

NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA DOS PROJETOS DE EMPRESAS INCUBADAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

LEVEL OF TECHNOLOGICAL MATURITY OF PROJECTS OF INCUBATED COMPANIES IN THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE

DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.13059/RACEF.V16I3.1274](http://dx.doi.org/10.13059/RACEF.V16I3.1274)

Ygo Biserra Pereira

ygo@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Levi Cunha Braga

levicunhabraga@gmail.com

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

David Custódio De Sena

sena@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Ana Lucia Brenner Barreto Miranda

analucia@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Data de envio do artigo: 29 de Maio de 2024.

Data de aceite: 23 de Junho de 2025.

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo identificar o nível de maturidade tecnológica dos projetos de empresas incubadas no estado do Rio Grande do Norte. O estudo compreende duas fases distintas. A primeira fase, puramente teórica, concentrou-se na revisão bibliográfica sobre o conceito de Technology Readiness Level (TRL), incubadoras de empresas e inovação. A segunda fase consistiu em uma abordagem empírica, na qual as incubadoras de empresas certificadas pela Anprotec com o selo de gestão Cerne no estado do Rio Grande do Norte foram o foco da pesquisa. Os principais resultados destacam que, dos 63 projetos incubados, 78% estão focados em serviços inovadores e 22% em produtos diferenciados. Foram identificadas 11 áreas de atuação, com tecnologia da informação (TI) sendo a mais comum, representando 69% das empresas. A análise dos Níveis de Maturidade Tecnológica (NMTs) conclui-se que as incubadoras do Rio Grande do Norte oferecem suporte a projetos inovadores.

Palavras-chave: Inovação; Incubadoras de empresas; Nível de Maturidade Tecnológica.

Abstract: *The present work aims to identify the level of technological maturity of the projects of companies incubated in the state of Rio Grande do Norte. The study comprises two distinct phases. The first phase, purely theoretical, focused on the literature review on the concept of Technology Readiness Level (TRL), business incubators and innovation. The second phase consisted of an empirical approach, in which company incubators certified by Anprotec with the Cerne management seal in the state of Rio Grande do Norte were the focus of the research. The main results highlight that, of the 63 incubated projects, 78% are focused on innovative services and 22% on differentiated products. 11 areas of activity were identified, with information technology (IT) being the most common, representing 69% of companies. The analysis of Technological Maturity Levels (NMTs) concludes that incubators in Rio Grande do Norte offer support to innovative projects.*

Keywords: *Innovation; Business Incubators; Level of Technological Maturity.*

1 INTRODUÇÃO

A sociedade evoluiu tecnologicamente ao longo dos anos e suas atividades produtivas acompanharam tais mudanças, passando por diversas fases, desde a produção em massa, na qual o importante era produzir mais e mais rápido, até tempos mais recentes, em que não mais seria interessante produzir em larga escala, pois a disponibilidade dos recursos é mais escassa. O empreendedorismo envolve a capacidade de identificar oportunidades, projetar soluções inovadoras e promover transformações no cenário dos negócios, contribuindo para a qualidade de vida e o desenvolvimento social. Nesse contexto, torna-se um elemento fundamental para a criação de empresas, geração de empregos e estímulo ao crescimento econômico sustentável (Peña, 2021).

Contemporaneamente é difícil dissociar o empreendedorismo da inovação. Para que a atividade empreendedora possa acontecer, torna-se imprescindível um ambiente propício para criação, para colocar ideias em prática, simular realidades, testar. É improvável que uma empresa consiga se manter competitiva e em desenvolvimento atualmente sem que tenha uma consciência sobre inovação (Sebrae, 2020). No cenário da inovação em nível mundial, e em especial no Brasil, as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT's) têm um papel de destaque. Tais organizações contribuem diretamente para o amadurecimento de todo o ecossistema que envolve o desenvolvimento tecnológico, o empreendedorismo e a inovação.

Segundo Soares e Prete (2018), no Brasil, muitas ICT's possuem, dentro de suas estruturas administrativas, as incubadoras de empresas, que podem ser ferramentas de grande relevância para o incentivo e a disseminação da cultura do empreendedorismo inovador. Essas organizações atuam de forma sistemática para o desenvolvimento de negócios inovadores e de seus empreendedores enquanto futuros

empresários. Tais instituições têm seu próprio método para prospecção de potenciais projetos, aqueles mais propensos a se tornarem negócios inovadores e rentáveis, bem como trabalham uma metodologia de qualificação específica denominada incubação de empresas. Nesse sistema de qualificação são oferecidos acompanhamento, consultoria, mentorias e, em alguns casos, espaço físico e certa infraestrutura tecnológica.

Com base em Dantas (2020) e em Soares e Prete (2018), percebe-se que tais organizações de fomento, como parte importante do ecossistema de inovação no Brasil, não podem ficar à margem dessa evolução tecnológica a partir da inovação, e precisam criar ferramentas capazes de incentivar constantemente o desenvolvimento de empresas inovadoras, que, por sua vez, irão entregar soluções adequadas à sociedade, gerando riquezas e desenvolvimento econômico. Para que as incubadoras possam prospectar bons projetos de inovação tecnológica, que tenham real potencial mercadológico, torna-se prudente o uso das mais diversas ferramentas de gestão da inovação existentes. Nesse sentido, a metodologia de investigação de maturidade tecnológica chamada de Technology Readiness Level (TRL) surge como opção viável, podendo oferecer um diferencial tanto para a incubadora como para as empresas incubadas.

A TRL não é recente. Ela surgiu na década de 1960, nos Estados Unidos da América (EUA), especificamente em sua agência espacial, a National Aeronautics and Space Administration (NASA), e metodologia acabou sendo popularizada e difundida para diversos usos em ecossistemas de inovação ao redor do mundo. De forma concisa, a TRL consiste em uma metodologia de aferição de Nível de Maturidade Tecnológica (NMT) para projetos de P&D, podendo ser adaptada para muitos usos dentro do gerenciamento de projetos inovadores (Dantas, 2020).

Com base nessa contextualização, podemos inferir que se torna possível adaptar o uso da TRL aos projetos inovadores desenvolvidos por empresas incubadas, o que pode gerar

evolução para o movimento de incubadoras de empresas do estado do Rio Grande do Norte. Logo, o objetivo desse trabalho é identificar o nível de maturidade tecnológica dos projetos de empresas incubadas no estado do Rio Grande do Norte.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Inovação e Incubadoras de Empresas

A criação de produtos/serviços considerados inovadores pode ser colocada como ponto crucial para o desenvolvimento de uma nação na atualidade, tornando-se uma missão estratégica a utilização de mecanismos que possam estimular esse processo criativo em empresas de todo o mundo (Silinevica et al., 2016). Segundo o Manual de Oslo OCDE (Oecd; Eurostat, 2018), inovação é um processo, produto, serviço, novo ou melhorado, que difere significativamente dos produtos, serviços ou processos que o antecederam, sendo imprescindível a disponibilização destes ao mercado consumidor.

