a solução já deve ser lançada no mercado, o que irá envolver planejamento de vendas, controle de recursos humanos, materiais e financeiro; a *startup* já possui uma pequena base de clientes pagantes ou uma base crescente de usuários não-pagantes; mesmo com os primeiros resultados, ainda é preciso ajustar o modelo de negócios em busca da condição de repetibilidade e escalabilidade;
- **tração** – essa é a fase de crescimento do negócio; o produto já está validado e a *startup* já comercializa sua solução; possui faturamento maior que custos e

métricas definidas. Nessa fase é quando ocorre a estruturação de processos e atividades para ganho de escala. escala - é o próximo nível a ser alcançado; nesse estágio a solução já está no mercado com um modelo de negócios consistente e estão sendo desenvolvidos novos produtos relevantes para novos nichos e necessidades.

Levando em conta o conhecimento sistematizado por meio do referencial teórico e sintetizado aqui, nas próximas seções será apresentada a modelagem da ferramenta para avaliação da maturidade tecnológica de *startups*.

#### **4.2 Modelagem da ferramenta para avaliação de maturidade tecnológica de *startups***

O presente modelo tem por objetivo orientar a construção de um instrumento para avaliação de maturidade tecnológica de *startups* a partir da correlação de níveis de TRL às fases de desenvolvimento de uma *startup*, com base na análise de características que permitem esse enquadramento, e no estabelecimento de indicadores como evidências de marcos críticos estabelecidos.

Esse modelo visa contribuir com uma versão de uso do TRL adaptada às fases de desenvolvimento das *startups*. Para esse tipo de empreendimento o desafio não está na inovação do ponto de vista da tecnologia, mas em operacionalizar esse conhecimento tecnológico em capacidade de produção e capacidade de comercialização (LIMA, 2020).

Assim, a ferramenta quali- quantitativa aqui proposta tem como diretrizes que a avaliação de *startups*:

- seja baseada em marcos críticos referentes à avaliação do time, problema, proposta de valor, solução, mercado, modelo de negócio, ganho de escala e saída;
- possua um conjunto de indicadores recomendados por nível de maturidade e de acordo com os marcos críticos estabelecidos;

- seja realizada através de perguntas a serem respondidas pelas *startups* e entrega de evidências referentes aos indicadores estabelecidos para cada nível de maturidade;
- seja realizada análise de evidências estabelecidas para cada nível de maturidade por equipe indicada que tenha conhecimento especializado sobre o processo de desenvolvimento de uma *startup* em níveis diferentes de maturidade;
- seja realizada por facilitador ou através de sistema automatizado, que contabilizará as respostas positivas dadas às questões estabelecidas para a avaliação e fará o enquadramento nos níveis e estágio de desenvolvimento.

A base da modelagem da ferramenta são os marcos considerados para avaliação de maturidade, que refletem os aspectos mais críticos no desenvolvimento de uma *startup*, uma vez que norteiam toda sua jornada até o mercado.

A partir daí foram estabelecidas perguntas por nível de maturidade correspondentes aos marcos definidos, sendo organizadas do menor para o maior TRL; ou seja, as perguntas que serão respondidas pelo empreendedor estarão agrupadas por nível de maturidade.

Como parte da modelagem dessa ferramenta foi elaborado um conjunto de evidências, descritas no chamado de *check-list* de evidências, como comprovação às respostas positivas dadas às perguntas em cada nível de maturidade. Desta forma a aplicação da ferramenta não deve ser feita de modo independente pelo próprio empreendedor, mas com o auxílio de especialista que entenda do desenvolvimento de uma *startup* e seja capaz de analisar os documentos entregues para verificação.

Um esquema que sistematiza a modelagem da ferramenta pode ser visto no quadro 13.

Quadro 13 -Esquema de modelagem da ferramenta para avaliação de startups.

Nível de Maturidade	Time	Problema e Visão	Proposta de Valor	Solução	Mercado	Modelo de Negócio	Ganho de Escala	Saída	Check-list de evidências
9	Perguntas por nível de maturidade X Marcos								Evidências para avaliação de indicadores
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									

Fonte: elaborada pela autora,2022.

#### 4.2.1 O formulário de avaliação

Definidas as diretrizes e o esquema para a modelagem da ferramenta, o próximo passo foi a construção do questionário, com a elaboração das perguntas que representam cada nível do TRL. Foram incluídas questões pertinentes à avaliação de *startups*, analisando aspectos internos e externos aos empreendimentos, delimitados pelos marcos críticos (time, problema e visão, proposta de valor, solução, mercado, modelo de negócio e forma de saída). Além disso foram também considerados aspectos de gestão e financeiros, entre outros relevantes, encontrados na pesquisa bibliográfica e documental realizada.

Foram, portanto, elaboradas as questões, distribuídas por nível de maturidade em função dos marcos definidos. A avaliação de maturidade consistirá em obter respostas para essas perguntas. A escala para as respostas é binária, ou seja, estarão disponíveis “sim” e “não” como opções de respostas.

Considerando as respostas positivas para as perguntas de cada nível de TRL, tomou-se um percentual quantitativo de tolerância para cumprimento de requisitos, no caso 85%, o mesmo admitido pela calculadora de TRL no AFRL (ROCHA, 2016). Assim, a passagem de um nível de TRL para o seguinte é possível se apenas 15% dos requisitos estipulados para aquele nível de TRL não tenham sido cumpridos. Ainda assim, recomenda-se que as respostas positivas sejam avaliadas pelos especialistas que irão checar as evidências apresentadas pelos empreendedores como demonstração de cumprimento de requisitos.

Após a aplicação do questionário e verificação das evidências, será possível identificar o nível de maturidade em que a *startup* está. Além de enquadrar a *startup* em um estágio de desenvolvimento, essa informação facilita a compreensão do status de desenvolvimento da *startup*, a comunicação às partes interessadas e a análise de riscos para tomada de decisão.

Para construção do questionário, a partir das definições das fases que foram adotadas para esse trabalho (conforme demonstrado na figura 7), é possível estabelecer a seguinte correlação entre TRL e estágios de desenvolvimento de uma *startup* (quadro 14).

Quadro 14 - Correlação de nível de maturidade com fases de desenvolvimento da startup.

Nível de TRL	Fase de desenvolvimento	Principais características
1 e 2	Ideação	Ponto de partida da <i>startup</i>
3 e 4	Validação	Intensa interação com clientes
5 e 6	Desenvolvimento	Início da execução pela <i>startup</i>
7	Tração	Crescimento do negócio em busca da escala
8 e 9	Escala	Crescimento contínuo e aumento da complexidade

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Portanto, ao identificar o nível de TRL de uma *startup* será possível estabelecer uma relação com os estágios de maturidade desse tipo de empreendimento. Atualmente a análise de maturidade em *startups* é relacionada aos seus níveis de desenvolvimento, que recebem variadas definições conforme já apresentado; no entanto mesmo sendo enquadrada em um estágio de maturidade, há níveis variados de desenvolvimento,



de forma que a *startup* que está na fase de ideação, por exemplo, pode estar no TRL 1 ou no TRL 2.

Conforme o questionário aqui elaborado, espera-se entender melhor as lacunas entre um nível de maturidade e outro, além de apresentar ao empreendedor a jornada que ainda precisa ser percorrida pela *startup*. Como já dito, adicionalmente essa informação permite às demais partes interessadas chegar a uma análise mais real do status atual do empreendimento.

Assim, no questionário, as questões desenvolvidas para avaliar os níveis de maturidade TRL de uma *startup* foram organizadas de acordo com fases de desenvolvimento: I) ideação; II) validação; III) desenvolvimento; IV) tração e V) escala propostas para essa pesquisa. Cada fase, com seus níveis de TRL e as perguntas correspondentes, serão detalhadas a seguir.

### FASE I – IDEACÃO

A ideação é fase que representa o ponto de partida para o desenvolvimento de soluções inovadoras. Nessa fase a *startup* identifica um problema específico para resolver através de uma solução, que normalmente ainda se encontra em fase de hipóteses. Essa fase abrange TRL 1 e 2.

O TRL1 refere-se à descoberta. É o momento que a *startup* tem as hipóteses como base de desenvolvimento.

- Questão 1 – A startup consegue demonstrar o problema ou a oportunidade de forma clara e específica?
- Questão 2 - O problema refere-se à persona<sup>7</sup> específica?

Como evidências para essas duas perguntas devem ser apresentadas as hipóteses do problema para o cliente definido. Essas hipóteses representam as suposições que responderiam às questões, a partir da visão do empreendedor. Deve-se considerar que o ponto de partida para o desenvolvimento de uma *startup* é compreensão do problema que ela se propõe a resolver.

---

<sup>7</sup> Persona é uma denominação usada para uma representação fictícia do cliente ideal para a empresa.

- Questão 3 - Foi realizada uma busca de soluções para o problema no estado da arte (literatura científica) ou no estado da técnica (literatura patentária)?

Para esse quesito deverá ser demonstrada que foi feita busca de anterioridade pelo menos em base nacional de dados, objetivando identificar quais soluções já foram desenvolvidas ou estão em desenvolvimento para resolver o problema tratado. Isso porque no desenvolvimento de soluções deve-se observar as questões que envolvem a propriedade intelectual de terceiros.

- Questão 4 - A proposta de valor é demonstrada de forma específica?

Nesse nível a proposta de valor deve ser demonstrada a partir de um conjunto de hipóteses definidas a partir da visão do empreendedor e que posteriormente serão testadas junto aos clientes. A proposta de valor serve para orientar o desenvolvimento da solução, uma vez que representa o compromisso em termos de valor para o cliente na solução (produto e serviço) que será desenvolvida.

- Questão 5 - A *startup* possui condições para desenvolver protótipo de baixa fidelidade?

O protótipo de baixa fidelidade é uma demonstração inicial da solução, ainda em nível conceitual, mas serve para apresentar aos clientes como a solução pretende resolver o problema específico. A equipe deverá avaliar se é capaz de apresentar uma versão preliminar do projeto informal e conceitual para definição de escopo de desenvolvimento, demonstrando como pretende atender necessidades dos clientes e representá-las como requisitos dos clientes.

- Questão 6 – A *startup* conhece o tamanho de mercado ao qual ela concorre?

O objetivo dessa questão é verificar se de fato existe demanda para a solução, conseqüentemente se vale a pena investir na ideia. Para isso a empresa deverá analisar o mercado endereçável (TAM), mercado endereçável aproveitável (SAM) e mercado alcançável aproveitável (SOM).

- Questão 7 – Foram projetadas estimativas de preços a serem cobrados?

Essa fase é importante para demonstrar de forma inicial a possibilidade de escalabilidade da solução e compreender os aspectos que estão sendo considerados

pela *startup* na formação de preço. Como evidências poderão ser apresentadas a projeção de receita, a estimativa de preço e como ele foi calculado.

