

## ADAPTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE QUESTIONÁRIO E GUIA INFORMATIVO PARA AUXILIAR NA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA EM PROJETOS ACADÊMICOS DO SEGMENTO ALIMENTÍCIO

### RESUMO

O estudo foi embasado a partir de uma pesquisa descritiva e análise quali-quantitativa, utilizando levantamento bibliográfico e análise de projetos de pesquisa do segmento alimentício já referenciados, onde teve como objetivo a construção de questionário checklist, com base em modelos propostos como calculadoras aplicadas a Escala de Maturidade Tecnológica (*Technology Readiness Level – TRL*) para avaliação quanto ao nível de maturidade de projetos científicos e tecnológicos. Além do questionário, também foi elaborado um guia para compreensão e o uso da ferramenta. Os resultados foram avaliados por pesquisados da área de Ciência e Tecnologia de Alimentos para a melhor utilização das ferramentas no contexto acadêmico de acordo com a necessidade do segmento alimentício. A ferramenta tem potencial para contribuir no progresso das atividades de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, auxiliando pesquisadores em tomada decisória relativa ao desenvolvimento tecnológico de produto estudado, assim como sua transição sob respectivas oportunidades mercadológicas existentes.

### INTRODUÇÃO

A inovação é cada vez mais reconhecida como fator determinante no sucesso organizacional, do elevado desempenho e da sobrevivência de uma empresa, independentemente da sua dimensão e da indústria a que pertence (MORADI et al., 2021). Atualmente a construção de programas de incentivo a implantação de inovação para atender a necessidade da sociedade, bem como o estímulo a competitividade para se manter atuante no mercado, vem sofrendo um grande avanço, com isso pode-se afirmar que o poder público possui grande interesse em apoiar a implantação de inovação nas empresas (GADELHA et al., 2021). Para estimular o desenvolvimento e incentivar a produção intelectual de modo a beneficiar sociedade, as universidades estão buscando mobilizar a comunidade acadêmica por meio da institucionalização através da política de inovação de forma que ocorra a interação entre universidades, sistema produtivo e governo (OLIVEIRA et al., 2020).

Neste sentido, tais as interações entre esses atores, constitui de um mecanismo primordial para viabilizar o desenvolvimento de invenções oriundas da pesquisa acadêmica, com foco em estratégias políticas e de investimento público, contribuindo de forma mútua entre a oferta e demanda, isto é, com a maturidade científica e tecnológica dos projetos das ICT's e demandas de as empresas interessadas de forma melhor atender as tendências e nichos de mercado (MARQUES et al., 2020; CARVALHO, et. al., 2020).

Apesar dos grandes avanços para validar os projetos oriundos da pesquisa acadêmica, as universidades ainda enfrentam grandes barreiras quanto às transferências de projetos de inovação para a indústria (MUNARI, et. al., 2018). Uma forma de contribuir para transferência de conhecimento para a sociedade é a avaliação de tecnologias que permite

definir o seu respectivo grau de maturidade tecnológica denomina-se de TRL (*Technology Readiness Level*), também conhecida como níveis de prontidão tecnológica (MANKINS, 1995) ou NMT (Níveis de Maturidade Tecnológica) (VELHO et al., 2017) Esta métrica vem sendo aplicada como mecanismo de mensuração de maturidade tecnológica por atores dos sistemas de Ciência Tecnológicas nos Estados Unidos da América, Europa e de forma mais recente no Brasil, é a *Technology Readiness Level* (TRL), desenvolvida pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), sendo atualizada para a ISO 16290:2015 (NASA, 2018). Os métodos de avaliação consistem em quantificar os níveis de consolidação das pesquisas e dos produtos (MARTIN, 2020).

A ferramenta tem sido amplamente utilizada no meio acadêmico em decorrência da facilidade de enquadramento das pesquisas (QUINTELLA, 2019), e atualmente exigida na maioria dos editais governamentais de fomento. Ocasionalmente, na publicação da Portaria MCTI n.º 6.449 de 17 de outubro de 2022, pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, a qual institui uma calculadora de maturidade tecnológica baseada na TRL.