Nesse sentido, segundo Audy (2017), a inovação permeia todas as áreas e segmentos da sociedade. Inovação ultrapassa a questão da ideia inovadora, é a criação e a aplicação real e comercial/social de uma ideia. Inovador não é aquele que tem muitas ideias, mas quem tem a capacidade de, com uma boa ideia à disposição, transformar seu ambiente, agregando valor, seja econômico, seja social, seja pessoal.

De acordo com Etzkowitz e Zhou (2007), a hélice tríplice pode ser conceituada como um modelo de inovação no qual a academia, a indústria e o governo, como agentes primários da inovação, interagem entre si com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico por intermédio da inovação e do empreendedorismo. Nessa relação surgem novas funções para as instituições, formando dentro do processo entidades secundárias que assumem papéis híbridos. Essa dinâmica entre os agentes e suas funções no modelo da tríplice hélice e com o ambiente externo é que permite seu avanço e desenvolvimento, que, naturalmente, gera desenvolvimento e inovação.

Segundo Miranda et al. (2019), o movimento de incubação de empresas se desenvolveu e avançou na direção das instituições de fomento ao empreendedorismo e à inovação. Nas universidades, tornaram-se grandes aliadas nas atividades que a academia passou a ter dentro do modelo da tríplice hélice. O modelo tríplice hélice evoluiu ao longo dos anos e impactou diretamente as instituições de ensino, de modo que a academia passou a ter um papel híbrido dentro desse modelo: outrora como apenas detentora do conhecimento, agora têm também um papel de fomento ao empreendedorismo. Assim, as incubadoras de empreendimentos ganham muita importância, pois podem ser um braço forte e eficiente das instituições de ensino e pesquisa no fomento ao empreendedorismo inovador (Soares; Prete, 2018).

As incubadoras de empresas surgiram como uma estratégia eficaz para reduzir os índices de mortalidade precoce entre novos negócios, ao oferecerem suporte estruturado nas áreas de gestão e tecnologia, fortalecendo o desenvolvimento dessas iniciativas (Carvalho et al. 2024). Segundo a Anprotec (2025), essas estruturas têm como finalidade impulsionar o empreendedorismo inovador, com alto grau de conhecimento técnico, por meio de apoio logístico, gerencial e tecnológico. O objetivo central é facilitar tanto a criação quanto a consolidação de empresas com foco em atividades inovadoras.

Foi nos Estados Unidos da América, especificamente na região do Vale do Silício, no estado da Califórnia, onde as incubadoras de empresas apareceram como uma forma de estimular universitários recém-saídos da academia na disseminação de inovações tecnológicas e na criação do espírito empreendedor. Surgia, então, um mecanismo que pode ser caracterizado como uma oportunidade de jovens iniciarem suas empresas com o auxílio de parcerias, respaldados por uma estrutura física que oferecia assessoramento gerencial, jurídico, administrativo e tecnológico para que estes pudessem amadurecer seus negócios. A essa estrutura foi dado o nome de

incubadora de empresas (Anprotec, 2020).

Ainda nessa perspectiva do gerenciamento do movimento das incubadoras de empresas, de acordo com Andrade et al. (2009), através de uma parceria com o Sistema Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), a Anprotec desenvolveu o Centro de Referência para Apoio a Novos Empreendimentos Inovadores (Cerne), uma espécie de modelo de gestão para incubadoras de empresas que possui quatro níveis de maturidade. De acordo com os apontamentos do Termo de Referência Cerne-Anprotec, cada nível de maturidade (Cerne 1, Cerne 2, Cerne 3 e Cerne 4) representa um passo da incubadora para se posicionar como um ambiente de inovação que atua profissionalmente e que gera resultados expressivos para o desenvolvimento de sua região e do país. Pode-se considerar que as incubadoras que passaram pela implantação desse modelo de gestão possuem processos bem estruturados e lógicos e, conseqüentemente, têm mais probabilidade de gerar empreendimentos inovadores de sucesso.

Na pesquisa de Passoni et al. (2017) os autores explicam que o Cerne objetiva proporcionar melhoria nos resultados das incubadoras (qualitativos e quantitativos), para que elas possam gerar, de forma contínua, empresas inovadoras e sustentáveis. O Cerne se constitui como uma base de referência para que incubadoras de diferentes áreas e tamanhos possam minimizar o nível de variabilidade na obtenção de sucesso das empresas incubadas. O Cerne trouxe processos sólidos e bem definidos para as incubadoras que o implantaram. Nesse sentido, o gerenciamento dessas incubadoras tornou-se mais profissional e sistemático, mas isso implica evolução constante. O ecossistema de inovação é dinâmico e requer de seus gestores muita atualização sob o ponto de vista administrativo.

Nesse prisma, segundo a Anprotec (2019), o Brasil possui 363 incubadoras de empresas em todo o país, sendo 61 na região Nordeste. O Rio Grande do Norte colabora com esse movimento de forma significativa, em termos quantitativos: são 18 incubadoras distribuídas pelo território

potiguar, o que representa 5% do total nacional e 30% da região Nordeste. Dessas 18 instituições, 5 se destacam como instituições mais antigas, consolidadas e com a referida certificação Cerne em seu nível de maturidade 1 ou 2. As mesmas encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Incubadoras com Cerne no RN

	Sigla	Nome	Mantenedora
1	ITNC	Incubadora Tecnológica Natal Central	IFRN Natal
2	IAGRAM	Incubadora Tecnológica e do Agronegócio de Mossoró	UFERSA Mossoró
3	CITECS	Centro de Incubação Tecnológica do Semiárido	UERN Mossoró
4	ITMO	Incubadora Tecnológica de Mossoró	IFRN Mossoró
5	Inova	Incubadora de empresas de base tecnológica do Parque Tecnológico Metrópole Digital	UFRN – IMD - Natal

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Pela maturidade que atingiram ao longo de suas trajetórias pela implantação do modelo de gestão Cerne em certo momento, essas instituições, em teoria, possuem processos mais robustos e que possivelmente disponibilizarão informações mais concretas acerca da maturidade tecnológica dos produtos e serviços inovadores que estão sendo desenvolvidos por suas empresas incubadas, e, dessa forma, serão escolhidas para representar o movimento de incubadoras do Rio Grande do Norte.

