

## Mapeamento da maturidade tecnológica da região do Cariri

**Pedro Lucas Braga Fernandes Araújo;  
Elias Pereira Lopes Júnior;  
Shara Leite Dias.**

**Resumo:** As universidades e os seus centros de pesquisa são fatores importantes para a promoção da tecnologia, que é a chave para a inovação e crescimento dos negócios. A Technology Readiness Level (TRL) é uma escala que parametriza a maturidade da tecnologia empregada em diversos setores, podendo nortear a tomada de decisões, bem como mapear os recursos necessários ao desenvolvimento tecnológico nos seus diferentes estágios. A gestão por competências é apontada como ferramenta relevante, de modo que estabelece a capacidade humana da execução de atividades, formada pelas experiências anteriores e que constituem alicerce para a execução de tarefas simples, bem como aquelas que apresentam elevado grau de complexidade. O presente estudo buscou o mapeamento dos níveis tecnológicos nos laboratórios da Universidade Federal do Cariri, Campus Juazeiro do Norte, por meio da avaliação do nível de maturidade tecnológica dos seus equipamentos. A presente pesquisa traz notáveis contribuições para a gestão estratégica, pois explora novos conceitos, bem como propõe uma ferramenta que potencializa a capacidade de atuação das empresas e instituições de ensino, principalmente no que tange ao desenvolvimento de tecnologias que podem melhorar seus processos, trazendo eficiência e eficácia, explorando novos horizontes no que se refere aos recursos tecnológicos à disposição da sociedade em geral.

Palavras-chave: Inovação. TRL. Mapeamento de competências.

### 1. INTRODUÇÃO

As universidades e os seus centros de pesquisa são fatores importantes para a promoção da tecnologia, que é a chave para a inovação e crescimento dos negócios. O estudo do investimento financeiro em atividades que propiciam inovação tem ganhado força na área acadêmica nos últimos anos (MAZZUCATO, 2014; KERR; NANDA, 2015; HONG *et al.*, 2016). Contudo, o planejamento da inovação seria mais efetivo se os papéis dos setores público e privado no incentivo à inovação fossem mais claros.

Além disso, muitas pesquisas também têm mantido seu foco nas questões relacionadas à transferência de tecnologia das Instituições Científicas e Tecnológicas e de Inovação (ICTs) para as indústrias. No Brasil, o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) tem o papel de tentar responder às demandas da sociedade e do setor empresarial por conhecimento, tecnologia e inovações (DE NEGRI; SQUEFF, 2016).

As ICTs têm o seu papel regulamentado no SNCTI por meio do Marco Legal Brasileiro de Inovação e seus mecanismos para viabilizar a transferência de tecnologia para as empresas foram instituídos pelo Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei n. 13.243 de 2016). Contudo, ainda assim existem obstáculos que dificultam as interações entre as ICTs e as empresas na questão das ofertas e demandas por tecnologias.

Um instrumento que tem sido muito utilizado para avaliar o nível de maturidade tecnológica é a *Technology Readiness Level* (TRL), que é uma escala criada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e que no Brasil já, inclusive, possui uma norma técnica publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): que é a ISO 16290 (ABNT, 2015). A TRL já vem sendo aplicada em diversos contextos para mensurar o nível de maturidade tecnológica nos Estados Unidos e em alguns países da Europa.

A escala de TRL permite várias análises dos processos de transferência de tecnologia e inovação tecnológica, posicionando os diversos interessados ao longo dessa escala. A TRL também proporciona a identificação de várias assimetrias entre os atores, indicando a

necessidade da introdução de outras ferramentas complementares.

Nessa pesquisa foi realizado o mapeamento dos níveis tecnológicos nos laboratórios da Universidade Federal do Cariri (Campus Juazeiro do Norte), por meio da avaliação do nível de maturidade tecnológica dos seus equipamentos - *Technology Readiness Level* (TRL).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