- Questão 8 – Os cofundadores da *startup* entendem o que é uma estratégia de saída e como ela é importante para investidores?

Espera-se que em algum momento a *startup* encontre um investidor, com isso é importante que o empreendedor entenda as tomadas de decisões que isso envolve (ABACA, 2021). Como evidência a *startup* poderá relatar sua compreensão acerca desse marco.

- Questão 9 - Os cofundadores possuem habilidades necessárias para desenvolvimento da *startup*?

É comum nesse nível de maturidade a *startup* possuir como time apenas os cofundadores. Para esse quesito a *startup* deve realizar um mapeamento de competências necessárias para o desenvolvimento da solução e que são atendidas pelo time.

O quadro 15 mostra o resumo de perguntas e indicadores para o TRL 1.

Quadro 15 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 1

	Perguntas	Indicadores
TRL 1: Hipóteses como base de desenvolvimento	O problema ou oportunidade é demonstrada de forma específica?	Hipóteses de como resolver o problema
	O problema refere-se à persona específica?	Hipóteses para persona
	Foi realizada busca de soluções para o problema no estado da técnica e da inovação?	Resultados encontrados para busca de anterioridade
	A proposta de valor é demonstrada de forma específica?	Hipóteses da proposta de valor bem definidas
	A <i>startup</i> possui condições para desenvolver protótipo de baixa fidelidade?	Versão preliminar do projeto informal e conceitual
	Conhece o tamanho de mercado em que concorre?	Análise de mercado endereçável (TAM), mercado endereçável

*Continua*

		aproveitável (SAM) e mercado alcançável aproveitável (SOM).
	Foram projetadas estimativas de preços a serem cobrados?	Projeção de receita, estimativa de preço e base de cálculo.
	Os cofundadores entendem o que é uma saída?	Relato da compreensão sobre o que é uma saída e as expectativas de um investidor investido
	Os cofundadores possuem habilidades necessárias para desenvolvimento da <i>startup</i> ?	Mapeamento de competências necessárias para o desenvolvimento da solução atendidas pelo time

Fonte: elaborada pela autora, 2022.

No TRL 2 o foco é a investigação do problema para desenvolvimento de protótipo. Para esse nível de maturidade, foram elaboradas as seguintes questões.

- Questão 1 – O problema especificado aparece como demanda em editais de chamadas temáticas, *hackathons* etc.?

Um passo importante no processo de desenvolvimento de uma *startup* é a comprovação de que o problema especificado é um problema real e que merece o esforço de criação da solução. Quando essa demanda aparece como necessidade de outras empresas ou entidades, isso irá contribuir para a validação do problema. Como evidência podem ser demonstradas iniciativas que abordem o problema tratado pela *startup*.

- Questão 2 – A equipe já teve contato pessoalmente com o problema?

O contato direto com o problema irá contribuir para resolvê-lo, uma vez que o contato direto permite identificar onde estão as “dores” causadas ao cliente especificado. A *startup* pode apresentar um relato descrevendo experiências anteriores e como elas podem contribuir para o desenvolvimento da solução.

- Questão 3 - A equipe possui clareza sobre como a solução poderá resolver o problema?

A *startup* precisa possuir uma visão clara de como resolver esse problema, de como a vida dos clientes poderá melhorar significativamente se o empreendimento conseguir escalar (ABACA, 2021). Como forma de evidenciar o cumprimento desse requisito de maturidade, deverá ser demonstrado o mapeamento claro das “dores”, tarefas dos clientes e ganhos esperados, a partir do problema específico.

- Questão 4 – A equipe já desenvolveu um protótipo de baixa fidelidade?

A evidência de cumprimento desse quesito é o próprio protótipo de baixa fidelidade, também chamado popularmente de protótipo sujo.

- Questão 5 - A *startup* já possui resultados que comprovam o interesse inicial dos clientes pela solução?

Através dos ciclos de feedbacks propostos por Ries (2012), a *startup* pode obter informações que orientam o desenvolvimento futuro da solução, abandonando todos os recursos que não são essenciais e mantendo aqueles que realmente são mais importantes para o cliente (MARINO; MAGNANI, 2019). Como forma de evidenciar esse quesito poderão ser demonstrados resultados de conversas estruturadas, pesquisas realizadas e os resultados da validação das hipóteses de proposta de valor.

- Questão 6 - Já foi feita uma verificação sobre regulamentação para desenvolvimento da solução?

No desenvolvimento da solução é preciso verificar as questões regulatórias envolvidas, como licenças necessárias, pré-requisitos de cumprimento obrigatório, entre outros. Nessa fase a *startup* já deve conseguir relacionar todos esses aspectos regulatórios que envolvem o negócio e que precisam ser tratados e/ou providenciados, mesmo que para isso envolva a contratação de serviço especializado.

- Questão 7 - A premissa para modelo de negócio é baseada em modelos já existentes?

Quando a empresa consegue apontar estratégias de preços e modelos de negócios semelhantes ao que já existe no setor de atuação ou em uma indústria adjacente, isso demonstra que as premissas para o modelo e projeções de receita geral são credíveis (ABACA, 2021). Dessa forma é importante demonstrar modelos de negócios semelhantes ao que se pretende e que a indústria concorrente já utiliza ou outros

modelos de negócio existentes pertencentes a outros segmentos, também já validados, mas que podem ser adaptados para a *startup*, trazendo mais confiança ao que está sendo proposto.

O quadro 16 mostra o resumo de perguntas e indicadores para TRL 2.

Quadro 16 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 2

	Perguntas	Indicadores
TRL 2: Entendimento de Mercado	O problema especificado aparece como demanda em editais de chamadas temáticas, hackathons etc.?	Iniciativas que abordem o problema tratado pela <i>startup</i>
	A equipe já teve contato pessoalmente com o problema?	Relato descrevendo experiências anteriores e sua contribuição para o desenvolvimento da solução
	A equipe possui clareza sobre como a solução poderá resolver o problema?	Mapeamento das “dores”, tarefas dos clientes e ganhos esperados
	A equipe já desenvolveu um protótipo de baixa fidelidade?	Próprio protótipo de baixa fidelidade
	A <i>startup</i> já possui resultados que comprovam o interesse inicial dos clientes pela solução?	Conversas estruturadas, pesquisas realizadas e os resultados da validação das hipóteses de proposta de valor
	Já foi feita uma verificação sobre regulamentação para desenvolvimento da solução?	Levantamento de requisitos regulatórios necessários para desenvolvimento da <i>startup</i>
	A premissa de modelo de negócio é baseada em modelos já existentes?	Modelos de negócios semelhantes já utilizados pela indústria ou que podem ser adaptados para a <i>startup</i>

Fonte: elaborada pela autora, 2022.

## FASE II - VALIDAÇÃO

Essa fase tem como objetivo adaptar a proposta de valor às necessidades de mercado. A validação é marcada pela intensa interação com o cliente, parceiros e usuários. A *startup* deve demonstrar se consegue obter pedidos ou atrair usuários em quantidade suficiente para provar que possui a proposta de um modelo de negócio que seja recorrente e escalável (BLAK; DORF, 2014). Ela contempla os TRLs 3 e 4.

No nível de TRL 3, busca-se definir a proposta de valor. Esse nível é marcado pela análise da solução, do mercado, dos clientes potenciais e pela entrega do mínimo produto viável (MVP). As questões relativas a esse nível são apresentadas abaixo.

- Questão 1 – A *startup* entende da cadeia de valor em que está inserida?

A cadeia de valor refere-se ao conjunto de atividades que criam valor para empresa, desde as fontes de matérias-primas básicas, fornecedores até o produto entregue ao cliente. Por esse motivo ela é frequentemente utilizada para realizar a análise de custos, de modo que a vantagem competitiva aparece quando valor criado aos clientes é superior ao custo da solução adquirida (NISIYAMA; OYADOMARI, 2012). Dada essa importância, a *startup* deve apresentar o detalhamento da cadeia de valor em que está inserida.

- Questão 2 - A proposta de valor da *startup* pode ser considerada superior à da concorrência?

Com essa pergunta a *startup* deve procurar apresentar os diferenciais competitivos que a solução oferece em relação a seus concorrentes. Por isso é indicado que seja realizado mapeamento de concorrentes (diretos ou indiretos) e mapeamento de diferenciais competitivos.

- Questão 3 - Há evidências de que os clientes estão dispostos a pagar o preço-alvo?

O cliente se mostrar disposto a pagar pela solução é um passo importante na validação da solução. Esse feedback se apresenta como um sinal positivo para que a *startup* siga em frente na estratégia de desenvolvimento que vem sendo adotada. Como evidência pode ser apresentado o banco de clientes (CRM) já construído e o mapeamento de intenção de compra.

- Questão 4 - Há um protótipo funcional capaz de demonstrar as principais funções e como elas resolvem o problema específico estabelecido?

Um protótipo funcional é entregue quando a *startup* já possui uma versão de protótipo que possui recursos essenciais capazes de resolver a “dor mais aguda” identificada no problema específico. Como evidência do cumprimento desse quesito a *startup* deve apresentar protótipo funcional em si e um *roadmap* do desenvolvimento do produto.

- Questão 5 - Já há clientes utilizando a solução (produto ou serviço) oferecido pela *startup*?

Nesse estágio a solução costuma ser utilizada pelos chamados primeiros adeptos, os clientes que compram produtos inacabados e ainda não testados. Esses clientes geralmente procuram ativamente por uma solução para seu problema dentro de determinado prazo e estão tão aflitos por uma solução provisória, além estarem dispostos empenhar seus recursos para fazer a compra (BLANK; DORF, 2014). No entanto nessa fase admitem-se também como primeiros adotantes usuários que não façam nenhum tipo de desembolso, apenas testem, os chamados clientes não-pagantes. Para evidenciar esse quesito, devem ser apresentados o funil de vendas e uma taxa de conversão satisfatórios.

- Questão 6 – A *startup* tem planejamento de custos para alcançar economia unitária positiva<sup>8</sup>?

Nesse quesito a *startup* precisa ter evidências do custo para fazer a solução, além da definição de metas para alcançar uma economia unitária positiva (ABACA, 2021). Essa pergunta pode ser respondida positivamente se a *startup* conseguir demonstrar sua estrutura custo variável unitário de produção, buscando estabelecer um preço competitivo de mercado; e também apresentar a estratégia de preço e o plano financeiro já considerando escala de produção.

- Questão 7 - A proposta de valor da empresa desperta interesse de adquirentes?

---

<sup>8</sup> A economia unitária positiva é alcançada quando um empreendimento não está mais operando negativamente, ou seja, já possui margem que supera os custos de produção envolvidos.



A busca por vantagem competitiva através da inovação tem levado algumas empresas a adquirir tecnologias de terceiros, através de investimento em empresas empreendedoras com potencial de crescimento (NISIYAMA; OYADOMARI, 2012). Portanto estar atuando em um segmento com um histórico de aquisição de *startups* promissoras sugere que a proposta de valor desperta interesse em adquirentes, o que é uma informação importante principalmente para investidores. Dessa forma a *startup* pode demonstrar atendimento desse quesito através da apresentação de histórico de aquisição de *startups* promissoras no setor de atuação e/ou recebimento de ofertas e/ou mapeamento de interessados.