Nesse contexto, e com base no que já debatemos acerca de inovação, bem como sobre as incubadoras de empresas, mas sem nos distanciarmos do ambiente real e dinâmico delas, entendemos que o nível de maturidade tecnológica pode ser uma ferramenta de análise fundamental para o acompanhamento dos projetos inovadores que são gerenciados nas incubadoras de empresas. Nesse contexto, a Technology Readiness Level (TRL) se apresenta como uma metodologia factível de ser adaptada à realidade do movimento de incubadoras. Sendo assim, vamos debater a seguir conceitos sobre a TRL a seguir.

2.2. Nível de Maturidade Tecnológica (Nmt)

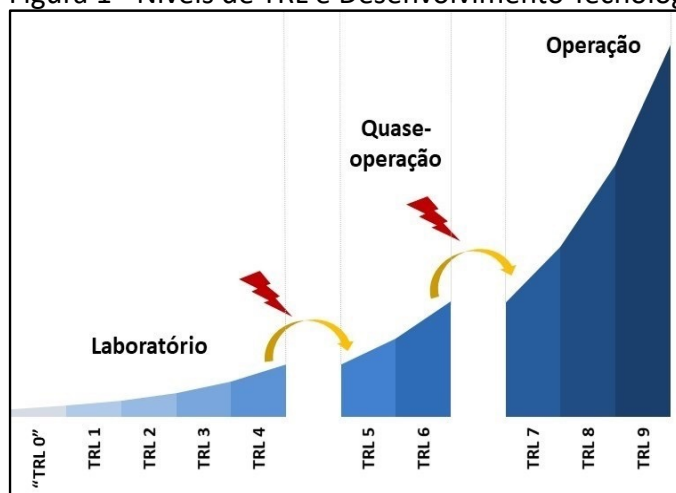
O NMT pode ser compreendido como um mecanismo metodológico que pode ser utilizado para comparar tecnologias referentes a uma determinada aplicação, bem como por órgãos governamentais e privados de fomento, para apoiar projetos inovadores já em sua fase pré-mercado, minimizando os riscos de os projetos não chegarem à maturidade de tecnologia. Após a definição do nível de maturidade tecnológica, é salutar a construção de um plano acertado, com uma definição de escopo mais concreta, com prazos e riscos envolvidos para cada etapa e, principalmente, tendo uma percepção mais correta dos recursos demandados em cada etapa, com foco total na viabilidade do produto ou processo. O crescente uso dessa metodologia permite aos tomadores de decisão executar benchmarking, gerenciar riscos e articular financiamentos para prever quando lançar uma tecnologia ou produto no mercado. Essa metodologia é uma alternativa consolidada por diversos órgãos e instituições e vem constituindo sua utilização para classificar o estágio de maturação da evolução da tecnologia no País (Velho et al., 2018).

Segundo Dantas (2020), a metodologia mais conhecida para aferição de nível de maturidade tecnológica é a TRL, que pode ser uma ferramenta de grande relevância para as incubadoras de empresas. Ela pode ser caracterizada como uma metodologia que visa avaliar o nível de desenvolvimento tecnológico de atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de determinado projeto. A TRL teve sua origem na década de 1960 e foi desenvolvida pela National Aeronautics and Space Administration (NASA), com o intuito de avaliar suas tecnologias através de mínimos requisitos. Já na década posterior, 1970, o modelo da TRL foi evoluído e teve seu alcance dilatado, passando a ser usado para diversas tecnologias, o que a popularizou no meio da P&D (Rocha, 2016).

Os níveis da escala de TRL variam de 1 a 9, conforme a maturidade da tecnologia em análise, sendo a TRL 1 correspondente à pesquisa básica, que, de acordo com a metodologia da NASA, ocorre quando a pesquisa científica está sendo iniciada e seus resultados serão transformados em pesquisa e desenvolvimento futuros. Já seu último nível é a TRL 9, que se caracteriza quando a tecnologia está testada e validada com disponibilidade imediata para ir a mercado (Quintella, 2017).

A inovação é uma atividade de alto risco, envolve incertezas e possui singularidades que a diferem de outras atividades comerciais tracionais. Nesse aspecto, conceituou-se ao longo dos anos que existe um período do desenvolvimento de uma tecnologia com potencial mercadológico, conhecido como vale da morte da inovação. Na Figura 1, abaixo, são exemplificadas as etapas de TRL e sua ligação com as fases de mais complexidade e risco do desenvolvimento tecnológico.

Figura 1 - Níveis de TRL e Desenvolvimento Tecnológico



Fonte: Luiz Padilha (2020).

De acordo com Luiz Padilha (2020), o vale da morte da inovação se encontra nas duas lacunas entre os níveis de TRL mostrados na Figura 1, basicamente entre as TRLs 4 e 7. Todavia, é comum que a passagem entre as TRLs 6 e 7 seja apontada como vale da morte para startups, pois é exatamente nesse momento que questões sobre escalabilidade aparecem e no qual problemas dificilmente conseguem ser contornados, podendo já envolver questões mercadológicas. Tudo isso faz sucumbir boa parte dessas empresas nascentes.

Segundo a Finep (2019b), nos últimos anos o Brasil conseguiu avançar de forma relevante no que diz respeito ao fortalecimento de seu ecossistema empreendedor, permeando desde a evolução das instituições de apoio às startups — como aceleradoras, incubadoras de empresas e parques tecnológicos — até o avanço da legislação regulatória, criando, assim, um ambiente econômico mais favorável ao investimento em startups. Nesse sentido, a ABStartups (2020) aponta que entre 2015 e 2019 o número de startups quase triplicou no país, indo de 4.151 para 12.727 empresas, um crescimento de 207%, o que traduz em números a situação favorável, no momento, para esse tipo de instituição.

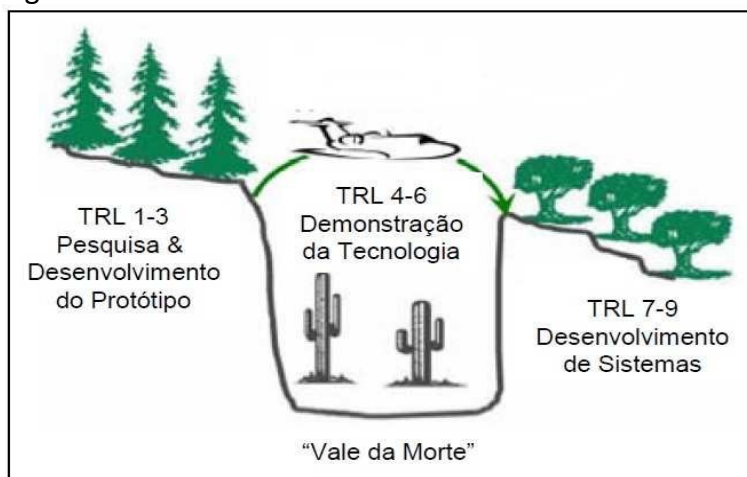
Ainda de acordo com a Finep (2019b), o vale da morte das startups está ligado ao nível de investimento necessário para que a tecnologia avance e alavanque aquela empresa. Trata-se de uma lacuna de apoio financeiro, e é nesse momento que muitas startups sucumbem. A instituição acredita que um dos caminhos seja a captação de recursos externos para apoiar com mais força as empresas na travessia pelo chamado vale da morte e elas possam, enfim, chegar ao mercado de forma eficiente e eficaz.