Neste contexto, o presente trabalho propôs a elaboração de uma ferramenta para auxiliar na determinação do nível de maturidade tecnológica em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de produtos ou processos na grande área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, buscando compreender as características e dificuldades vivenciadas durante cada etapa e, assim, contribuir para que a transferência tecnológica dos projetos de PD&I alcance o mercado brasileiro com robustez e de forma consolidada.

## OBJETIVO

Propor um questionário e guia de compreensão para medir o nível de maturidade tecnológica baseada no método TRL (*Technology Readiness Level*) para o segmento alimentício.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Inicialmente foi adaptado um questionário sob critérios da NBR ISO 16290 propondo uma escala de níveis de maturidade tecnológica baseada na métrica TRL para orientar projetos de pesquisa básica e aplicada no desenvolvimento de produtos e ou tecnologias na área de Ciências e Tecnologia de Alimentos. Um guia informativo para melhor compreensão e orientação ao pesquisador também foi elaborado.

Para melhor entendimento, as perguntas deste questionário referiram-se a pesquisas aplicadas à tecnologia de processos, como no caso de desenvolvimento de equipamentos, peças ou um processo em si, e à tecnologia de produtos, inerentes ao desenvolvimento de novos produtos. A tabela a seguir apresenta as definições dos Níveis de Maturidade Tecnológica (TRL), segundo a ABNT NBR ISO 16290:2015, adaptada e aplicada para o segmento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos.

Tabela 1. Definições dos Níveis de Maturidade Tecnológica (TRL) segundo ABNT NBR ISO 16290:2015.

TRL	DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE
1	Princípios básicos observados e reportados

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

Os níveis de TRL acima apresentados são usualmente agrupados, visando sua melhor aplicação e entendimento dos estágios e transições entre as TRLs (pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, industrialização, produção e comercialização), desta forma, agregando valores de relevância nos níveis da ferramenta, as quais muitas vezes não estão bem definidas na literatura.

O questionário é constituído pelo um total de 88 questões interpretadas para o contexto do segmento alimentício, onde são alinhadas dentro de 9 níveis, onde cada nível da ferramenta é agrupado as questões que variam de acordo com a condição da necessidade do nível abordado.

Já o guia informativo foi descrito de maneira sucinta sob perspectivas e considerações de colaboradores pesquisadores do segmento alimentício, destacando de modo explicativo cada nível da ferramenta, e caracterizado seus atributos para que pudessem auxiliar no momento da aplicação do questionário.

O questionário de aplicação foi estruturado no formato de escala hedônica, onde cada atributo contido dentro dos níveis do questionário (*checklist*), teve uma resposta com nível 0 a 5, desta maneira, quanto maior o nível da resposta referente aos atributos da ferramenta, maior as conformidades dos projetos.

Desta forma, estes elementos que estão descritos dentro dos níveis da ferramenta, foram utilizados par avaliar sua influência e contribuição na aplicabilidade dos resultados obtidos através da sugestão de 4 proposta, que seguiram recomendações a base de estudo científica, permitindo a criação de um modelo de indicadores de acordo com a integração de métricas aplicáveis aos resultados obtidos durante a utilização da ferramenta.

A primeira abordagem correspondeu na verificação dos elementos essenciais de acordo com a norma NBR ISO 16290:2015; a segunda uma abordagem de análise considerando o cálculo da calculadora TRL, utilizando como referência estudos de ROCHA (2016), com verificação dos resultados a partir de um modelo linear de desenvolvimento de fases sequenciais; a terceira abordagem, considerou cotação de elementos de criticidade funcional, de acordo com os atributos adaptados para o segmento alimentício, considerando componentes dos trabalhos de HICKS *et. al.*, (2009) e, finalmente, a quarta

abordagem desenvolvida pelos autores, foi considerado, a parti de uma orientação hibrida entre os fatores relacionados ao ciclo de vida da ferramenta, sobre o conjunto de atributos que estão relacionados aos fatores essenciais que foram levados em consideração a norma NBR ISSO 16290:2015, para o segmento alimentício associadas a funcionalidade dos projetos.