O quadro 17 mostra o resumo de perguntas e indicadores para o TRL 3.

Quadro 17 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 3

	Perguntas	Indicadores
TRL 3: Definição da Proposta de Valor	A equipe sabe dos recursos necessários para desenvolver o protótipo funcional?	Detalhamento da cadeia de valor
	A proposta de valor da <i>startup</i> pode ser considerada superior ao da concorrência?	Mapeamento de concorrentes (diretos ou indiretos) e mapeamento de diferenciais competitivos
	Há evidências de que os clientes estão dispostos a pagar preço-alvo?	Banco de dados de clientes (CRM) e mapeamento de intenção de compra
	Há um protótipo funcional capaz de demonstrar as principais funções e como elas resolvem o problema específico estabelecido?	Protótipo funcional em si e um roadmap do desenvolvimento do produto
	Já foram mapeadas as vendas iniciais?	Funil de vendas e taxa de conversão.
	A <i>startup</i> tem estratégia de custos para alcançar economia unitária positiva?	Estrutura custo variável unitário de produção; estratégia de preço e plano financeiro
	A proposta de valor da empresa desperta interesse de adquirentes?	Histórico de aquisição de <i>startups</i> promissoras no setor de atuação e/ou recebimento de ofertas e/ou mapeamento de interessados.

Fonte: elaborada pela autora, 2021

No TRL 4, o foco é o entendimento do mercado e o teste da solução, que precisa demonstrar vantagem competitiva em relação aos concorrentes. As perguntas relacionadas ao TRL4 são mostradas abaixo.

- Questão 1 – A *startup* tem experiência no setor em que pretende atuar?
- Questão 2 - A equipe possui relacionamento com a indústria?

A existência de experiência anterior de atuação e uma rede de contatos já existente com a indústria em que a *startup* atua tornam o empreendimento ainda mais credível. Para evidenciar esses quesitos devem ser apresentados relato de experiência vivenciada por pelo menos um ano e de como essa experiência pode contribuir para o desenvolvimento da *startup*, além de lista de fornecedores e comerciantes do referido setor (ABACA, 2021).

- Questão 3 – A solução proposta é capaz alterar o status quo da indústria?

Esse quesito refere-se a como a solução irá alterar o comportamento do cliente em relação ao problema. Como evidências para esta questão, a *startup* poderá demonstrar, através da construção de cenário ou de *roadmap*, como a solução transformará a indústria e forçará concorrentes e alternativas a se adaptarem ou reagirem (ABACA, 2021).

- Questão 4 - A solução proposta está validada pelos clientes?

Isso significa que durante as interações com a solução os clientes trouxeram feedbacks positivos sobre a solução e como ela tem resolvido o problema, facilitado a vida deles e gerado ganhos. Como evidências poderão ser apresentados relatos dos clientes, informações técnicas obtidas pelo próprio sistema; pesquisa de satisfação com altos retornos positivos.

- Questão 5 - A *startup* já faz gerenciamento de custos no desenvolvimento da solução?

O desenvolvimento de uma solução deve se preocupar em manter os custos baixos ou pelo menos em equilíbrio. Os custos podem ser definidos como os gastos necessários para fabricar produtos ou prestar os serviços da empresa (CALLEGARO, 2021). Como nessa fase a *startup* ainda não está em operação, para evidência desta

questão, a *startup* deve apresentar um plano de viabilidade financeira com a projeção de receitas e custos, que permitirá inclusive calcular investimento necessário para as próximas fases.

- Questão 6 - A *startup* consegue comprovar o tamanho do nosso mercado total endereçável (TAM) declarado?

A comprovação do tamanho de mercado está relacionada à necessidade de mensurar o potencial de escala da solução. Isso pode ser demonstrado através de estudo de mercado, analisando dados públicos de concorrentes em outras pesquisas respeitáveis, dados tais como receita, potencial de expansão, entre outros.

- Questão 7 - Há uma estratégia definida para alcançar projeção de receita e custos declarada?

A *startup* deve possuir uma estratégia bem definida para alcançar a projeção de receita e custos para os próximos 3 a 5 anos (ABACA, 2021), buscando demonstrar os resultados esperados. Além da estratégia, a *startup* deverá realizar um estudo de viabilidade econômico-financeiro que permitirá analisar as condições necessárias para execução da estratégia proposta.

- Questão 8 - O setor da *startup* é atrativo para recebimento de investimentos?

Uma das formas de demonstrar a atratividade da solução é através do volume de investimento que o mercado oferece. Alguns indicadores que podem ser utilizados como evidências são: mapeamento de volume de investimento no segmento, mapeamento de quantas *startups* no segmento receberam investimentos, mapeamento dos segmentos que têm sido prioritários para investidores, entre outros.

- Questão 9 - A *startup* consegue demonstrar que há clientes de outros de segmentos interessados na solução proposta?

Isso significa dizer que a solução ou uma extensão dela também atende clientes de outros segmentos, o que contribui para demonstrar a condição de escalabilidade do modelo de negócio da *startup*. Para isso a *startup* poderá demonstrar resultados alcançados a partir de pré-venda realizada para outros segmentos ou resultados percebidos de interessados de outros segmentos pela solução durante a validação.

O quadro 18 mostra o resumo de perguntas e indicadores para o TRL 4.

Quadro 18 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 4

	Perguntas	Indicadores
TRL 4: Validação do Mercado	A equipe tem experiência no setor de atuação da <i>startup</i> ?	Relato de experiência vivenciada.
	A equipe possui relacionamento com a indústria?	Lista de fornecedores e comerciantes do referido setor.
	A solução proposta é capaz alterar o status quo da indústria?	<i>Roadmap</i> da solução
	A solução proposta está validada pelos clientes?	Relatos dos clientes; informações técnicas obtidas pelo próprio sistema; pesquisa de satisfação com altos retornos positivos.
	A <i>startup</i> já faz gerenciamento de custos no desenvolvimento da solução em algum nível	Plano de viabilidade financeira.  <i>Continua</i>
	A <i>startup</i> consegue comprovar o tamanho do nosso mercado total endereçável (TAM) declarado?	Estudo de mercado.
	Há uma estratégia definida de para alcançar projeção de receita e custos declarada?	Estratégia definida pela <i>startup</i> ; estudo de viabilidade econômico-financeiro.
	O setor da <i>startup</i> é atrativo para recebimento de investimentos?	Mapeamento de volume de investimento no segmento; mapeamento de quantas <i>startups</i> no segmento receberam investimentos; mapeamento dos segmentos que têm sido prioritários para investidores.
	A <i>startup</i> consegue demonstrar que há clientes de outros de segmentos interessados na solução proposta?	Resultados de pré-venda realizada para outros segmentos; interessados de outros segmentos percebidos durante a validação da solução.

Fonte: elaborada pela autora, 2022.

### FASE III - DESENVOLVIMENTO

Essa fase marca o início da execução efetivamente. Nela, a *startup* inicia as operações para o desenvolvimento do negócio, o que exigirá a realização de atividades relacionadas a vendas, controle financeiro, entre outros. Essa fase faz referência aos TRL 5 e 6.

Ao chegar ao TRL 5, a *startup* tem foco na modelagem do negócio de forma sustentável. Os indicadores de desempenho começam a ser analisados nesse nível. As perguntas relacionadas a esse TRL são apresentadas abaixo.

- Questão 1 – A *startup* consegue demonstrar se a solução oferecida resolve de forma satisfatória o problema específico de seus clientes?

Nesse momento espera-se que a *startup* já seja capaz de realizar medição de alguns indicadores, isso demandará a existência de alguns sistemas minimamente estruturados para fazer essa verificação. Para esse quesito a *startup* deve apresentar resultados alcançados pelo cliente a partir do uso da solução; esses resultados podem ser qualitativos ou quantitativos, como redução de custos, economia de tempo, entre outros.

- Questão 2 – O produto já está sendo testado em ambiente relevante?

A resposta sim para essa questão significa dizer que a solução da *startup* já está além da fase de protótipo, mas ainda não é sua versão finalizada – MVP. No entanto, a solução já está sendo utilizada por um grupo de clientes que podem ser pagantes ou não.

- Questão 3 - Já se observa algum nível de fidelização de clientes?

Esse quesito está muito relacionado à recompra do cliente. Havendo recompra, observa-se que a retenção de cliente está aumentando. Para demonstrar esse comportamento, pode ser analisado o banco de dados de clientes, taxa de cancelamento da solução (*churn rate*) e o *Lifetime Value* que significa o quanto em média os clientes investem na solução da *startup* durante o período de relacionamento, que pode ser medido pelo ticket médio no período analisado, média de repetições do investimento pelo cliente no período analisado e média do tempo de relacionamento do cliente com a empresa (ACESTARTUPS, 2021).

- Questão 4 – A *startup* está em contato com parceiros para fortalecer o processo de vendas e distribuição?

No processo de desenvolvimento, o estabelecimento de parcerias estratégicas é muito importante para um aumento substancial de participação no mercado, uma vez que elas podem facilitar a captura do mercado de forma mais rápida e às vezes mais barata (ABACA, 2021), por isso uma resposta positiva a esse quesito deve implicar na relação de parcerias já estabelecidas e como elas contribuirão para captura do mercado-alvo.

- Questão 5 – As receitas e custos reais auferidos apoiam uma economia unitária positiva?

A economia unitária positiva é alcançada quando os custos e receitas por unidade estão melhorando gradativamente, o que pode ser demonstrado através do crescimento do faturamento, aprimoramento do MVP (tecnologia com desenho de custo menor) e demonstração de queda dos custos na projeção.

- Questão 6 – A *startup* está próxima de obter receita superior na venda em relação aos custos incorridos que ela envolve?

Para verificar esse comportamento a *startup* deve apresentar os resultados reais alcançados em termos de receita e custo, além de ações tomadas para alcançar essa condição, tais como ajustar o volume de vendas à demanda necessária para superar os custos totais e o preço a margens satisfatórias.

- Questão 7 – A *startup* tem sido sondada por potenciais compradores?

A resposta positiva a essa pergunta representa um aumento da atratividade da *startup* na perspectiva do setor do qual faz parte, em função dos resultados alcançados até aqui. Como forma de demonstrar esse crescimento da atratividade pode ser apresentada uma relação de empresas interessadas, agendamento de reuniões, entre outros.

O quadro 19 mostra o resumo de perguntas e indicadores para o TRL 5.