De acordo com Gulbrandsen (2009), o período conhecido como vale da morte pode ser a etapa entre as inovações de base acadêmica/científica e a chegada destas ao mercado. Entretanto, quando essa validação da startup em ambiente real se estende além do planejado, ou seja, em um período temporal predeterminado, ela não alcança as metas imprescindíveis para o próximo passo de investimento, caindo, então, no chamado vale da morte.

As métricas da escala de TRL tornam possível um acompanhamento do desenvolvimento tecnológico também no sentido de necessidades de investimentos, facilitando o diálogo com entidades de apoio, fomento e investimentos em inovações (FINEP, 2019b).

De acordo com Leitner (2013), essencialmente, qualquer desenvolvimento tecnológico pode ser associado a uma TRL entre 1 e 9. A pesquisa universitária normalmente está associada aos níveis de TRL 2, 3 e 4, e, em casos relativamente raros, podem amadurecer até 5. As empresas, por outro lado, dificilmente querem trabalhar com projetos com TRL abaixo de 7 ou 8. Elas podem ter departamentos de pesquisa que operam no TRL 6, mas estes são muito raros. Por quê? Simplesmente porque a relação risco-recompensa não é adequada para as empresas. Muitas das ideias acadêmicas em TRLs inferiores podem ser sólidas, em princípio, mas problemas práticos ainda impedirão sua utilidade prática. As empresas normalmente não apreciam esse tipo de risco. É senso comum que existe uma lacuna que impede que até mesmo que boas ideias acadêmicas sejam absorvidas pelo mercado consumidor. Essa lacuna costuma ser chamada de vale da morte. É o lugar onde as ideias morrem e podemos observa de forma conceitual na figura 2 abaixo.

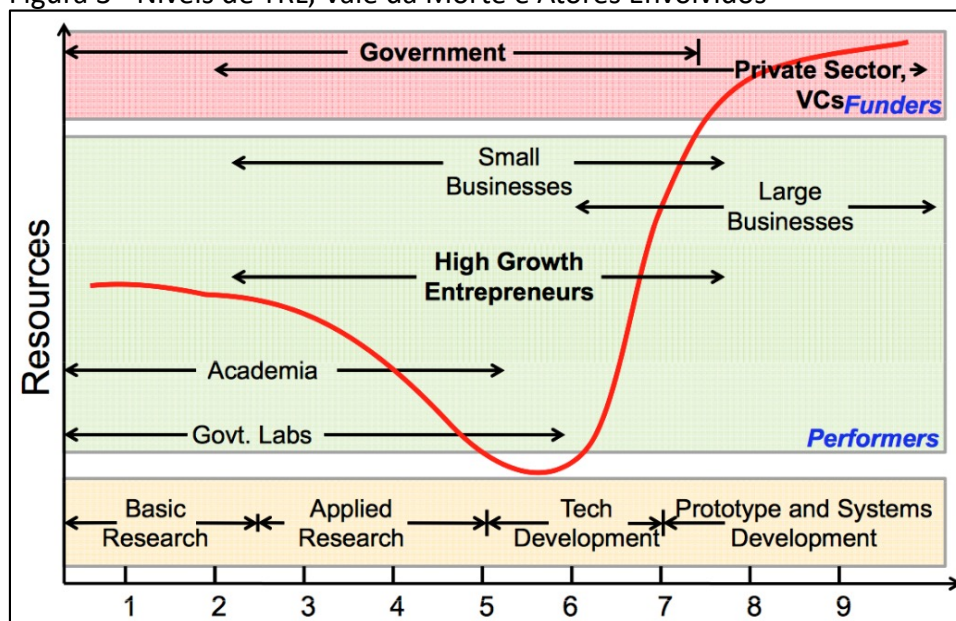
Figura 2 - Níveis de TRL e o Vale da Morte



Fonte: adaptado de Comstock e Scherbenski (2008).

Com base na literatura estudada, pode-se inferir que os níveis iniciais de TRL são trabalhados pela academia, geralmente, entre TRL 1 e 4, enquanto o setor privado tem maior interesse por TRLs a partir de 7, por envolver menor risco. Tudo isso costuma demandar um investimento significativo por parte dos governos, como ilustra a Figura 3, abaixo.

Figura 3 - Níveis de TRL, Vale da Morte e Atores Envolvidos



Fonte: adaptada de Leitner (2013).

Após uma análise extensa e profunda da literatura sobre inovação, incubadoras de empresas, níveis de maturidade tecnológica e sobre o vale da morte para startups e inovações, passaremos a abordar o arcabouço teórico-empírico do percurso metodológico desta pesquisa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo adotou uma abordagem de natureza aplicada, com enfoque qualitativo e quantitativo, caracterizando-se como uma pesquisa exploratória-descritiva. A investigação foi dividida em duas etapas principais: uma teórica e outra empírica.

A primeira etapa, de cunho teórico, consistiu na realização de uma revisão bibliográfica aprofundada sobre os conceitos que fundamentam a pesquisa, tais como inovação, incubadoras de empresas, a metodologia do Technology Readiness Level (TRL) e o conceito de maturidade tecnológica em ambientes de inovação. Essa fase teve como objetivo estabelecer o arcabouço teórico que embasa a análise empírica desenvolvida posteriormente.

A segunda etapa foi de natureza empírica e compreendeu a aplicação de um levantamento de dados primários junto às incubadoras de empresas do estado do Rio Grande do Norte que possuem certificação no modelo de gestão Cerne, concedida pela Anprotec. A amostra foi intencional e não probabilística, composta por cinco incubadoras situadas nos municípios de Natal e Mossoró, consideradas mais consolidadas no ecossistema de inovação potiguar.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário estruturado, enviado diretamente aos gestores das incubadoras, contendo campos descritivos específicos para cada projeto incubado. Os campos contemplaram: Nome da empresa/projeto; Tempo de incubação; Número de colaboradores; Tecnologia principal; Nível de maturidade tecnológica (TRL); Campo opcional de justificativa para a classificação atribuída ao nível TRL.

Para garantir a padronização das respostas, foi fornecida aos respondentes uma tabela adaptada da escala TRL, com descrições simplificadas e contextualizadas para empresas nascentes. Essa tabela adaptada baseou-se nos referenciais de Evans e Johnson (2013), Barbosa (2018) e Moresi (2017), e foi previamente validada com os gestores durante uma etapa piloto, com o intuito de assegurar

compreensão e coerência na aplicação da escala.