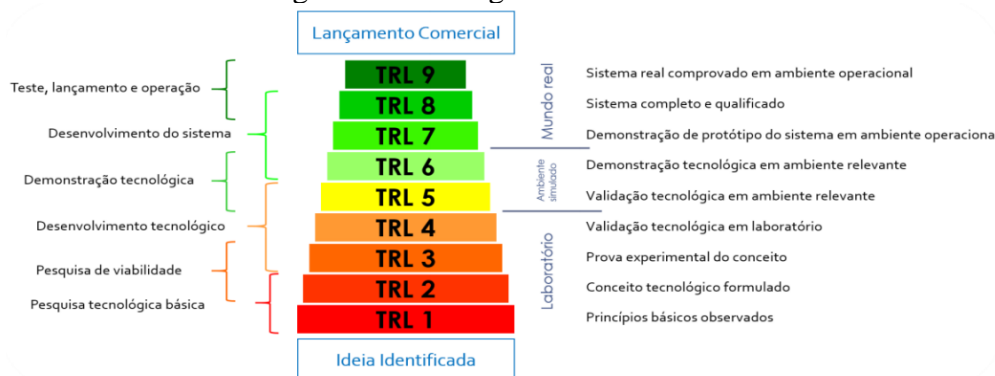
### 2.1 Technology Readiness Level

Conforme Tomaschek *et al.* (2016), a *Technology Readiness Level* (TRL) tem sido aplicada e adaptada em diversos contextos, além das aplicações espaciais, com intuito de indicar quando uma tecnologia está pronta para ser utilizada e comercializada. A escala faz uma métrica do o progresso de uma tecnologia o dividindo em nove estágios, que vão desde a pesquisa básica até a sua total utilização.

O nível de prontidão tecnológica é uma escala que parametriza a maturidade da tecnologia empregada em diversos setores (NASA,1980), que pode nortear a tomada de decisões, bem como mapear os recursos necessários ao desenvolvimento tecnológico nos seus diferentes estágios. Nakamura, Kajikawa e Suzuki (2012) observam que cada estágio em que se encontra o nível tecnológico é marcado por uma influência específica. Desse modo, mesmo que esteja sob as mesmas condições, as variações nos níveis tecnológicos do setor influenciam o cenário de forma singular.

Segundo Laurindo (2014), os TRLs se apresentam como uma ferramenta usada com finalidade de estipular a maturidade de uma tecnologia e oferecendo, com isso, um sistema de medição, facilitando o trabalho da gerência de projetos de inovação no julgamento quanto a comparação entre as tecnologias. Na Figura 1 tem-se uma visão geral da escala TRL na qual parte-se da pesquisa tecnológica aplicada (TRL 1) até chegar ao teste, lançamento e operação (TRL 9). Além disso, a tecnologia pode ser classificada em três estágios: Laboratório (que vai da TRL1 até a TRL 4), Ambiente Simulado (TRLs 5 e 6) e Mundo Real (TRL 7 até TRL 9).

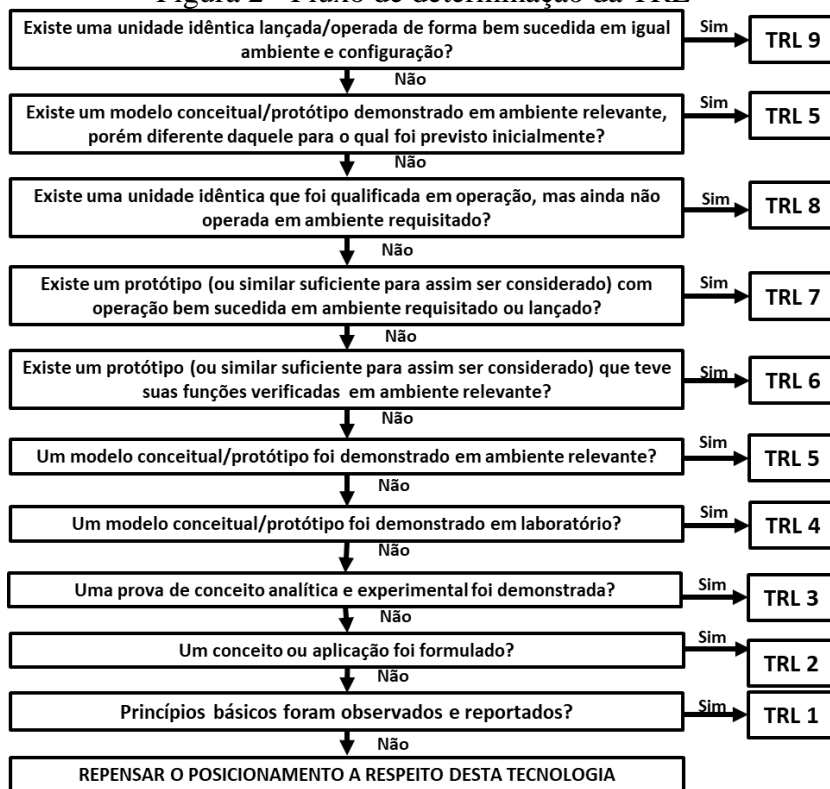
Figura 1 – Visão geral da escala TRL



Fonte: Rodrigues (2018)