	Perguntas	Indicadores
TRL 5: Modelagem do Negócio	A <i>startup</i> consegue demonstrar se a solução oferecida resolver de forma satisfatória o problema específico de seus clientes?	Resultados alcançados pelo cliente a partir do uso da solução (qualitativos ou quantitativos).
	O produto já está sendo testado em ambiente relevante?	Banco de dados de clientes pagantes e não-pagantes.
	Já se observa algum nível de fidelização de clientes?	Banco de dados de clientes, taxa de cancelamento da solução (churn rate) e o Lifetime Value.
	A <i>startup</i> está em contato com parceiros para fortalecer o processo de vendas e distribuição?	Fechamento de parcerias estratégicas
	As receitas e custos reais conferidos apoiam uma economia unitária positiva?	Crescimento do faturamento, aprimoramento do MVP (tecnologia com desenho de custo menor) e demonstração de queda dos custos.
	A <i>startup</i> está próxima de obter receita superior na venda em relação aos custos incorridos que ela envolve?	Desempenho financeiro real; ações tomadas para
	A <i>startup</i> tem sido sondada por potenciais compradores?	Relação de empresas interessadas, agendamento de reuniões, entre outros.

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

No TRL 6 ocorre a otimização da solução, ou seja, a solução (produto ou serviço) já está completa, disponível no mercado e buscando novos usuários além dos iniciais. As questões relacionadas à TRL 6 são mostradas abaixo.

- Questão 1 – A equipe da *startup* possui experiência de vendas?

Nesse estágio a *startup* deve buscar novos usuários além dos primeiros adotantes; nesse sentido é importante possuir membros da equipe com experiência em vendas, seja em vendas para o mesmo segmento da *startup*, ou como gestor de equipes de vendas ou outra situação relacionada que pode contribuir com a melhoria desse

processo internamente. Como evidencia a *startup* pode apresentar seu relato da experiência com vendas e como pode contribuir a expansão.

- Questão 2 - A *startup* está vendendo para além dos clientes-alvo iniciais?

Nessa fase, a *startup* já verificou que existe mercado a ser atendido pela solução, entendeu as necessidades dos clientes-alvo iniciais e verificou que eles estão dispostos a pagar pela solução, que (mesmo em nível de MVP) resolve o problema deles (BLANK; DORF, 2014). Para avançar rumo ao TRL 6, é preciso demonstrar que estão alcançando novos clientes diferentes em dados demográficos, que podem ser demonstrados através de pesquisa de mercado, análise de funil de vendas, análise de métricas de marketing digital<sup>9</sup>, medição de tráfego digital, entre outros.

- Questão 3 - A solução já está disponível em versão validada pelos clientes?

Isso significa que, após os ciclos interações com os clientes e o uso da solução pelos primeiros adotantes, os feedbacks foram positivos e agora está disponível uma versão da solução apenas com os recursos mais importantes e que de fato contribuem para resolução do problema. A evidência nesse caso é o próprio produto já ajustado pelos feedbacks recebidos.

- Questão 4 - É possível verificar se há alinhamento de interesses das *startups* com os parceiros?

O alinhamento entre *startup* e parceiros contribui positivamente para a vantagem competitiva do empreendimento, com destaque principalmente para fornecedores e distribuidores. Para verificar o atendimento a esse quesito pode-se realizar mapeamento de benefícios gerados para cadeia de valor.

- Questão 5 - É possível verificar a queda dos custos de aquisição dos clientes em relação ao preço de venda da solução?

O custo de aquisição por cliente refere-se ao gasto durante determinado período para conquistar compradores, assinantes ou usuários; isso envolve diretamente as ações

---

<sup>9</sup> Segundo Silva, Souza e Mendes (2019, p.79-80), “o *Marketing* Digital é a utilização efetiva da internet como ferramenta de *marketing* envolvendo propaganda, publicidade, comunicação e todos os conceitos e estratégias já conhecidos teoricamente por este recurso”.



de marketing e vendas e define se a estratégia adotada está gerando lucro ou déficit (ACESTARTUPS, 2021). Se a resposta a esse quesito for positiva, significa que o desempenho nas vendas tem melhorado, ou seja, o esforço para prospectar cliente é menor que o retorno gerado. Como evidência desse comportamento pode-se observar um preço mais ajustado à uma margem aceitável; um crescimento de faturamento ou a demonstração de um CAC mais baixo que o inicial.

- Questão 6 – As questões regulatórias para o desenvolvimento da solução já foram atendidas?

Nesse nível a *startup* já deve ter resolvidas todas as questões regulatórias mapeadas que são fundamentais ou representam risco para o desenvolvimento do negócio. Nesse nível é importante que ela conte com algum tipo de assessoria para conseguir atender esse quesito.

- Questão 7 – A *startup* possui estratégia para proteção de propriedade intelectual?

A propriedade intelectual refere-se à proteção da criação da solução que pode se dar através do direito autoral, propriedade industrial e proteção *sui generis*. A depender da estratégia da empresa, uma mesma solução poderá dispor de vários tipos de proteção, cobrindo diferentes aspectos, tais como a marca, a patente, o desenho industrial, o programa de computador, entre as outras possibilidades previstas em lei (JUNGMANN; BONETT, 2010). Portanto a *startup* já deve possuir essa estratégia definida e os devidos encaminhamentos para requisição da PI.

- Questão 8 – A *startup* já identificou adquirentes específicos ou outras opções de saída?

Nesse nível a *startup* está identificando empresas específicas que poderiam se interessar em adquirir a *startup* ou começando a identificar a plausibilidade de adotar outra estratégia de saída que não seja a aquisição (ABACA, 2021). É importante entender os processos mais relevantes que envolvem a saída escolhida. No caso de uma aquisição, por exemplo, deve entender como funciona *due diligence* (busca de informação sobre uma empresa), as estruturas do negócio e transferências de ativos,

entre outros aspectos de uma transação desse tipo (GAZDECKI, 2021). Por isso é importante a elaboração de um plano de prováveis saída já pensando no futuro.

O quadro 20 mostra o resumo de perguntas e indicadores para o TRL 6.

Quadro 20 -Resumo de perguntas e indicadores para TRL 6

	Perguntas	Indicadores
TRL 6: Otimização da solução	A equipe da <i>startup</i> possui experiências de vendas?	Experiência com vendas e como pode contribuir a expansão da <i>startup</i> .
	A <i>startup</i> está vendendo para além dos clientes-alvo iniciais?	Novos clientes diferentes em dados demográficos; análise de funil de vendas, análise de métricas de marketing digital; medição de tráfego digital, entre outros.
	A solução já está disponível em versão validada pelos clientes?	Produto ajustado a partir feedbacks.
	É possível verificar alinhamento de interesses com os parceiros?	Mapeamento de benefícios gerados para cadeia de valor
	É possível verificar a queda dos custos de aquisição dos clientes em relação ao preço de venda da solução	Preço mais ajustado à uma margem aceitável; um crescimento de faturamento ou a demonstração de um CAC mais baixo que o inicial.
	As questões regulatórias para o desenvolvimento da solução já foram atendidas?	Check-list de questões regulatórias atendidas
	A <i>startup</i> já identificou adquirentes específicos ou outras opções de saída?	Mapeamento de empresas potenciais; outras estratégias de saídas identificadas.; plano de saída.
	A <i>startup</i> possui estratégia para proteção de propriedade intelectual?	Estratégia definida e os devidos encaminhamentos para requisição da PI.

Fonte: elaborada pela autora, 2022.

## FASE IV - TRAÇÃO

Essa fase é marcada pelo crescimento da *startup*. Nesse momento a solução já está validada; já há um entendimento profundo das motivações e necessidades do mercado e o negócio já alcançou um nível de maturidade no qual os riscos de fracasso são bem menores se comparado às fases anteriores, de modo que o próximo passo é obter investimentos mais robustos para avançar. Esse estágio é representado pelo TRL 7.

No nível de TRL 7 a *startup* já deve ser capaz de apurar o desempenho da solução no mercado atendido, isso envolve a fidelidade do consumidor e a vantagem competitiva em relação aos concorrentes. As questões relacionadas ao TRL7 são mostradas abaixo.

- Questão 1 – A *startup* possui equipe apta a liderar o crescimento?

Para liderar o crescimento, a *startup* precisa de apoio mais formal, que pode vir de departamentos de vendas, marketing, administrativo, além de já possuir uma equipe executiva capaz de liderar esse processo. Para demonstrar o enquadramento nesse quesito pode ser apresentado um organograma da *startup* juntamente com uma matriz de responsabilidades. É importante ressaltar que o organograma deve ser baseado em funções desempenhadas, não em cargos burocráticos.

- Questão 2 – A *startup* já está trabalhando para atingir o mesmo nível de validação da proposta de valor em mercados além do mercado-alvo inicial?

A resposta positiva para esse quesito significa a *startup* está trabalhando na expansão do negócio, para isso será necessária a definição e validação de hipóteses de novos mercados (hipóteses de crescimento), ou seja, sair de uma atuação voltada apenas para o mercado-alvo para alcançar multimercados, além da elaboração de plano de marketing para planejamento das ações necessárias.

- Questão 3 - A *startup* já possui condições para operar em escala?

Isso significa que a *startup* está pronta para lidar com crescimento exponencial de demanda, do ponto vista da capacidade de produção. A *startup* que responder positivamente para esse quesito deve estar com processo produtivo montado, com

pelo menos o mínimo de estrutura disponível, no caso recursos humanos, equipamentos, materiais, entre outros.

- Questão 4 – A *startup* já está testando novas ideias para extensões substanciais à solução ou para outra solução totalmente nova?

Faz parte também do crescimento da *startup* testar novas ideias para extensões substanciais da solução ou para um produto totalmente novo (ABACA, 2021). Para evidenciar esse quesito a *startup* deverá demonstrar as extensões da solução ou propostas de novas soluções.

- Questão 5 - O ciclo de vendas da solução atende ou supera o padrão do setor em que a *startup* opera?

O ciclo de vendas é formado por um conjunto de fases necessárias para vender determinado produto ou serviço, que começa desde o contato inicial com cliente até chegar no pós-venda. Nesse nível espera-se que a *startup* opere de forma semelhante ou até superior ao padrão da indústria (ABACA, 2021). Como evidencia de que atingiu esse quesito, ela deve demonstrar a vantagem competitiva alcançada nesse sentido, através de simplificação de processos, redução de burocracia, entrega de facilidades ou mesmo através de benchmarking<sup>10</sup>.

- Questão 6 - A *startup* alcançou economia unitária de produção?

A economia unitária é positiva quando consegue superar os cobrir custos fixos; a *startup* deve se desenvolver estratégias para crescimento das vendas atuais e manter essa economia unitária buscando cobrir seus custos fixos e obter lucratividade.

- Questão 7 – A *startup* já realizou valoração da tecnologia?

A valoração da tecnologia está relacionada a quanto uma empresa vale no momento do estudo baseado em como se desenvolverá no futuro; dessa forma quanto maior for o seu potencial de geração de caixa e menor os riscos envolvidos, maior é o seu valor; de modo que, quem mais cresce, vale mais (ENDEAVOR,2017).