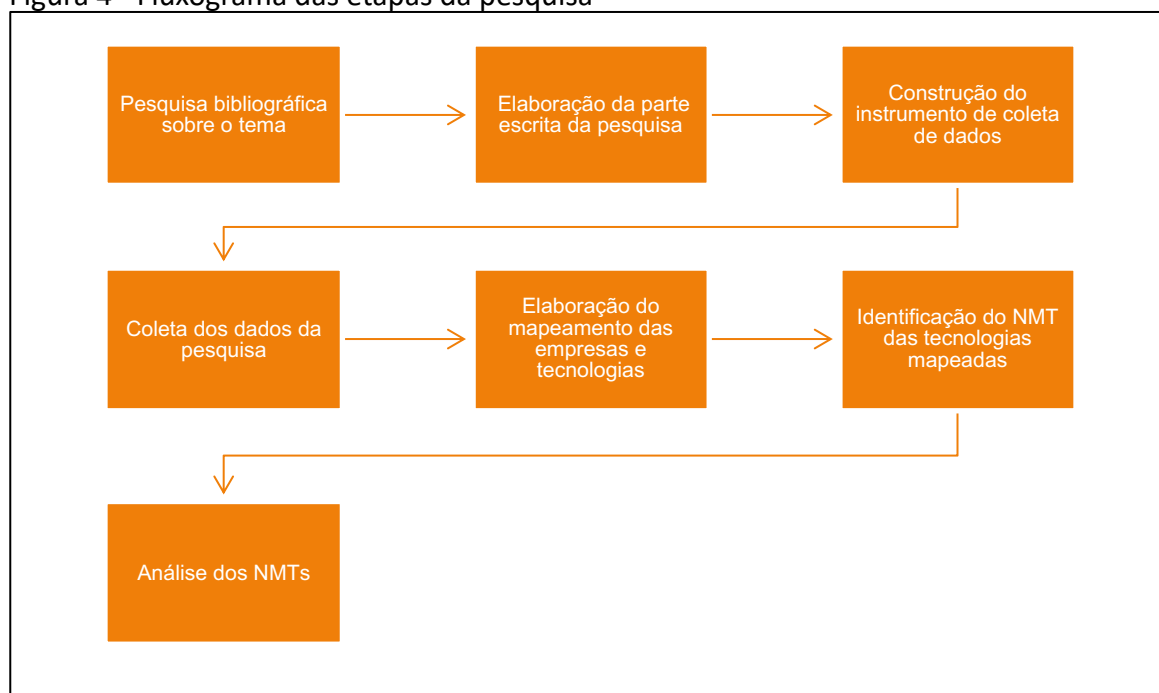
Os dados coletados foram organizados e analisados de forma descritiva, com o objetivo de mapear o perfil tecnológico das empresas incubadas e identificar os respectivos níveis de maturidade tecnológica. Posteriormente, foi realizada uma categorização dos projetos com base nas nove faixas da TRL, destacando suas características, potencialidades e principais dificuldades enfrentadas pelas startups no processo de desenvolvimento tecnológico.

Esse procedimento metodológico permitiu uma análise detalhada do estágio de desenvolvimento das soluções inovadoras mapeadas, além de possibilitar a identificação de padrões e lacunas que afetam a escalabilidade e o sucesso das empresas incubadas. O cruzamento dos dados com a literatura consultada possibilitou também a identificação dos principais pontos de atenção relacionados ao vale da morte da inovação, evidenciando a importância da atuação estratégica das incubadoras nesse contexto.

3.1 Fluxograma das Etapas da Pesquisa

Para um melhor entendimento das fases da pesquisa que será realizada, elaborou-se um fluxograma de suas etapas-chave (Figura 4).

Figura 4 - Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

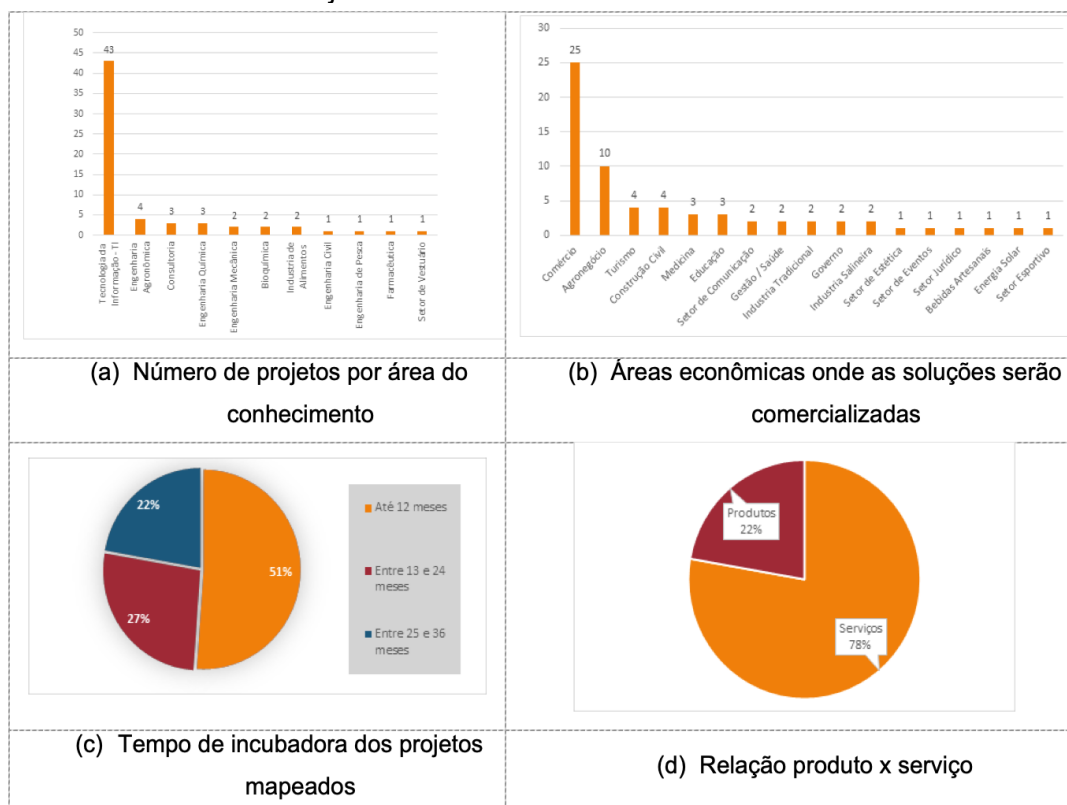
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No estado do Rio Grande do Norte existiam, no momento dessa pesquisa, cinco incubadoras de empresas que passaram pela qualificação Cerne e obtiveram sua certificação. Foram essas as incubadoras escolhidas, de forma não probabilística, para a pesquisa, conforme metodologia empreendida. Duas incubadoras são do município do Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte (Inova Metrópole e ITNC), e outras três (IAGRAM, CITECS e ITMO) estão localizadas na cidade de Mossoró, maior polo econômico do Alto Oeste potiguar e segundo maior PIB do estado.