A Figura 2 mostra a sistemática de aplicação da mensuração da TRL pelo fluxo de determinação da TRL utilizado pela NASA. Com esse uso do fluxo pode-se observar, logo no início da entrevista, o nível de maturidade da tecnologia. Assim que o possível nível de maturidade é identificado, são realizadas perguntas para a confirmação do nível de TRL. Essas questões são oriundas da pesquisa de Nolte, Kennedy e Dziegiel (2003) e da demonstração documental prevista pela NBR 16290 (ABNT, 2015).

Figura 2 - Fluxo de determinação da TRL



Fonte: Adaptado de NASA (2007)

A TRL tem vários propósitos, dentre eles: fazer o monitoramento inicial do desenvolvimento das tecnologias; fornecer subsídio para o processo de tomada de decisão sobre a execução de projetos; monitorar o andamento de uma tecnologia; diagnosticar se a tecnologia já está pronta para o mercado, dentre outros (ABNT, 2015). Portanto, conforme a ABNT (2015, p. 5):

uma avaliação de TRL é válida para um dado elemento em um dado instante de tempo. Ela pode evoluir se as condições que prevaleciam naquele momento da avaliação não forem mais válidas. Tal situação pode levar a uma reavaliação de TRL e degradação, que pode ocorrer em particular quando está prevista a reconstrução/reuso deste elemento.

Dentro dessa perspectiva, Gupta e Wilemon (1990) destacam a importância de uma gestão da inovação eficiente, com o emprego de ferramentas de gerenciamento ao longo do processo administrativo. Dessa forma, a escala de TRL pode ser um instrumento imprescindível no planejamento da inovação na organização, reduzindo as possibilidades de incertezas nos projetos tecnológicos da organização (BROWNING,1999).

Conrow (2011), destaca que a escala TRL está relacionada a maturidade tecnológica de hardwares e é dividida em nove níveis, parametrizando em posições de maturidade crescentes de 1 (pesquisa tecnológica aplicada) ao 9 (teste), com estágios específicos que orientam a gestão da inovação da organização. Yang (2012) reconheceu três níveis que englobam os nove supramencionados, dimensionados em três contextos diferentes sendo: entre 1 e 3 para laboratório; entre 4 e 6 para ambiente simulado; e entre 7 e 9 para o mundo real.

Markins (1995), ao analisar a aplicação da TRL nas pesquisas da National Aeronautics Space Administration (NASA), esclarece que não é possível estabelecer uma relação matemática entre os níveis escalados pelo TLR, pois o intervalo entre um nível e outro não é o mesmo entre todos os níveis. Dessa forma, um protótipo classificado como TRL 8 (sistema real

concluído e voos qualificados através de teste e demonstração (solo ou espaço), representa mais que o dobro do nível 4 de validação de componente e / ou placa de ensaio em laboratório).

Por fim, Conforme Rodrigues (2018, p. 47), “a escala já foi adaptada e é utilizada, por exemplo, nos departamentos americanos de saúde e serviços humanos, energia e defesa com vocabulário ajustado e descrição dos níveis adequada aos contextos específicos de aplicação”. Além disso, também tem sido usada, desde 2001, como ferramenta auxiliar de políticas de financiamento pelo Horizonte 2020, programa europeu de apoio financeiro às atividades de inovação (RODRIGUES, 2018).

## **2.2 Mapeamento de Competências**

A literatura aponta a gestão por competências como ferramenta relevante, de modo que estabelece a capacidade humana da execução de atividades, formada pelas experiências anteriores e que constituem alicerce para a execução de tarefas simples, bem como aquelas que apresentam elevado grau de complexidade (DUTRA, 2011).

Segundo Takahashi e Fischer (2009), competência não é somente a manutenção de uma ampla cadeia de informações e aptidões, mas se refere ao potencial de pactuar e mobilizar apropriadamente certos recursos, e essa conduta constitui uma nova conformação de competências decorrente do aprendizado ao lidar com o novo cenário. Dutra (2011) declara poder atribuir diferentes atores ao papel de competência, sendo organizações e pessoas alguns deles.