---

<sup>10</sup> O termo benchmarking pode ser traduzido como comparação a uma referência, ou seja, é a prática de analisar um produto, serviço ou processo, confrontando-o com o melhor da categoria. É uma prática que traz bons resultados para qualquer empresa (VALLE, 2021)

Há diversos modelos para avaliação de uma empresa, modelos quantitativos e modelos qualitativos, contudo, nenhum é 100% eficaz, cabendo a combinação de modelos diferentes para gerar uma análise mais completa. No processo de valoração além de informar os métodos adotados, devem ser informadas as premissas assumidas e os fatores críticos considerados.

- Questão 8 – A *startup* possui algum tipo de relação com potenciais investidores?

O “sim” pode ser dado a esse quesito quando a *startup* já está tem um nível de interação vários investidores em potencial. Para avançar em uma futura negociação a *startup* já deve possuir controles financeiros estruturados e um plano de aquisição, incluindo ativos, direitos de propriedade, contas sociais e de e-mail, organograma e assim por diante.

O quadro 21 mostra o resumo de perguntas e indicadores para o TRL 7.

Quadro 21 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 7

	Perguntas	Indicadores
TRL 7: Apuração de desempenho do produto	A <i>startup</i> possui equipe executiva para liderar o crescimento?	Organograma da <i>startup</i> juntamente com uma matriz de responsabilidades
	A <i>startup</i> já está trabalhando para atingir o mesmo nível de validação da proposta de valor em mercados além do mercado-alvo inicial?	Hipótese de crescimento; plano de MKT
	A <i>startup</i> já possui condições para iniciar produção em escala?	Processo produtivo montado
	A <i>startup</i> já está testando novas ideias para extensões substanciais à solução ou para outra solução totalmente nova?	Extensões da solução ou propostas de novas soluções
	O ciclo de vendas da solução atende ou supera o padrão do setor da <i>startup</i> ?	Demonstrar a vantagem competitiva alcançada
	A <i>startup</i> alcançou economia unitária de produção?	Demonstrar que a <i>startup</i> está operando em margem positiva por unidade (preço de venda maior)

Continua

	É possível avaliar o potencial comercial da tecnologia (valoração)?	Resultado de valoração; métodos adotados; premissas assumidas.
	A <i>startup</i> possui algum tipo de relação com potenciais investidores?	Mapeamento de relacionamento; controle financeiro e plano de aquisição.

Fonte: elaborada pela autora, 2022.

## FASE V - ESCALA

Essa fase marca o crescimento e o aumento da complexidade da *startup*. Esse estágio pode ser representado pelos TRL 8 e 9.

No TRL 8 o empreendimento já está pronto para apurar crescimento da demanda e possui condições de operação necessárias para alavancar essa expansão. Abaixo são apresentadas as questões relacionadas a este nível.

- Questão 1 - A equipe é reconhecida como líder em seu segmento de mercado?

Quando a *startup* é formada por equipe reconhecida no mercado, traz mais confiança para o crescimento da empresa. Isso pode ser demonstrado através de recebimento de ofertas para ingressar em empresas rivais ou outros líderes do setor ou publicações da indústria, ou outras mídias online, reconheceram os membros da equipe como líderes de pensamento na indústria.

- Questão 2 - É possível considerar que a solução atingiu tal alcance de modo a reduzir/eliminar o problema do setor de atuação da *startup*?

Isso significa dizer que a *startup* alcançou um nível de escala de modo que está começando a eliminar o problema no setor através da solução, isso em decorrência principalmente da solução já estar com as principais e mais complexas funcionalidades desenvolvidas a ponto resolver as principais “dores” do cliente.

- Questão 3 - É possível identificar uma ampliação do volume de recompra pelos clientes?

Os clientes estão renovando ou recomprando sem muito esforço de vendas, ou seja, com baixo custo de aquisição. Isso pode ser avaliado mediante demonstração do

crescimento do banco de dados nos últimos períodos, taxa de fidelização do cliente, índice de satisfação do cliente, entre outros.

- Questão 4 - A *startup* está preparada para lidar com crescimento significativo de demanda pelo produto?

Com o crescimento da *startup* é natural que ela precise lidar com as condições ou efeitos desse crescimento. Isso pode estar relacionado com as condições de funcionamento da solução, a capacidade de dar resposta às solicitações de suporte dos clientes, entre outros; por isso é fundamental a existência de um sistema de relacionamento com clientes e canais pós-venda funcionando de forma satisfatória.

- Questão 5 – A *startup* possui parceiros estratégicos para distribuição, marketing e alavancagem de crescimento?

Parcerias estratégicas se apresentam como vantagem competitiva, pois isso pode representar que a *startup* está sendo beneficiada por uma condição específica ou exclusividade em relação a seus concorrentes, como por exemplo acesso a determinada fonte de matéria-prima, canal de distribuição, entre outros. A *startup* que respondeu positivamente a essa pergunta deve relatar quem são os parceiros e contribuição dada por cada um.

- Questão 6 - A *startup* já possui condições para alcançar lucratividade?

Para que a *startup* alcance lucratividade precisa estar crescendo rapidamente a cada mês. A taxa de crescimento e forte economia unitária fornecem evidências de que é possível atingir a lucratividade (ABACA, 2021).

- Questão 7 – É possível demonstrar curva de crescimento real na base de clientes da *startup*?

Para a *startup* se enquadrar na fase de escala é preciso demonstrar crescimento atual da base de clientes de forma comparativa a períodos anteriores, além de projetar o crescimento esperado para períodos seguintes.

- Questão 8 – A *startup* já recebeu alguma proposta de aquisição ou outra forma de saída?

Quando a *startup* recebe uma proposta de aquisição ou outra forma de saída, é fundamental possuir histórico de lucros e perdas, documentos societários e comerciais atualizados, aspectos regulatórios atendidos, entre outros que demonstrem a atratividade e regularização do empreendimento (JULIO, 2021). Para evidenciar esse quesito, a *startup* deve relatar proposta de saída recebida e motivo da não-aceitação para que possa ajustar o plano de saída, se for o caso.

O quadro 22 mostra o resumo de perguntas e indicadores para o TRL 8.

Quadro 22- Resumo de perguntas e indicadores para TRL 8

	Perguntas	Indicadores
TRL 8: Crescimento da demanda e condições de operação alcançadas	A equipe é reconhecida como líder de mercado da indústria?	Recebimento de ofertas de trabalho; publicações da indústria reconhecendo os membros da equipe como líderes de pensamento na indústria
	É possível considerar que a solução atingiu tal alcance de modo a reduzir/eliminar o problema do setor de atuação da <i>startup</i> ?	Principais e mais complexas funcionalidades desenvolvidas
	É possível identificar ampliação do volume de recompra pelos clientes?	Demonstração do crescimento do banco de dados nos últimos períodos, taxa de fidelização do cliente, índice de satisfação do cliente, entre outros
	A <i>startup</i> está lidando de forma positiva com crescimento significativo pelo produto?	Existência de um sistema de relacionamento com clientes; canais pós-venda funcionando de forma satisfatória
	Possui parcerias relevantes firmadas para distribuição, <i>marketing</i> e alavancagem de crescimento?	Relato de quem são os parceiros e contribuição dada por cada um
	A <i>startup</i> já possui condições para alcançar lucratividade?	Taxa de crescimento; forte economia unitária
	É possível verificar crescimento na base de clientes?	Demonstrar crescimento atual da base de clientes de forma comparativa a períodos anteriores;

Continua



		projeção do crescimento esperado
	A <i>startup</i> já recebeu alguma proposta de aquisição ou outra forma de saída?	Relato de proposta de saída recebida e motivo da não-aceitação

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Por fim, no TRL 9 a *startup* é marcada pelo crescimento contínuo e aumento de complexidade. Com ele vem o reconhecimento da solução e aumento da participação no mercado, e significa que a *startup* alcançou um modelo de negócio repetível e escalável. O atingimento desse nível de maturidade demonstra que a *startup* está pronta para obter investimentos mais volumosos objetivando sua expansão. As questões relativas ao TRL 9 são mostradas abaixo.

- Questão 1 – O arcabouço legal e permissões necessárias para comercialização já estão disponíveis?

Assim como qualquer outra empresa, as *startups* devem atender todas as questões regulamentares e legais previstas para comercialização de uma solução como licenças, termos de uso, legislação trabalhista, atendimento a normas, entre outros; caso a solução possua natureza inovadora disruptiva é preciso atentar ainda a necessidade de atender algum aspecto regulatório.

- Questão 2 – A *startup* possui experiência com saídas?

Para participar de alguma forma de saída, seja através de aquisição, fusão, entre outras, é importante a *startup* conhecer o processo da transação escolhida. Por isso, possuir na equipe pessoas já participaram de uma fusão, aquisição ou *IPO* (oferta pública inicial em bolsas de valores) bem-sucedida, traz mais maturidade ao estágio de desenvolvimento de uma *startup*. Portanto pode ser apresentada como evidência membros da equipe que possuem a referida experiência e como podem contribuir no processo.

- Questão 3 - A solução oferecida pela *startup* poder ser considerada referência na resolução do problema?

A resposta sim a esse quesito revela que há um reconhecimento em relação à solução pela mídia pública, especialistas do setor frequentemente que cita a *startup* como uma das melhores do setor. Isso pode ser demonstrado através análise de opinião pública, avaliações positivas de cliente, recomendações de cliente para adoção da solução, entre outros indicadores que podem demonstrar esse reconhecimento (ABACA, 2021).

- Questão 4 - A solução oferecida pela *startup* pode ser considerada líder de mercado para resolução de problema específico tratado?

Isso significa que a solução oferecida pela *startup* apresenta crescimento rápido e contínuo para atender o problema tratado; além de demonstrar que a visão dos empreendedores repercute em clientes e no setor (ABACA, 2021). Isso pode ser evidenciado através da demonstração de participação de mercado no segmento.

- Questão 5 - É possível observar receita igual ou superior às projeções de fluxo de caixa?

Isso significa dizer que desempenho da *startup* acompanhou ou obteve resultados melhores que a projeção de receitas e custos, o que traz satisfação a investidores, além de aumentar a atratividade do empreendimento.

- Questão 6 – A *startup* atua com margem saudável ou próxima a algum nível de lucratividade?

Nesse momento, a *startup* já deve ter alcançado economia unitária positiva em vários mercados, mas também estar gerando uma margem saudável em cada venda, o que a leva à lucratividade.

- Questão 7 – A *startup* está negociando alguma saída?