Podemos observar no Gráfico 1 os dados técnicos e econômicos dos projetos incubados. No

Gráfico 1(a), estão presentes as áreas de conhecimento identificadas que concentram os projetos mapeados. Assim, foram mapeadas 11 áreas de conhecimento nas quais estão distribuídos os 63 projetos: tecnologia da informação (43); engenharia agrônômica (4); consultoria (3); engenharia química (2); engenharia mecânica (2); engenharia de pesca (1); engenharia civil (1); engenharia de química (1); engenharia de alimentos (1); engenharia de materiais (1); e setor de vestuário (1).

Gráfico 1 - Dados dos Projetos Incubados



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

A maior parte dos projetos incubados atualmente se concentra na área de tecnologia da informação (69%); a segunda área com mais projetos é a engenharia agrônômica (6%); a terceira é o setor de consultoria (5%), mesmo percentual de concentração da engenharia química; a engenharia mecânica move 3% dos projetos, assim como a bioquímica e o setor de alimentos; o restante dos projetos tem 2% cada.

Foram identificadas também as áreas da economia que são alvo das soluções inovadoras desenvolvidas pelos empreendimentos incubados, ou seja, os setores que são os “clientes” dessas empresas. Nesse sentido, foram identificados 17 setores econômicos diferentes, conforme se vê no Gráfico 1(b). Os setores econômicos que podem ser apontados como maiores receptores dessas empresas inovadoras são o comércio tradicional (23,37%), seguido pelo agronegócio (9,15%), e, dividindo a terceira colocação, a construção civil e o turismo, ambos com 4,6%. Também foi possível constatar que mais de 80% dos projetos estão trabalhando numa perspectiva de negócio Business to Business (B2B), alinhado com os dados apresentados pela ABStartups (2017), que aponta esse formato de modelo de negócios como predominante entre as empresas de base tecnológica brasileiras: o foco nos clientes corporativos alcança um total de 77% das startups nacionais, segundo a associação.

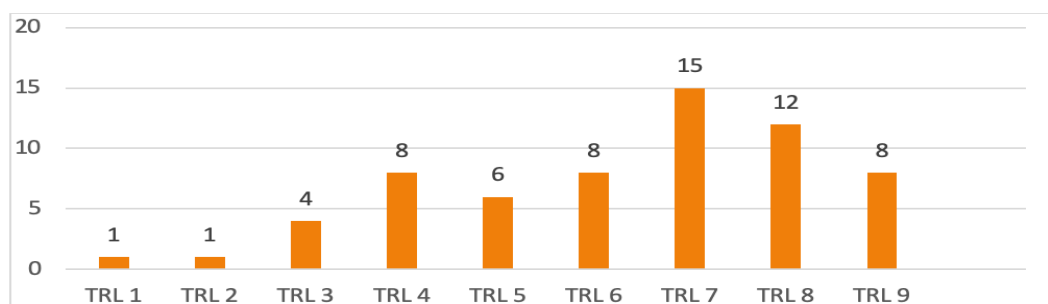
Em relação ao tempo de incubadora dos projetos, foi observado que 51% deles têm no máximo 12 meses de incubação, enquanto 27% têm entre 13 e 24 meses de incubação. Como

menor percentual de projetos, temos aqueles com tempo de incubação entre 25 e 36 meses, que somam 22% da amostra pesquisada, conforme o Gráfico 1(c). Outro aspecto que merece destaque é a característica das tecnologias que estão sendo desenvolvidas por empresas incubadas no Rio Grande do Norte quanto ao seu formato de comercialização, se são produtos ou serviços inovadores. Nesse aspecto, podemos observar a predominância dos serviços, com 49 projetos (78% do total de empresas incubadas) caracterizados como serviços inovadores, enquanto 14 projetos (22% do total) visam desenvolver produtos. Tal retrato pode ser observado no mapeamento completo exposto no Gráfico 1(d). Essa realidade converge com as pesquisas da ABStartups (2017), segundo as quais o formato “serviços” alcançou um percentual 76,46% em nível nacional.

O mapeamento dos projetos de inovação desenvolvidos pelas empresas incubadas no estado do Rio Grande do Norte nos permitiu identificar o nível de maturidade tecnológica (NMT) deles e construir o Gráfico 5, que, por consequência, permitiu uma análise desses níveis com base na literatura pesquisada.

Nas cinco incubadoras com certificação Cerne do Rio Grande do Norte foram mapeados 63 empreendimentos incubados. Para cada tecnologia central identificada foi aferido um nível de maturidade tecnológica conforme no gráfico 5. Conforme detalhado na metodologia da pesquisa, utilizamos uma escala adaptada da TRL para a realidade de empresas nascentes de tecnologia e, com base nela, obtivemos os resultados abaixo.

Gráfico 2 - Quantidade de projetos por NMT



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Na TRL 1 temos 1 projeto identificado, que, de acordo com a escala adaptada de Evans e Johnson (2013), trata-se de um projeto ainda como uma ideia de negócio inovadora, advinda de um pesquisador/inventor ou mesmo um grupo deles. O objetivo seria traduzir a ideia em um negócio de alto risco tecnológico. E, de acordo com Barbosa (2018), os princípios básicos da tecnologia foram observados, pensados, mas ainda não houve um estudo específico. É comum projetos nesse nível de desenvolvimento participarem de seleções de incubadoras para concorrer a uma vaga no sistema de incubação, mas dentro da etapa de pré-incubação, que seria exatamente antes de uma validação mínima do produto/serviço inovador.

Na TRL 2 temos também somente 1 projeto inovador. Nessa etapa existe algum grau de sustentação científica para a inovação pretendida. É nesse momento que a ideia é colocada no papel e provas conceituais estão disponíveis (Barbosa, 2018). Trazendo para o universo dos negócios e startups, é quando se torna palpável a elaboração de planos de negócios, lean canvas, Business Model Canvas, artigos científicos, entre outras formas de formalização conceitual de uma ideia (Moresi, 2017). Nesse nível, os projetos saem de uma situação totalmente teórico-científica para buscar uma colocação dentro das necessidades de um possível demandante. Nas incubadoras de empresas esse nível é alcançado pelos projetos poucos meses após seu ingresso no sistema de incubação de empresas, salvo exceções técnicas de projetos de áreas de alta complexidade, como biotecnologia e medicina.