Conforme Fleury e Fleury (2001, p. 188), competência é “um saber agir responsável e reconhecido que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos e habilidades que agreguem valor econômico à organização e valor social ao indivíduo”. Desse modo, o mapeamento das competências necessárias para a melhor execução das tarefas assume importante papel no que tange a previsão dos resultados esperados.

Nessa perspectiva, pode-se destacar o modelo de gestão por competências como a capacidade de gerenciar um conjunto de conhecimentos, interconectados, por meio do mapeamento das competências que coadunem com os objetivos da organização, uma vez determinada sua estratégia organizacional (CARBONE, 2016).

Conforme propõe Ienaga (1998), a atenuação de possíveis lacunas nas competências está vinculada ao mapeamento de tais, de acordo com a estratégia adotada pela organização, ressaltando a importância de buscar um equilíbrio entre os modos de competência internos e os modos adotados pela concorrência, sugerindo a melhoria da base de recursos da organização, a exemplo o perfil de habilidades das equipes e grupos de trabalho, bem como a criação de novas ofertas de mercado que gerem valor, além do aperfeiçoamento dos produtos já lançados para o público.

## **3. METODOLOGIA**

O presente estudo buscou o mapeamento dos níveis tecnológicos nos laboratórios da Universidade Federal do Cariri, Campus Juazeiro do Norte, por meio da avaliação do nível de maturidade tecnológica dos seus equipamentos - *Technology Readiness Level* (TRL). Para tanto, foram realizadas pesquisas de campo, explorando as características e condições do objeto de análise, visando classificá-los de acordo com a escala dos níveis de maturidade tecnológica, bem como explorar potenciais serviços para o mercado.

A pesquisa, com base em seus objetivos, pode ser categorizada por meio de uma abordagem qualitativa e possui uma tipologia descritivo-explicativa, visando descrever as características dos sujeitos e fenômenos estudados para estabelecer relações entre variáveis (GIL, 2002).

Foi realizado um estudo na literatura acerca do tema diante da relevância do mapeamento dos níveis tecnológico para instituições (LAURINDO, 2014). A coleta de dados teve início a

partir de um levantamento de informações referentes a quantos e quais seriam os laboratórios ligados a Universidade Regional do Cariri-UFCA, Campus de Juazeiro do Norte. Os locais para coleta de dados foram organizados em ordem alfabética divididos por blocos e organizados em documento para registro de dados coletados, no qual contém participação de coordenadores, técnicos e ramal.

Buscou-se contato com oito laboratórios para agendamento das visitas e mapeamento dos equipamentos e potenciais serviços que os mesmos poderiam oferecer, tendo como parâmetro de análise a variação de níveis de maturidade tecnológica na Escala crescente TRL, a qual varia entre nível 1 (pesquisa tecnológica aplicada) ao nível 9 (teste) (CONROW 2011). Durante estas visitas, foi apresentado um roteiro de preenchimento de informações essenciais para o levantamento dos dados referentes a esta pesquisa, como por exemplo:

- Identificação do Laboratório;
- Responsável;
- Equipamentos/Instrumentos;
- Quantidade;
- Finalidade;
- Condições de operação (era descrito qual a condição do equipamento e se não fosse descrito como normal (n), inativo (i), manutenção (m), danificado (d), ele seria descrito como outros(o) e seria descrito qual a condição do mesmo);
- Calibração;
- Descrição (Modelo, Fabricante/Marca, Ano de Fabricação).

Durante as visitas, os responsáveis pelos laboratórios foram sondados sobre as condições de operações dos equipamentos no que tange à capacidade de operação da tecnologia empregada nos mesmos. Após levantado estas informações, os entrevistados eram questionados sobre quais potenciais serviços aqueles equipamentos e/ou laboratório poderia oferecer, e se o mesmo estava apto ou não para a oferta. Dessa forma, pode-se analisar o contexto de mapeamento tecnológico das tecnologias empregadas nos laboratórios, bem como examinar a percepção de terceiros acerca do nível tecnológico dos aparelhos.

Ulteriormente, observou-se destaque para o nível 9 da escala TRL, ou seja, os equipamentos encontram-se em sua fase final, aptos para a prestação de serviços. Além disso, notou-se a presença do nível 6 da escala, no qual há a demonstração da tecnologia em um ambiente relevante para o projeto e por fim, ainda se verificou um equipamento no nível 8, com um sistema completo e qualificado.