## CONCLUSÃO

Utilizando materiais científicos e referenciados, foi possível a elaboração de um questionário adaptado para o segmento alimentício e um Guia Informativo para que pudessem servir de auxílio na compreensão dos assuntos abordados no questionário.

O material desenvolvido contribuirá para gerenciar o progresso das atividades de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, auxiliando aos pesquisadores na tomada de decisões relativas ao desenvolvimento e transição do produto estudado, e as oportunidades existentes no mercado.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ABNT. **NBR ISO 16290:2015**. Sistemas espaciais: definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação, 2015.
2. CARVALHO, Bruno Gomes; TONELLI, Dany Flávio. Limites e Possibilidades do Marco Legal da CT&I de 2016 para as Instituições Científicas e Tecnológicas do Brasil. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 6, n. 2, p. 6-24, 2020.
3. GADELHA, M. C. B. de M., Andrade, K. C. M. O., & Simões-Borgiani, D. S. . (2021). Estudo Analítico da Propriedade Intelectual Para Inovação Frugal na Legislação e Política Pública Brasileiras de Incentivo à Inovação. **Revista De Empreendedorismo, Negócios E Inovação**, 6(2), 64 - 85.
4. HICKS, Ben et ai. Uma metodologia para avaliar a prontidão da tecnologia durante o desenvolvimento de produtos. In: 17th International Conference on Engineering Design (ICED'09) O design nunca foi tão legal, Stanford University, Califórnia, EUA. **Sociedade de Design**, 2009.
5. MANKINS, John C. Technology readiness levels: A white paper. [http://www. hq. nasa. gov/office/codeq/trl/trl. pdf](http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trl.pdf), 1995.
6. MARQUES, Humberto Rodrigues et al. Inovação Aberta entre Universidade-Empresa: a Percepção de Professores Universitários. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 16, n. 1, p. 83-104, 2020.
7. MARTIN, Adriana Regina et al. Classificação dos Instrumentos de Captação de Recursos para Apoio à Inovação do Governo Federal na Escala de Prontidão Tecnológica (TRL). **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 1, p. 78-78, 2020.
8. MORADI, Ehsan et al. Impacto da inércia organizacional na inovação do modelo de negócios, inovação aberta e desempenho corporativo. **Revisão da Administração da Ásia-Pacífico** , v. 26, n. 4, pág. 171-179, 2021.
9. MUNARI, F.; SOBRERO, M.; TOSCHI L. The university as a venture capitalist Technological Forecasting& Social Change. 127 (2018) 70-84.
10. NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Technology Readiness Level. Washington, 2018.
11. OLIVEIRA, L. M. P; SOUZA, M. M.; MATOS, E. S.; VILELA JÚNIOR, D. C.; SANTOS, R. M. N. A Política de Inovação e sua Aplicação na Universidade Federal do Amazonas. **Cadernos de Prospecção** – Salvador, v. 13, n. 1, p. 49-65, março, 2020.
12. QUINTELLA, C. M. et al. **Prospecção tecnológica**. Salvador: FORTEC/PROFNIT, 2019..
13. ROCHA, D. **Uma adaptação da Norma NBR ISO 16290:2015 aplicada em projetos do setor Aeroespacial**. 2016. 120f. Dissertação de mestrado em Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
14. ROCHA, D.; MELO, F. C. L. de; RIBEIRO, J. Uma adaptação da metodologia TRL. **Revista Gestão em Engenharia**. São José dos Campos. v.4.n.1. p.45-56. jan./jun. 2017.
15. VELHO, S. R. K.; SIMONETTI, M. L.; SOUZA, C. R. P. de; IKEGAMI, M. Y. Nível de Maturidade Tecnológica: uma sistemática para ordenar tecnologias. **Parcerias Estratégicas**. Brasília, DF, v. 22, n.



45, p. 119-140, jul. /dez. 2017