Ao tratar de uma proposta de saída, a *startup* precisa estar preparada para essa transação, para que a saída ocorra de forma rápida e produtiva (JULIO, 2021). Além do conhecimento necessário sobre a transação que ocorrerá, da demonstração de histórico do desempenho com lucros e perdas, da apresentação de documentação financeira, comercial, jurídica e contábil da sociedade-alvo, é preciso também que já tenha ocorrido análise de viabilidade econômica das empresas para determinar o valor monetário do empreendimento que irá respaldar a transação. Vale ressaltar ainda que

a startup precisará refletir sobre as condições necessárias e desejadas para a saída. Uma estratégia de saída ou plano de saída é o plano estratégico do empreendedor para vender sua propriedade em uma startup para investidores ou para outra empresa, e os tipos comuns de estratégias de saída incluem ofertas públicas iniciais (IPO), aquisições estratégicas e aquisições de gerenciamento (MBO).

O quadro 23 mostra o resumo de perguntas e indicadores para TRL 9.

Quadro 23 - Resumo de perguntas e indicadores para TRL 9

	Perguntas	Indicadores
TRL 9: Crescimento da demanda e condições de operação alcançadas	O arcabouço legal e permissões necessárias para comercialização já estão disponíveis?	Chek-list do arcabouço legal e permissões cumpridos.
	A <i>startup</i> possui experiência com saídas?	Relato de membros da equipe que possui experiência e como podem contribuir no processo.
	A solução oferecida pela <i>startup</i> poder ser considerada referência na resolução do problema?	Análise de opinião pública; avaliações positivas de cliente; recomendações de cliente para adoção da solução, entre outros indicadores.
	A solução oferecida pela <i>startup</i> poder considerada líder de mercado para resolução de problema específico tratado?	Demonstração de participação de mercado no segmento.
	É possível observar receita igual ou superior às projeções de fluxo de caixa?	Projeção de fluxo de caixa.
	A <i>startup</i> já atua com margem saudável ou próximo a algum nível de lucratividade?	Economia unitária positiva; margem saudável em cada venda.
	A <i>startup</i> está negociando alguma saída?	Demonstrar transação e tratativas.

Fonte: elaborada pela autora, 2022.

Assim, para esse trabalho foram propostas perguntas baseadas em marcos críticos que tratam de quesitos que precisam ser alcançados durante os estágios de desenvolvimento até que a *startup* esteja pronta para entrar no mercado. Foram

também propostos indicadores que verificam a legitimidade de cada resposta positiva às perguntas do questionário. Esses indicadores fornecem evidências para comprovar se de fato a *startup* cumpriu determinados quesitos e por isso está em determinado nível de maturidade.

Para construção dessas perguntas e indicadores foram levantadas informações a partir de pesquisa bibliográfica, documental e da participação dessa autora no dia a dia de uma aceleradora, que através da interação direta com processos e procedimentos que visam apoiar o desenvolvimento de *startups* nos mais variados segmentos, buscando aproveitar informações de metodologias utilizadas internamente. No entanto vale salientar que outras perguntas e indicadores podem ser inseridos a fim de atender a finalidade da ferramenta e/ou gerar aperfeiçoamento ao modelo proposto.

## 5 IMPACTOS

Espera-se que a pesquisa desenvolvida e o protótipo apresentado como resultado deste estudo possam auxiliar as *startups* na identificação dos níveis de maturidade tecnológica que elas têm de trilhar até colocar seu produto no mercado. As startups são importantes fontes de inovação, gerando produtos inovadores e novos modelos de negócios.

O modelo de avaliação de TRL para startups pode auxiliar essas empresas nascentes no planejamento e na definição de estratégias para reduzir incertezas referente ao desenvolvimento da tecnologia. Assim, justifica-se a apresentação de uma ferramenta que apoie esse tipo de empresa a entender e comunicar seu processo de amadurecimento tecnológico, e espera-se que essa ferramenta tenha grande impacto nesse setor específico.

## 6 ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC

São produtos desta pesquisa:

- Este relatório técnico, que descreve toda a trajetória da pesquisa
- Protótipo de um formulário com a estrutura e as questões propostas para avaliação de maturidade tecnológica de *startups*, disponível no link: <https://forms.gle/X9AYhz849zwFArJz5>
- Artigo publicado, conforme referência: Ribeiro, D. L., Lins, S. J. O., Almeida, S. C. M. de, Souza, A. L. R. de, & Teles, E. O. (2018). Avaliação de Empresas pelo Método do Fluxo de Caixa Descontado (Fcd): um estudo em uma startup na área de biofármacos. **Cadernos de Prospecção**, 11(3), 705. <https://doi.org/10.9771/cp.v11i3.27033>

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As *startups* estão inseridas no contexto atual de inovação e de grandes mudanças; no entanto elas possuem o grande desafio de operacionalizar o conhecimento tecnológico em capacidade de produção, capacidade de comercialização e em práticas e rotinas gerenciais.

De acordo com Silva (2019, p.19), “cada tecnologia lançada, absorvida pelas *startups* e disponibilizada para a sociedade pode contribuir para o crescimento do desenvolvimento tecnológico, social e econômico do país”, o que faz desses empreendimentos uma importante fonte de inovação, à medida que “empregam tecnologias emergentes no desenvolvimento de produtos inovadores e novos modelos de negócios” (idem). Para Ries (2011, p. 57), a startup é “uma catalisadora que transforma ideias em produtos”.

Em 2021 foram contabilizadas no Brasil mais de 13 mil empreendimentos classificados como *startups*, resolvendo problemas e levando inovação para mais de 40 de segmentos de mercado, tais como Agronegócio, Indústria, Construção Civil, Meio Ambiente, Hardware, Energia, *Cloud Computing*, Biotecnologia e Nanotecnologia, entre outros setores, e a maior concentração delas ocorre nas regiões sul e sudeste (ABSTARTUPS, 2021, sem paginação).

É importante salientar que uma *startup* não é uma nova empresa com modelo de negócios, precificação, cliente-alvo e produto já conhecidos, com um investimento econômico atraente já aportado, apresentando uma execução eficiente. Ela é exatamente o contrário de tudo isso: seu nível de risco e incerteza são tão altos que dificulta um analista de crédito avaliar suas perspectivas futuras.

A verdade é que ninguém sabe se uma *startup* vai conseguir chegar até o mercado. Até lá ela percorrerá vários estágios de maturidade, semelhante ao processo vivido por uma nova tecnologia desenvolvida. Assim, este trabalho propôs o desenvolvimento de uma ferramenta baseada nos nove níveis de TRL que permitirá o enquadramento de uma *startup* em determinado estágio de desenvolvimento e que pode ser aplicada em segmentos variados de startups, já que ela contempla análise dos aspectos de desenvolvimento de um produto relacionados a decisões sobre marcos críticos de negócios podendo ser adotados de forma transversal, pois não

envolve análise de aspectos exclusivos da tecnologia habilitadora da solução empreendimento.

Para fechamento, resgata-se a pergunta de pesquisa que norteou o desenvolvimento desse estudo: como avaliar por meio de um instrumento a prontidão tecnológica das *startups* desde a concepção até o ingresso ao mercado? A partir desta pergunta foi definido o objetivo geral deste projeto de pesquisa que é apresentar uma proposta de instrumento para avaliação de maturidade tecnológica para startups, a partir da relação entre níveis de maturidade tecnológica, estágios de desenvolvimento e marcos críticos para o sucesso desses empreendimentos.

Para alcance do objetivo geral foi estabelecido três objetivos específicos: i) analisar as metodologias de desenvolvimento de soluções para startups com enfoque em desenvolvimento de produto; ii) identificar e analisar diferentes métricas de avaliação de níveis de maturidade da tecnológica; iii) relacionar métricas de avaliação de níveis de maturidade da tecnológica, aos estágios de desenvolvimento das startups e marcos críticos mais relevantes a serem alcançados de modo que seja possível propor uma versão inicial de instrumento de análise.

O primeiro e segundo objetivos específicos tiveram como foco realizar estudo e fazer levantamento para a fundamentação teórica, o que alicerçou o conhecimento da pesquisa através da construção do capítulo 2. Dessa forma ele apresenta a fundamentação teórica da pesquisa através de duas principais seções, a 2.1 que aborda as questões de desenvolvimento de produtos para startups, referente ao primeiro objetivo específico; e as seções 2.2 e 2.3, que tratam das escalas de avaliação de maturidade tecnológica, de indicadores de maturidade tecnológica e da aplicação da escala TRL na avaliação de desenvolvimento de uma *startup*.

Dessa forma o item 2.1 foi alcançado a partir de uma reflexão direcionada ao desenvolvimento de produtos para startups. A pesquisa revelou que toda empresa adota um modelo para desenvolvimento de seus produtos e que este modelo geralmente está baseado no modelo de gestão de produto desenvolvido para dar suporte a esta atividade nas indústrias manufatureiras, no início do século 20. Ele está focado nas atividades de desenvolvimento do produto/serviço, e se aplicam melhor para os casos de empreendimentos que cuja concorrência é compreendida e clientes



são conhecidos. As startups por sua vez, estão imersas em um contexto de extrema incerteza, em função do desconhecimento de seus clientes e mercados, da busca modelo de negócio repetível e escalável, devendo priorizar atividades para evitar sobrecarga financeira e perda de tempo ao partir diretamente para execução da solução, por isso essa pesquisa incorporou o que Blank e Dorf (2014), chamado de Modelo Desenvolvimento de Cliente, que incorpora ao processo de desenvolvimento de produto a descoberta de mercados, localização de primeiros clientes, validação de suas percepções através de hipóteses e de desenvolvimento do negócio; assim a startup só avança para a etapa de execução da solução, após ter entendido que são seus clientes e quais dores de fato precisam ser respondidas através de uma solução validada.

Ainda com relação ao primeiro objetivo específico, ficou evidenciado que o modelo de desenvolvimento de produto voltado para startups também não deve ser linear, ou seja, seguir etapas rígidas de execução a partir da visão do fundador e de acordo com especificações detalhadas de engenharia, mas no aprendizado e na descoberta do cliente, através da interação direta com o cliente e às rearticulações como respostas com os feedbacks recebidos para ajuste à rota de desenvolvimento de forma a entregar a melhor proposta de valor ao cliente. Complementarmente a essa abordagem, foi tratada o Startup Enxuta que a necessidade de desenvolvimento ágil em contato direto com o cliente, de modo que, o que não agrega valor para o cliente, deve ser eliminado. Essa decisão por sua vez deve vir a partir da validação das hipóteses sobre o negócio (uma vez que a startup ainda está desenvolvendo sua solução), que pode ser alcançada através do ciclo construir-medir-aprender proposto por Eric Ries (2012), que pode ser percebido na figura 3, e realização de experimentos como o MVP.

Sobre o segundo objetivo específico, tratado inicialmente no item 2.2, o foco foi entender a jornada que uma tecnologia nova percorre até chegar ao mercado e como esse acompanhamento é feito. O ponto de partida para alcance desse objetivo foi procurar entender os benefícios que envolvem conhecer o processo de desenvolvimento da maturidade tecnológica, seus os níveis de prontidão e a relação com a competitividade empresarial. Através dessa análise é possível identificar e avaliar os riscos que envolvem o nascimento de uma tecnologia, no caso desse

trabalho, o desenvolvimento da *startup*, para comunicação adequada às partes interessadas e tomada de decisões, como avaliação de realizar um investimento.