#### **4. RESULTADOS**

Conforme os levantamentos de dados realizados nos laboratórios de pesquisa da Universidade Federal do Cariri, pode-se constatar que alguns possuem um potencial para oferecimento de serviços, posto o nível de prontidão tecnológica que apresentam (QUADRO 1).

- Laboratório de topografia: Configura-se um nível de prontidão tecnológica na escala 9, posto que possui os *hardwares* em suas dependências voltados para alguns serviços de topografia, a exemplo o Nível a Laser e Coletor de Dados do GPS Geodésico. No entanto, não possui a tecnologia com Drones para o oferecimento de seus serviços, nesse caso específico, possui o menor nível de prontidão tecnológica, o que demanda pesquisas que possam elucidar o processo de implantação dos referidos equipamentos para que os potenciais serviços sejam explorados;
- Laboratório de Polímeros: Possui a maioria dos equipamentos em condições de normais de funcionamento, como a injetora de termoplásticos, o que justifica o potencial serviço

de injeção de materiais para testes por indústrias que utilizam o plástico, possuindo, desse modo, um nível de prontidão na escala 9;

- Laboratório de Saneamento: Apresentou tecnologias com potencial de funcionamento em condições adequadas. Na coleta de dados, os equipamentos encontravam-se promissores no tocante a exploração de serviços de análise de alguns aspectos da água, a exemplo potabilidade e balneabilidade, porém ainda não foram realizados testes operacionais, configurando, dessa forma, maturidade tecnológica em escala 8;
- Laboratório de Caracterização de Materiais: O referido espaço dispõe de equipamentos que não estão em perfeitas condições de uso, que podem ser caracterizados como modelos representacionais. Desse modo, podem ser escalonados em nível 06 de maturidade tecnológica, posto que apresenta uma representação tecnológica em ambientes de relevância proximidade com a realidade;
- Laboratório de Ensaio Mecânicos dos Materiais: Possui equipamentos com perfeito funcionamento para os potenciais serviços, aos quais são usados para testes de comportamento mecânico de materiais metálicos, corpo de prova em concreto e blocos de tijolos. Desse modo, o laboratório pode ser apontado em um nível de maturidade tecnológica de escala 9;
- Laboratório de Mecânica dos Solos: Dispõe de uma diversidade de equipamentos aos quais lhe resultam em uma gama de potenciais serviços, no qual muitos já podem ser oferecidos, como avaliação de permeabilidade do solo, ensaios de colapso, rompimento de corpo de prova, análise granulométrica, dentre outros, demonstrando assim seu nível 9 na escala de maturidade tecnológica;
- Laboratório de Central Analítica: Um dos laboratórios mais equipados da instituição e que está apto a oferecer diversos serviços a alguns setores da região aos quais são amplamente requisitados já que os mesmos são extremamente necessários e cobrados por instituições fiscalizadoras para o pleno funcionamento legal de empresas e instituições, como serviços de análise de metais pesados e determinação de nutrientes em amostras sólidas e líquidas de esgoto e descarte de materiais e também podendo oferecer um serviço específico de galvanização voltado a empresas de joias. Desse modo o laboratório em questão também está escalado com nível 9 de maturidade tecnológica;
- Laboratório de Cerâmica: Este laboratório tem todo um conjunto de equipamentos voltado para serviços específicos com materiais cerâmicos, dos quais podem ser destacados: medição e caracterização de plasticidade e de porosidade aparente do material, viscosidade, resistência e flexão, dentre outros serviços específicos. Com a análise dos dados informados pela responsável do laboratório, caracterizou-se este laboratório com um nível 9 de maturidade tecnológica.

**Quadro 1 – Aplicação da Escala TRL aos laboratórios da UFCA**

Nível	Descrição	Laboratório
1	Princípios básicos observados	-
2	Conceito tecnológico formulado	-
3	Prova experimental do conceito	-
4	Validação tecnológica em laboratório	-
5	Validação tecnológica em ambiente relevante	-
6	Demonstração tecnológica em ambiente relevante	Lab. Caracterização de materiais
7	Demonstração de protótipo de sistema em ambiente operacional	-
8	Sistema completo e qualificado	Laboratório de saneamento

9	Sistema real em ambiente operacional	Laboratório de topografia; Laboratório de polímeros; Laboratório de Ensaios Mecânicos dos Materiais; Laboratório de Mecânica dos Solos; Laboratório de Central Analítica; Laboratório de Cerâmica.
---	--------------------------------------	---

Fonte: Própria pesquisa

Os níveis de maturidade tecnológica representam uma ferramenta relevante no que concerne a orientação para a tomada de decisão (LAURINDO, 2014). Dessa forma, a análise de tais parâmetros nos projetos estratégicos busca atenuar riscos, além de nortear o a melhor aplicação dos recursos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos, desde o nível 1, com o início da pesquisa com as observações dos fenômenos do objeto do estudo ao nível 9, com as experiências operacionais dos resultados da pesquisa.