Na TRL 3 houve 4 projetos mapeados. Segundo Evans e Johnson (2013), nesse momento de desenvolvimento é possível testar partes de um futuro protótipo, mas ainda de forma isolada. As TRLs que vão de 1 a 3 são consideradas o nível inicial da escala, uma espécie de etapa de laboratório inicial, que iria de uma fase de ideação até o início dos testes das partes da solução, mas ainda sem a condição de protótipo. Cabe destacar que para alguns estudiosos a TRL 4 ainda estaria nesse nível inicial, apesar de ser uma etapa mais amadurecida.

Foram mapeados 8 projetos na TRL 4, ou seja, 13% da amostra remete a um momento em que as tecnologias, antes testadas em partes e de forma incipiente, passarão a ser testadas já como um todo capaz de demonstrar minimamente sua ideia inovadora concebida anteriormente. Ainda não é um protótipo completo (Evans; Johnson, 2013). Trata-se do primeiro nível de validação do produto/serviço a ser desenvolvido, levando em consideração o conceito idealizado nas etapas anteriores (Barbosa, 2018).

Ainda quanto aos níveis de maturidade, tivemos 6 projetos incubados na TRL 5, ou seja, os produtos/serviços inovadores desenvolvidos podem ser testados em um ambiente que simula a realidade do mercado que ele se propõe a atingir. É o momento em que funções críticas são realmente colocadas à prova (Barbosa, 2018). Trazendo para a realidade das startups, é um importante momento de testes, mas ainda não há receitas para o desenvolvedor. O protótipo possui condição de design industrial, mas ainda em estágio incipiente (Evans; Johnson, 2013).

Complementando o que Luiz Padilha (2020) conceitua como etapas de quase operação (TRLs 5 e 6), temos 8 projetos na TRL 6. Nesse estágio o protótipo já tem condições de ser produzido de uma forma completa, como um produto ou serviço inovador. Nesse prisma, Barbosa (2018) argumenta que esse nível tem importância singular, pois está relacionado à fidelidade ao protótipo que foi previamente pensado, planejado. A segunda lacuna de extremo perigo para o desenvolvimento de

startups é na passagem entre a TRL 6 e a TRL 7.

A TRL 7 foi aferida para 15 projetos, ou seja, 24% do que está sendo desenvolvido remete a um NMT que permite uma produção limitada, mas com uma equipe capaz de gerar receita para a nova empresa, mas ainda não de forma plena. Todavia, essa conceituação de TRL diverge de Barbosa (2018), que explica que nessa etapa, fazendo uma analogia com sistemas de computador, seria o momento de realizar ainda mais testes em busca de bugs e defeitos de funcionamento, ou seja, o protótipo não está apto ao ambiente real. A TRL 7 é o último nível de amadurecimento tecnológico. Depois dessa etapa vêm aquelas que compreendem a aceitação da inovação.

Na TRL 8 temos 12 soluções inovadoras sendo construídas, ou seja, 19% da amostra. De acordo com Evans e Johnson (2013), nesse nível a produção comercial é possível e, teoricamente, o vale da morte foi superado. É nessa etapa que investimentos privados são mais comuns, por entendimento de um risco financeiro menor (MORESI, 2017). Corroborando nesse sentido, Barbosa (2018) deixa claro que essa etapa representa o fim do desenvolvimento tecnológico.

O último nível de maturidade tecnológica, a TRL 9, possui, segundo esta pesquisa, 8 projetos incubados, o que corresponde a 13% da amostra abordada. Na TRL adaptada de Evans e Johnson (2013), é o nível em que as startups já funcionam em plena produção, em condições de escalabilidade. Nessa etapa não é mais possível realizar ajustes ou testes. Segundo Barbosa (2018), trata-se da etapa de comercialização plena, ou mesmo o momento de uma transferência tecnológica por completo. O percentual relevante de empreendimentos no último nível da escala de TRL mostra que um número significativo de empresas orientadas por incubadoras consegue se desenvolver e superar o vale da morte, atingindo um nível de operação interessante, inclusive, para investidores externos, pois o setor privado necessita observar um bom nível de segurança técnica para aportar recursos em inovações tecnológicas, principalmente quando

desenvolvidas fora de suas dependências.

Observou-se que 32% dos projetos se encontram na chamada fase de operação, ou seja, são aqueles projetos que já venceram o período mais difícil da inovação, o vale da morte, e se encontram como startups em boas condições de atuar no mercado. Trata-se de um percentual significativo. Todavia, cumpre destacar que a aferição de NMT nem sempre pode ser utilizada como única ferramenta de análise, mas sim como um ótimo complemento para a tomada de decisão por parte dos inventores/pesquisadores/empreendedores, bem como pelo lado das incubadoras de empresas, podendo contribuir sobremaneira com a condução dessas empresas e a inserção de suas soluções inovadoras no mercado consumidor.

5 CONCLUSÕES

Através da presente pesquisa, pode-se afirmar que a identificação e a análise do nível de maturidade tecnológica dos projetos de empresas incubadas no Rio Grande do Norte foram realizadas. Por meio desse levantamento foi possível a identificação de 63 projetos inovadores em desenvolvimento nas incubadoras de empresas (Cerne) do estado. Assim, foi elaborado um mapeamento com informações detalhadas sobre as empresas e seus projetos inovadores incubados, como: resumo da tecnologia central, número de pessoas envolvidas, tempo de incubação, área de atuação, setor econômico a ser atendido e, principalmente, o nível de maturidade tecnológica das inovações.

Para que fosse possível a identificação dos NMTs dos projetos incubados, foi elaborado um instrumento de coleta de dados com uma escala de Technology Readiness Level (TRL), adaptada para a realidade de empresas de tecnologia nascentes, que leva em consideração também as questões acerca do desenvolvimento da empresa a partir de certo nível. O instrumento foi pensado para facilitar o entendimento sobre o tema e auxiliar os gestores de incubadoras na aferição dos NMTs, tendo sido bem aceito

e elogiado, quanto a sua forma didática, já no momento da validação, fase que precedeu a aplicação em todas as incubadoras e que serviu para ajustes e adequações.

Percebe-se que as incubadoras de empresas buscam cumprir seu papel com eficiência e eficácia no Rio Grande do Norte, fomentando a inovação e o empreendedorismo e auxiliando empresas inovadoras em seus estágios mais difíceis, em especial o vale da morte, que teoricamente encontra-se entre as TRLs 4 e 7, estágio no qual 57% dos projetos mapeados se encontram atualmente. Dessa forma, a realidade empírica das atividades das incubadoras converge com os conceitos teórico-científicos sobre suas funções e objetivos, funcionando realmente como ferramentas de suma importância para as ICTs e colaborando de forma relevante para todo o ecossistema de inovação.