Para acompanhar o desenvolvimento de uma tecnologia, portanto, seus níveis de maturidade ou estágios de prontidão, pode-se utilizar diferentes sistemas métricos, mas sendo o mais popular e comum a escala TRL, o primeiro a ser criado e que se popularizou por sua aplicação nas principais agências aeroespaciais do mundo, ganhando adaptações posteriormente no mundo e Brasil, como Departamento de Saúde do EUA, DoD, União Européia, EMBRAPA e EMBRAPII, tendo em vista a necessidade de responder às limitações da ferramenta durante sua aplicação, conforme citado por Quintella et al. (2018). Metodologicamente, os níveis TRL permitem a avaliação da tecnologia durante o processo de desenvolvimento tecnológico em uma sequência de etapas, que variam de uma escala de 1 a 9, sendo o TRL o nível mais baixo de desenvolvimento, ainda em pesquisa básica e o nível 9, já em condições de operação e comercialização, apresentados na Figura 4 e com descrição mais detalhada no quadro 1.

No entanto enquadrar a tecnologia em determinado nível de prontidão tecnológica só é possível a partir do estabelecimento de indicadores e metodologia para TRA, abordada no item 2.2.1. Para isso foram levantados indicadores, que podem ser vistos em detalhes no quadro 6, e mapeados os métodos, estratégias e ferramentas adotadas pelas entidades de referência que merecem destaque, como o TRL *Calculator*.

O fechamento do segundo objetivo específico ocorre com a proposta de aplicação da escala TRL na avaliação de desenvolvimento de uma *startup*, levando em consideração que assim como a escala TRL é adequada para avaliar novos negócios inovadores em diferentes contextos, pode também incluir as *startups*, desde que realizados os ajustes necessários para o enquadramento tecnológico. Isso porque o desenvolvimento de uma *startup* por vezes se confunde ao desenvolvimento de produtos e em ambos os casos há estágios de maturidade que precisam ser percorridos até que a solução final esteja pronta para comercialização, podendo ser metodologicamente agrupadas para facilitar a avaliação do avanço da maturidade a partir da adoção de indicadores relacionados. O item 2.3.1 demonstra como os níveis de prontidão tecnológica, que vão de 1 a 9, foram agrupados em fases de

desenvolvimento pelas entidades de referência e como as *startups* também usam essa estratégia para representar e comunicar seu *status quo*; esse enquadramento por sua vez, só é possível a partir da compreensão de condições, métricas, fatores críticos que precisam ser alcançados, como foi demonstrado e discutido no item 2.3.2, com destaque para os quadros 9, 10 e 11.

As etapas finais da pesquisa vêm do terceiro e último objetivo específico. O capítulo 4 apresenta os resultados e a discussão, e é composto de duas seções. A seção 4.1 trata da aplicação da escala de TRL na avaliação de maturidade das *startups* através do desenvolvimento de um instrumento, que teve sua modelagem alcançada mediante correlação entre os níveis de prontidão da escala e estágios de desenvolvimento de uma startup, a saber ideação, validação, desenvolvimento, tração e escala.

A seção 4.2 traz a proposta detalhada da modelagem do referido instrumento de avaliação de maturidade tecnológica voltada para startups, com a descrição dos elementos e as condições necessárias para seu desenvolvimento e funcionamento. Sendo assim foram estabelecidos perguntas e indicadores com base nos marcos críticos que precisam ser alcançados que refletem os aspectos mais críticos no desenvolvimento de uma startup até que se tenha uma solução ponta para o mercado. Conforme esquema sistematizado apresentado no quadro 13.

O item 4.2.1 trata detalhadamente sobre construção do questionário, demonstrado pelos quadros 15 a 23, com a elaboração das perguntas que representam cada nível do TRL, contemplando a investigação sobre time, problema e visão, proposta de valor, solução, mercado, modelo de negócio e forma de saída, que permitirá identificar o nível de maturidade em que a startup está. A proposta da correlação entre os níveis de maturidade está apresentada no quadro 14, que ainda traz as características para cada uma dessas fases, assim como na discussão feita ao longo desse item.

As perguntas e indicadores propostos para esse modelo não devem se limitar ao que está expresso nesse trabalho, uma vez que muitas informações que utilizadas para avaliar o comportamento evolutivo desse tipo de empreendimento encontram-se dispersos, muitos ainda na forma tácita e pouca coisa na língua portuguesa. Portanto esse trabalho é apenas um passo para o desenvolvimento de uma ferramenta que pode ganhar ainda mais robustez, se desenvolvido de forma colaborativa com

especialistas em conteúdos voltados para *startups* e outros agentes do ecossistema de inovação que poderão contribuir com seus saberes e boas práticas observadas.

Como limitação desse trabalho pode-se considerar a quantidade de perguntas propostas por TRL, que pode dificultar o avanço de um TRL para outro, uma vez que o percentual de não cumprimento para respostas positivas é de no máximo 15%. Também cabe citar a ausência de aplicação real para avaliar os resultados apresentados como nível de maturidade, encerrando essa pesquisa apenas numa proposição de modelo que pode ser mais bem desenvolvido e utilizado posteriormente.

É importante salientar que a proposição de um modelo para construção de ferramenta para avaliação de maturidade tecnológica de *startups* demanda a interação de muitas áreas de conhecimento, com destaque principalmente para as metodologias de desenvolvimento de produto, as teorias de administração, conhecimentos contábeis, de propriedade intelectual, conhecimentos jurídicos, *marketing* e vendas, conhecimentos sobre economia, conhecimentos sobre a tecnologia em si desenvolvida, entre outros conhecimentos que se somam e contribuem para avaliar o nível de maturidade de uma *startup*, e conseqüentemente o nível de riscos ali envolvidos para uma tomada de decisão pelas partes interessadas.

Por fim, as principais contribuições desse trabalho estão em apoiar as *startups* na comunicação sobre seu atual estágio de desenvolvimento, de modo que seja possível facilitar a tomada de decisões em situações que merecem a análise dos riscos que esses tipos de empreendimentos estão sujeitos e na parametrização do enquadramento das *startups* em estágio de desenvolvimento a partir do estabelecimento de indicadores críticos que precisam ser alcançados. O instrumento ainda que em estágio inicial, consegue não só apontar o provável status quo do empreendimento mas demonstrar que tipos de indicadores precisam ser alcançados para avançar para um estágio seguinte de maturidade tecnológica.

## **8 PERSPECTIVAS FUTURAS**

Um desdobramento essencial para o avanço dos resultados dessa pesquisa é a aplicação da ferramenta em um maior número de empresas, coletando as sugestões e recomendações dos respondentes, a fim de aperfeiçoar a própria ferramenta.

Outro desdobramento essencial desta pesquisa é o desenvolvimento de um aplicativo que transforme o protótipo de ferramenta aqui apresentado em uma plataforma de uso mais atraente, mais completa em termos de informação e anexação dos documentos relativos aos indicadores de cada nível de TRL.

## REFERENCIAS

ABACA. Disponível em <https://abaca.app/>. Acesso em 12 set. 2021.

ABNT, Norma ABNT NBR ISO 16290:2015. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=344747>. Acesso em 26 mai. 2020.

ABSTARTUPS. Associação Brasileira de *Startups*. Estatísticas. Disponível em <https://startupbase.com.br/home/stats>. Acesso em 01 abr. 2021.

ABSTARTUPS. Associação Brasileira de *Startups*. O Que é a Metodologia Customer Development? Disponível em <https://abstartups.com.br/o-que-e-metodologia-customer-development/>. Acesso em 01 abr. 2021.

ABSTARTUPS. Associação Brasileira de *Startups*. Por que e quando pivotar sua *startup*? Disponível em <https://abstartups.com.br/por-que-e-quando-pivotar-sua-startup/>. Acesso em 26 mai. 2020.

ABSTARTUPS. Associação Brasileira de *Startups*. Programas. Disponível em <https://startupbase.com.br/programs>. Acesso 01 mar. 2021

ACESTARTUPS. LTV: O que é Lifetime Value e o ciclo de vida do seu cliente. Disponível em <https://acestartups.com.br/ltv-o-que-e-lifetime-value-e-o-ciclo-de-vida-seu-cliente/>. Acesso em 01 dez. 2021.

ALMAKENZI S, BRAMANTORO, A. & RASHIDEH, W. (2015). A survivability model for Saudi ICT Start-ups. International Journal of Computer Science & Information Technology, 7(2), 145-157.

ANDRADE, M. A. F.; CARVALHO, A. R. S.; MELO, F. C. L. Modelo para avaliação da maturidade de fabricação aplicada à indústria espacial brasileira. Revista Brasileira De Gestão E Desenvolvimento Regional, v. 15, n. 6, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v15i6.5207>. Acesso em 10 dez. 2021.

ANDRADE, H. S.; CHIMENDES, V. C. G. 2; ROSA, A. C. M; SILVA, M. B.; CHAGAS Jr, M. F. Técnicas de Prospecção e Maturidade Tecnológica para suportar atividades de P&D. Revista Espacios, vol. 39 (nº 08), ano 2018, pág. 12.

ANDRADE, H.S; CHAGAS JR, M.F; SILVA, M.B. Avaliação da Maturidade Tecnológica: conceitos e aplicações. 1ª Edição. São Paulo: Edições Brasil / Editora Fibra, 2019.

BAKKE, K. Technology Readiness Levels Use and Understanding. Master Thesis. University College South-East Norway. [2017]. Disponível em <https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/handle/11250/2452831>. Acesso em 01 fev. 2021.

BLANK, S.G. Do Sonho à Realização em 4 Passos: Estratégias para Criação de Empresas de Sucesso. 3ª Ed – São Paulo: Évora, 2012.

BRASIL, Lei Complementar Nº 167, de 24 de abril de 2019. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp167.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp167.htm). Acesso em 01 ago. 2021

BRASIL, Lei Complementar Nº 182, de 1º de junho de 2021. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/Lcp182.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp182.htm). Acesso em 01 ago. 2021

CALLEGARO Cassio. Dominando custos e despesa de uma *startup*. ACESTARTUPS. Disponível em <https://acestartups.com.br/dominando-custos-e-despesas-de-uma-startup/>. Acesso em 01 dez. 2021.

CRUZ, A. P.; PIMENTA, I. P.; CARVALHO, M. L. A.; MACIEL, R. S. Gerando Modelo de Negócio: a pré-incubação como ambiente experimental. International Journal of Innovation (IJJ Journal), São Paulo, v. 4, n. 1, pp. 84-98, Jan/Jun. 2016.

CUNHA FILHO, M. A. L., DOS REIS, A. P., & ZILBER, M. A. Startups: do nascimento ao crescimento. Desafios- Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins, v. 5(3), p. 98-113, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2018v5n3p98>. Acesso 12 dez. 2021.