Whelan (2008) destaca que os TRL apresentam uma linguagem comum para a compreensão da maturidade tecnológica. Desse modo, obtém-se um padrão que facilita a classificação e reconhecimento dos diferentes níveis de maturidade, o que também auxilia na análise da relação entre riscos inerentes às etapas em que se encontra o desenvolvimento do projeto e capacidade de inovar, visto que os níveis mais altos de maturidade são propensos à inovação (MANKINS, 1995).

Além disso, merece destaque a análise feita pela literatura acerca dos riscos envolvidos em cada nível de maturidade, a qual convencionou-se chamar de "vale da morte" a lacuna entre a pesquisa científica e a comercialização do produto inovador, em decorrência da proporcionalidade entre o grau de maturidade em que a tecnologia se encontra e a possibilidade de resultados não previstos na pesquisa, ou seja, à medida que há elevação na escala de maturidade, há aumento nos riscos (GULBRANDSEN, 2009).

## 5. CONCLUSÕES

É notória a relevância da escala TRL, principalmente pela sua aplicabilidade e capacidade de propor transformações para processos e influência de novos projetos nos diversos contextos, como por exemplo nas tecnologias aéreas e de defesa. No entanto, ainda é pouco conhecido, principalmente no meio empresarial, o que se torna um desafio, pois notada sua importância, pesquisas profundas poderiam ser financiadas e a tecnologia passaria a ser objeto de análise de diversas pesquisas tornando-se cada vez mais presente nas resoluções de problemas e limitações da sociedade.

Seu papel merece destaque, em especial para o planejamento e capacidade de orientação para a tomada de decisão das empresas, sobretudo as que atuam no ramo de tecnologias. Dessa forma, obtém-se maior eficiência nos projetos, observada a análise sistemática dos próprios meios, que a referida ferramenta representa, ou seja, a capacidade de analisar o potencial dos equipamentos tecnológicos empregados nos processos.

A presente pesquisa traz notáveis contribuições para a gestão estratégica, pois explora novos conceitos, bem como propõe uma ferramenta que potencializa a capacidade de atuação das empresas e instituições de ensino, principalmente no que tange no desenvolvimento de tecnologias que podem melhorar seus processos, trazendo eficiência e eficácia, bem como explora novos horizontes no que tange aos recursos tecnológicos à disposição da sociedade em geral. Com a identificação do nível de maturidade tecnológica dos projetos, pode-se tentar realizar uma interação com o nível de prontidão da demanda de empresas da região do Cariri na expectativa de surjam novas parcerias para o desenvolvimento de inovações e novos registros de propriedade industrial na região.

Como limitações, destaca-se a quantidade de laboratórios analisados, os quais encontravam-se apenas no ambiente de uma instituição de ensino. Estudos futuros poderiam ampliar os locais para mapeamento do nível tecnológico em escala regional, explorando diversos setores, como, por exemplo, automotivo; têxtil; e calçadista, podendo reconhecer os cenários e apresentar a importância da escala dos níveis tecnológicos como ferramenta importante para a gestão estratégica, em especial no desenvolvimento de novas tecnologias que atendam melhor as demandas sociais e de mercado.

Outra sugestão seria a aplicação da escala *Demand Readiness Level* (DRL), que é uma nova medida para avaliar a maturidade das demandas em evolução identificadas pelos potenciais agentes de inovação em um estágio apropriado de conceituação da necessidade no mercado. Ela permite um ponto de correspondência com equipes de pesquisa científica capazes de propor a transferência de tecnologia das ICTs para o mercado ou de traduzir a demanda do mercado em novos projetos de P&D.