Sob o ponto de vista das empresas incubadas, o nível de maturidade tecnológica pode ser uma ferramenta interessante para delimitação de ações prioritárias para uma startup, tanto em seu desenvolvimento técnico das suas inovações, quanto no avanço enquanto empresa que será inserida no mercado competitivo. O acompanhamento que o monitoramento do NMT permite trás clareza para todos os agentes envolvidos na inovação e no avanço da empresa, podendo facilitar inclusive o diálogo com potenciais investidores, que normalmente investem em TRLs acima de 7, mas que dependendo da realidade observada pode ter uma segurança maior para investimentos em etapas teoricamente mais complexas, pois um metodologia de TRL bem conduzida e documentada pode proporcionar uma profissionalização singular para estas organizações inovadoras.

O mapeamento produzido pode ser um norte para políticas públicas e a condução do movimento de incubadoras de empresas no estado, visto que o nível de maturidade tecnológica de uma inovação está intrinsecamente ligado ao nível de investimento e apoio técnico necessário para que a solução possa chegar ao mercado alvo de forma

eficiente. O instrumento de coleta de dados será disponibilizado em um formato adequado para que os gestores de incubadoras de empresas possam realizar essa aferição periodicamente com seus projetos, bem como possam divulgar para outros gestores os benefícios dessa medição, visto que esta proporciona maior segurança para o processo de tomada de decisão, principalmente sobre investimento no desenvolvimento tecnológico.

Por fim, sugerimos como trabalhos futuros a ampliação do corte regional das incubadoras, alcançando regionalmente o Nordeste ou até mesmo incubadoras de todas as regiões brasileiras. Dessa forma, a metodologia pode ser validada e seus resultados serem úteis para políticas públicas mais abrangentes.

REFERÊNCIAS

ABStartups. **Tudo o que você precisa saber sobre startups**. 2017. Disponível em: <https://abstartups.com.br/o-que-e-uma-startup/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

ANDRADE, T. A. S. *et al.* A incubadora de empresas como mecanismo de apoio ao surgimento de empresas inovadoras: o caso da incubadora tecnológica do CDT. **Locus Científico**, (s.l.), v. 03, n. 01, p. 4-12, 2009.

ANPROTEC - Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores. **Conceito de Incubadora**. 2025. Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/sobre/incubadoras-e-parques/#1>. Acesso em: 30 de maio 2025.

ANPROTEC. **Mapeamento dos mecanismos de geração de empreendimentos inovadores no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://informativo.anprotec.org.br/mapeamento-dos-mecanismos-de-geracao-de-empreendimentos-inovadores>. Acesso em: 18 ago. 2021.

AUDY, J. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 31, n. 90, p. 75-87, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190005>.

BARBOSA, Carlos Eduardo. **Spin-offs acadêmicas de biotecnologia: análise da maturidade tecnológica através da escala Technology Readiness Levels**. 2018. Dissertação (Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afrobrasileira, Redenção (CE), 2018.

CARVALHO, Marley Abede Ferreira de et al. Ascensão de startups regionais e seus impactos na sustentabilidade: um estudo sobre o ecossistema de startups da Bahia. **Revista Produção Online, Florianópolis**, v. 24, n. 3, e5116, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i3.5116>. Acesso em: 20 de maio 2025.

DANTAS, Flaviano Costa. **OPTIMUS: metodologia de gestão da inovação para instituições científicas e tecnológicas públicas**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Inovação) - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017.

EVANS, John D.; JOHNSON, Ray O. Tools for managing early-stage business model innovation. **Research-Technology Management**, v. 56, n. 5, p. 52-56, 2013.

FINEP. Políticas operacionais. 2019. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/biblioteca>. Acesso em: 19 maio 2021.

GULBRANDSEN, Karen Elizabeth. Bridging the valley of death: the rhetoric of technology transfer. 2009. 156 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Iowa State University, Iowa, 2009. Disponível em: <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1758&contexto=etd>. Acesso em: 18 ago. 2021.

EVANS, J. D.; JOHNSON, R. O. Tools for Managing Early-Stage Business Model Innovation. **Research-Technology Management**, [s. l.], v. 56, p. 52-56, 2013.

MIRANDA, A. L. B. B. *et al.* Inovação nas universidades: uma análise do novo marco legal. **Revista Eniac Pesquisa, Dialnet**, v. 8, p. 85-98, 2019. ISSN 2316-2341. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6786924>. Acesso em: 19 set. 2021.

MORESI, Eduardo A. D. *et al.* Análise de níveis de prontidão: uma proposta para empresas nascentes. **Atas: Investigação Qualitativa em Engenharia e Tecnologia**, 2017. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2017/article/view/1127>. Acesso em: 2 jun. 2021.

OECD; EUROSTAT. **Oslo Manual**: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4. ed. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264304604-en>.

PADILHA, Luiz. Você já ouviu falar em TRL? Conheça aqui seu significado. **Defesa Aérea & Naval**, 2020. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/ciencia-e-tecnologia/voce-ja-ouviu-falar-em-trl-conheca-aqui-seu-significado>. Acesso em: 18 ago. 2021.

PEÑA, Adrielle Hoffmeister. Percepção das empreendedoras na cidade de Dourados - MS sobre as dificuldades e conflitos que enfrentam frente aos múltiplos papéis que desenvolvem em meio a pandemia. 2021. 56 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal da Grande Dourados**, Dourados, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/4727/1/AdrielleHoffmeisterPe%c3%b1a.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2025.

PASSONI, C. J.; *et al.* Aplicação do modelo cerne para o estabelecimento de critérios de seleção de incubação em empresas de base tecnológica: um estudo nas incubadoras de base tecnológica do país. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, v. 7, n. 1, 2017, p. 3620-3633.

QUINTELLA, M.C. A revista Cadernos de Prospecção e os níveis de maturidade de tecnologias (TRL). **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 10, n. 1-2, p.1, jan./mar. 2017.

SEBRAE. **Empreendedorismo e Inovação**: a moeda para ter sucesso nos negócios. 2020. Disponível em: <https://atendimento.sebrae-sc.com.br/blog/empreendedorismo-e-inovacao/>. Acesso em: 28 maio 2020.

SILINEVICA, Irena; IGAVENS, Maris; AMANTOVA-SALMANE, Liene. Research of the New Product Development Process. **Latgale National Economy Research**, p. 116, 2016.

SOARES, F.; PRETE, E. **Marco regulatório em Ciência, Tecnologia e Inovação**: texto e contexto da Lei no 13.243/2016. Belo Horizonte: Arraes Editores, 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/37456810/Marco_regulatório_em_ciência_tecnologia_e_inovação_Texto_and_Contexto_da_Lei_13.243_2016. Acesso em: 4 out. 2021.

VELHO, Sérgio Roberto Knorr *et al.* Nível de Maturidade Tecnológica: uma sistemática para ordenar tecnologias. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 45, p. 119-140, 2018.