DIAS, A. M. M. Gestão das Expectativas das Partes Interessadas: Um Estudo da Percepção dos Profissionais em Gestão de Projetos . Pedro Leopoldo: 2016 – Dissertação d Mestrado. Disponível em [https://fpl.edu.br/2018/media/pdfs/mestrado/dissertacoes\\_2016/dissertacao\\_alessandro\\_marcio\\_martins\\_dias\\_2016.pdf](https://fpl.edu.br/2018/media/pdfs/mestrado/dissertacoes_2016/dissertacao_alessandro_marcio_martins_dias_2016.pdf). Acesso em 01 ago. 2021.

DISTRITO. Guia da Inovação Aberta. Ano 2021. Disponível em <https://materiais.districto.me/guia-da-inovacao>. Acesso em 25 nov. 2021.

EMBRAPA. Manual sobre o Uso da Escala TRL/MRL. 2018. Disponível em <https://cloud.cnpqg.embrapa.br/nap/files/2018/08/EscalaTRL-MRL-17Abr2018.pdf>. Acesso em 26 mai. 2020.

EMBRAPII. Orientação Operacional 02/2019. Disponível em <https://embrapii.org.br/institucional/manuais/orientacao-operacional-02-2019/>. Acesso em 26 mai. 2020.

FRANÇOSO, M.S.; QUEIROZ, S. R. R. Venture capital e inovação: uma análise a partir das *startups* de biocombustíveis dos Estados Unidos Revista Tecnologia e Sociedade, vol. 12, núm. 25, mayo-agosto, 2016, pp. 91-110.

GAZDECKI. A. Dicas para atrair propostas de compra para sua *startup*. Disponível em <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/07/10-dicas-para-atrair-propostas-de-compra-para-sua-startup/#foto4> Acesso em 29 Jul.2021

IEL PR. O Instituto Euvaldo Lodi no Paraná. Chamada Desafio IEL de *Startups*. Disponível em [https://www.ielpr.org.br/desafioielstartups/uploadAddress/Desafio-IEL-de-Statups\[95587\].pdf](https://www.ielpr.org.br/desafioielstartups/uploadAddress/Desafio-IEL-de-Statups[95587].pdf). Janeiro, 2021. Acesso em 27 mar. 2021.

INGIZZA, C. Investidores aportaram volume recorde em *startups* no Brasil este ano. Revista Exame, 18 de Nov. de 2021. Disponível em <https://exame.com/revista-exame/criadores-de-unicornios/>. Acesso em 28 nov. 2021.

INOVATIVA BRASAIL. Programa De Aceleração De Negócios Inovadores Inovativa Brasil – Regulamento do Ciclo 2021.1. Disponível em

<https://www.inovativabrasil.com.br/wp-content/uploads/2021/06/2021.06.18.-PROGRAMAS.-InovAtiva-Brasil.-2021.2.-Regulamento.pdf> Acesso em 18 nov. 2021

INOVATIVA BRASIL. Petrobras Conexões para Inovação - Modulo *Startups* : Edital Petrobras Sebrae 2019, Disponível em <https://www.inovativabrasil.com.br/plataforma/desafio/27> Acesso em 18 nov. 2021

ISIQUE, L. H. R. Modelo De Avaliação Da Maturidade De *Startups* De Base Tecnológica. Cornelio Procopio: 2020. Acesso: Disponível em [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5300/1/CP\\_PPGI\\_M\\_Isique%2C\\_Luis\\_Horacio\\_Ramos\\_2020.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5300/1/CP_PPGI_M_Isique%2C_Luis_Horacio_Ramos_2020.pdf). Acesso em 15 nov. 2021.

ISO. International Organization for Standardization. ISO 16290:2013 - Space systems - Definition of the Technology Readiness Levels (TRL) and their criteria of assessment, Suíça, 2013. Disponível em <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16290:ed-1:v1:en>. Acesso em 7 set. 2017

JULIO, R. A. Revista PEGN. 05 de agosto de 2021 <https://revistapegn.globo.com/Startups/noticia/2021/08/o-que-faz-uma-startup-ser-atraente-para-aquisicao.html>. Acesso em 02 nov. 2021.

JUNGMANN, D. M; BONETTI, E. A. Inovação e propriedade intelectual: guia para o docente. – Brasília: SENAI, 2010.

KON, F; MONTEIRO, J. Empreendedorismo em Computação e *Startups* de Software. XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – CSBC 2014. Disponível em <http://ccsl.ime.usp.br/startups/files/cap5.pdf>. Acesso em 10 dez. 2021.

LIMA, B. B. Desempenho de Spin-Offs e *Startups* Brasileiras: Um Estudo Sobre a Coevolução Tecnológica a partir do Empreendedorismo e das Redes. Disponível em <http://www.uece.br/ppga/wp-content/uploads/sites/49/2020/08/DISSERTA%C3%87%C3%83O-BRENNO.pdf>. Acesso em 20 out. 2021.

MARQUES, V. O que é escalabilidade? STARTSE. Disponível em <https://app.startse.com/artigos/o-que-e-escalabilidade>. Acesso em 02 nov. 2021.

MATOS, F; RADAELLI, V. Ecosistema De *Startups* No Brasil: Estudo De Caracterização Do Ecosistema Brasileiro De Empreendedorismo De Alto Impacto. Banco Interamericano de Desenvolvimento: 2020.

MOREIRA, L. A Inserção de *Startups* Brasileiras em Ecosistemas de Negócios Internacionais. Disponível em <https://noitedepremios.espm.br/assets/artigo-final.pdf.pdf>. Acesso em 01 mar.2021.

MORESI, E. A. D; BRAGA FILHO, M.O; BARBOSA, J.A; BORGES JR; M.P; MORAIS, M. A. A.T; SANTOS, J. C. A; LOPES, M. C; LOPES, M.C; OSMALA JR, W. A. Atas CIAIQ2017. Investigação Qualitativa em Engenharia e Tecnologia, 2017, v. 4, p. 55- 64.

MUSSE Jr, A. O.; A. P. S. QUINTELLA, C.M. QUINTELLA, V.M. Indústria de Baixo Carbono: captura e sequestro de carbono e o mundo das Empresas *Startups*. In:



Núbia Moura Ribeiro. (Org.). Prospecção Tecnológica. 1ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018, v. 1, p.141-180.

NASA. Final Report of the NASA Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team. NASA. 2016. Disponível em <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20170005794>. Acesso em 26 mai. 2020.

NASA. The TRL scale as a Research&Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations, 30 de abril de 2014, NASA. 2014. Disponível em [www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl](http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl). Acesso em 26 mai. 2020.

NESIO, G. Criação de Proposta de Valor para Modelagem de Negócios: Um Estudo Aplicado. III SIEGEP – Lavras-MG, Brasil, 12 e 13 de Junho de 2019. ISSN 2595-0444. Disponível em <http://www.nucleoestudo.ufla.br/niesp/wp-content/uploads/2019/07/Anais-do-III-Simp%C3%B3sio-de-Inova%C3%A7%C3%A3o-Empreendedorismo-e-Gest%C3%A3o-P%C3%ABlica-96-104.pdf>. Acesso em 01 nov. 2021.

NISIYAMA, E.K; OYADOMARI, J. C.T. A Busca da Inovação e a Cadeia de Valores Revista de Administração da UNIMEP. v.10, n.1, Janeiro / Abril – 2012.

ORNELLAS, A.S. Propriedade Intelectual Para *Startups*: Elaboração e Validação de Cartilha Sobre O Uso Estratégico E Mecanismos de Proteção. Rio de Janeiro- RJ: 2019.

PEREIRA, F. C. M.; ALVES, R. C.; PASSOS, D. A. R. Empreendedorismo gerando inovação: a criação da startup ioasys desenvolvimento de sistemas. *Anais Do Congresso Internacional De Conhecimento E Inovação – Ciki*, 1, 2019. Disponível em <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/650>. Acesso 12 dez. 2021.

PINTO, R.S. Processo de Desenvolvimento de Produtos em *Startups*: Proposta de Modelo. Natal – RN: 2015. Disponível em <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/23035>. Acesso em 27 de setembro de 2021.

QUINTELLA, M.C; RIBEIRO, N. M; GONÇALVES, K. F; LINHARES, M. V. D; PATERNOSTRO, A. G. Maturidade Tecnológica: Níveis de Prontidão de TRL. In: Núbia Moura Ribeiro. (Org.). Prospecção Tecnológica. 1ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018, v. 1, p.18-54.

RIBEIRO, A. V. B. PLONSKI, G.A. A Matriz De Amarração De Mazzon Em Um Contexto De Validação De Empresas Nascentes De Base Tecnológica. II EMPRAD – São Paulo – SP – Brasil – 24, 25 e 26/04/2016.

RIES, E. *A startup enxuta*: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas. São Paulo: Lua de Papel, 2012.

SALAMZADEH, A. KIRBY, D. A. NEW VENTURE CREATION: HOW START-UPS GROW? AD-minister N°. 30 january-june 2017 pp. 9 - 29 · ISSN 1692-0279 · eISSN 2256-4322

SANTISTEBAN, J. MAURICIO, D. Systematic Literature Review of Critical Success Factors of Information Technology *Startups*. *Academy of Entrepreneurship Journal*, Volume 23, Issue 2, 2017.

SILVA, C. A. Nível De Maturidade Tecnológica Das *Startups*: Um Estudo Baseado Em Fatores Críticos De Sucesso. Brasília – DF: 2019. Disponível em <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/tede/2634/2/ConceicaoAparecidaDaSilvaDissertacao2019.pdf>. Acesso em 15 nov. 2021.

SILVA, S.S.; SOUZA, R. O.; MENDES, G. L. Análise do marketing digital nas diretrizes empresariais. *CPMark - Caderno Profissional de Marketing*, v.7, n.1, Janeiro - Março / 2019. ISSN: 2317-6466. Disponível em <https://www.cadernomarketingunimep.com.br/ojs/index.php/cadprofmkt/article/view/118/127>. Acesso em 12 dez. 2021.

SILVA, W. P. Análise da especialização tecnológica do Brasil por meio da verificação de pedidos de patentes pela via PCT entre os anos de 2000 a 2019. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação). Universidade de Lisboa. 2020. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.5/21652>. Acesso 10 dez. 2021.

STARTUP COMMONS., Fase de Desenvolvimento de Inicialização. 2018. Disponível em <https://www.startupcommons.org/startup-development-phases.html>. Acesso em 20 dez. 2020.

VALLE, A. S. Benchmarking Reverso. Porto Alegre: Editora Sulina, 2021. ISBN 9786557590454.

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

XAVIER JR, A; VELOSO, A; SOUZA, J; CÁS, P. K; CAPPELLETTI; C. AEB Online Calculator for Assessing Technology Maturity: IMATEC. *J. Aerosp. Technol. Manag.*, São José dos Campos, v12, e1320, 2020.