A partir desse estudo e com a utilização da escala DRL, pode-se gerar como resultado a formação de novas parcerias entre as ICTs e empresas da região do Cariri no sentido de promover mais ações inovadoras para a região. A interação entre o nível de maturidade tecnológica dos projetos e o nível de prontidão da demanda de empresas da região do Cariri pode ser um mecanismo para a promoção da transferência de tecnologia e da inovação tecnológica na região do Cariri.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16290: Sistemas espaciais – definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- BROWNING, Tyson R. Sources of schedule risk in complex system development. *Systems Engineering: The Journal of The International Council on Systems Engineering*, v. 2, n. 3, p. 129-142, 1999.
- CARBONE, P. P.; TONET, H. C.; BRUNO, J. R. S.; SILVA, K. I. B. **Gestão por competências.** Editora FGV, 2016.
- CONROW, Edmund H. Estimating technology readiness level coefficients. *Journal of Spacecraft and Rockets*, v. 48, n. 1, p. 146-152, 2011.
- DE NEGRI, Fernanda; SQUEFF, Flávia de Holanda Schmidt. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil.** Brasília: Ipea, 2016.
- DUTRA, Joel Souza. **Competências: conceitos e instrumentos para a gestão de pessoas na empresa moderna.** São Paulo: Atlas, 2011.
- FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. Construindo o conceito de competências. *Revista de Administração Contemporânea*, Edição especial, p. 183-196, 2001.
- GIL, Antonio Carlos. **Metodologia científica.** São Paulo, v. 3, 2002.
- GULBRANDSEN, K. E. **Bridging the valley of death: the rhetoric of technology transfer.** Iowa: Iowa State University, 2009.
- GUPTA, Ashok K.; WILEMON, David L. Accelerating the development of technology-based new products. *California Management Review*, v. 32, n. 2, p. 24-44, 1990.
- HONG, J.; FENG, B.; WU, Y.; WANG, L. Do government grants promote innovation efficiency in China's high-tech industries? *Technovation*, v. 5, n. 1, 2016.
- IENAGA, Celso H. **Competence based management: seminário executivo.** São Paulo: Dextron Consultoria Empresarial, 1998.
- IZAQUIERDO, I. **Inteligência e aprendizagem no mercado de trabalho.** Empregabilidade e organização. São Paulo: Educ Rhodia, 1997.
- KERR, W. R.; NANDA, R. Financing Innovation. *Bank of Finland Research*, v. 5, n. 2, 2015.

LAURINDO, L. F. S. B. **Aplicação do nível de prontidão tecnológica no desenvolvimento de um plano estratégico de uma pequena empresa de base tecnológica.** Projeto de Graduação, USP, Escola Politécnica, Curso de Engenharia de Produção, São Paulo, 2014.

MANKINS, John C. **Technology readiness levels: A white paper.** 1995. Disponível em: <http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trl.pdf>. Acesso em: 13 maio 2018.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado.** São Paulo: Portfolio-Penguim, 2014.

NAKAMURA, Hiroko; KAJIKAWA, Yuya; SUZUKI, Shinji. Multi-level perspectives with technology readiness measures for aviation innovation. **Sustainability science**, v. 8, n. 1, p. 87-101, 2013.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Systems Engineering Handbook.** Washington D.C.: [s.n.], 2007. Disponível em: <<http://www.acq.osd.mil/se/docs/NASA-SP-2007-6105-Rev-1-Final-31Dec2007.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2018.

RODRIGUES, Márcia Carolina Araújo. **Financiamento da inovação e mudança tecnológica: os impactos da subvenção econômica na maturidade tecnológica (TRL) de Projetos de PD&I.** Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade Estadual do Ceará, Mestrado Acadêmico em Administração, Fortaleza, 2018.

TAKAHASHI, A. R. W.; FISCHER, A. L. Aprendizagem e competências organizacionais em instituições de educação tecnológica: estudos de casos. **Revista de Administração**, v.44, n.4, p.327-341, 2009.

TOMASCHEK, K.; OLECHOWSKI, A.; EPPINGER, S.; JOGLEKAR, N. A Survey of Technology Readiness Level Users. In: Annual IncoSE International Symposium, 26., 2016, Edinburgh. **Anais...** Edinburgh: [s.n], 2016.

WHELAN, David. Impact of Technology Readiness Levels on Aerospace R&D. **Fusion Energy Science Advisory Committee**, v. 124, 2008.

YANG, Yongxiang; BOOM, R.; IRION, B.; Van HEERDEN, D. J.; KUIPER, P.; de WIT, H. Recycling of composite materials. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 51, p. 53-68, 2012.