

Análise de níveis de prontidão: uma proposta para empresas nascentes

Eduardo Amadeu Dutra Moresi¹, Mário de Oliveira Braga Filho¹, Jair Alves Barbosa¹, Maurício Pereira Borges Júnior¹, Marcos Augusto Alves Tito de Moraes¹, Júlio Cezar Alves dos Santos¹, Michel Carmo Lopes¹, Waldemar Anton Osmala Júnior¹

¹Curso de Ciência da Computação, Universidade Católica de Brasília, Brasil. moresi@ucb.br; braga@ucb.br; jairab@yahoo.com.br; mauricio.junior@ucb.br; marcos.morais@ucb.br; julio.santos@ucb.br; mclopes.mail@gmail.com; osmala@icloud.com

Resumo. As empresas nascentes, do tipo *Startups*, são criadas para entregar um novo produto ou serviço sobre condições de extrema incerteza, com um modelo de negócios a ser validado e executado com eficiência. Contudo, precisam validar a concepção do produto ou serviço, levantar investimentos e gerar receita pela comercialização em um mercado desconhecido. Como estas empresas podem identificar o momento de lançar no mercado e convencer investidores sobre o seu negócio. Este artigo analisa modelos de referência para medida de níveis de prontidão que visam alinhar os requisitos de projeto com os recursos planejados, levando em conta níveis aceitáveis de risco. A avaliação dos níveis é verificada por meio de evidências qualitativas e documentais.

Palavras-chave: Níveis de Prontidão Tecnológica; Níveis de Prontidão de Inovação; Empresas Nascentes; *Startups*.

Analysis of readiness levels: a proposal for nascent companies

Abstract. Nascent Startups companies are created to deliver a new product or service on conditions of extreme uncertainty, with a business model being validated and executed efficiently. However, they need to validate the design of the product or service, raise investments and generate revenue from marketing in an unknown market. How these companies can identify the moment they launch into the market and convince investors about their business. This paper analyzes reference models for measuring readiness levels that aim to align project requirements with planned resources, taking into account acceptable levels of risk. The assessment of levels is verified by qualitative and documentary evidence.

Keywords: Technology Readiness Levels; Innovation Readiness Levels; Nascent Companies, Startups.

1 Introdução

As universidades brasileiras incentivam o empreendedorismo e a inovação em seus projetos pedagógicos. Algumas possuem Incubadoras de Empresas e/ou Parques Tecnológicos, o que estimula a criação de empresas *Startups*. Contudo, o processo de criação de uma empresa nascente envolve incertezas e ambiguidades devido à falta de conhecimento sobre o mercado, à imaturidade dos estudantes, à fragilidade do modelo de negócios, entre outros fatores.

Vários desafios se apresentam na fase nascente de uma *Startup* tais como a formação de uma equipe multidisciplinar, a elaboração da proposta de valor do novo negócio, a orientação do desenvolvimento dos produtos/serviços que serão comercializados e a captação de recursos financeiros. No caso das empresas de base tecnológica, esses desafios devem estar alinhados aos esforços consideráveis e focados nas operações de desenvolvimento da tecnologia caracterizada pela inovação (Côrtes et al, 2005).

Startup é uma organização formada para pesquisar um modelo de negócio que possa ser repetido e escalável. Desta forma, para ter uma ideia de estabilidade é necessário estimar se para o crescimento do negócio será indispensável o aumento de capital e/ou de pessoal na mesma proporção (Blank,

2006). Ries (2011) também define uma Startup como uma instituição humana criada para entregar um novo produto ou serviço sobre condições de extrema incerteza, algo que se pode reproduzir repetidamente em grande quantidade com ganho de produtividade, também conhecido como produção em massa.

Para tanto, foi criado um conceito de Startup Enxuta (*Lean Startup*) onde o objetivo desse tipo de companhia consiste em validar um modelo de negócios. O negócio compreende um conjunto de hipóteses a serem validadas ou repudiadas rapidamente, em ciclos curtos que geram entregáveis para validar o negócio e o seu suposto mercado de consumo. Trata-se de um modelo de empresa nascente, em fase de construção de seus projetos, que está vinculada fortemente à pesquisa, à investigação e ao desenvolvimento de ideias inovadoras, no qual se encontra um grupo de pessoas à procura de um modelo de negócios repetível e escalável, trabalhando em condições de extrema incerteza.

Uma Startup possui um número ilimitado de metas, sendo que algumas se destacam por focar pontos de referência da empresa delimitando um progresso importante ao longo de sua estrada para o sucesso (Kawasaki, 2011). Entre essas metas, há sete pontos a serem observados: comprovar a concepção da ideia; gerar especificações completas de projeto; concluir um protótipo; levantar capital; levar aos consumidores uma versão que possa ser testada; levar aos consumidores uma versão final; equilibrar receita e despesa.

Considerando o papel fundamental do empreendedor na atividade de planejamento, definir estratégias que possibilitem reduzir incertezas sobre o desenvolvimento da tecnologia, análise de mercado, ações de comunicação, estrutura organizacional, entre outros aspectos, envolve um exercício de imaginar e, em algum nível, estruturar conhecimento sobre aspectos futuros do negócio não postos em prática em um ambiente que ainda não considera a empresa como participante. Assim, instrumentos, que possibilitem identificar ações a serem implementadas, poderão ser úteis no desenvolvimento de empresas nascentes.

Então, como uma empresa nascente poderá avaliar se o seu produto ou serviço está pronto para o mercado? Como os gestores dessas empresas poderão se comunicar com investidores sobre o estado atual do desenvolvimento tecnológico do produto ou serviço? Isso justifica a adoção de meios que apoiem o planejamento desses novos negócios por meio de atividades seletivas e específicas pertinentes ao contexto atual e que conduzam à situação futura desejada.

Este trabalho analisa o emprego de instrumentos de medida de níveis de prontidão tecnológica que poderão auxiliar empresas nascentes, do tipo Startups, a avaliar o estado atual do desenvolvimento de sua solução tecnológica e outros aspectos pertinentes ao seu modelo de negócios. No momento, esta pesquisa, ainda em andamento, já analisou a literatura relacionada aos termos *readiness level* e *readiness assessment*, cuja síntese é apresentada no item 2. Sínteses de possíveis instrumentos de medida de prontidão são apresentadas nos itens seguintes. Cabe observar que o atendimento a cada nível se baseia em evidências qualitativas tais como documentos, código fonte de aplicações, imagens de telas de navegação, etc. O item 5 apresenta uma proposta de prosseguimento da pesquisa.

2 Síntese da pesquisa bibliográfica

Este trabalho se baseia no entendimento do conceito de medida de níveis de prontidão tecnológica (*Technology Readiness Levels – TRL*) e a sua aplicação em tecnologias desenvolvidas por empresas Startups. O termo TRL teve origem em diversos estudos realizados nos Departamentos de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA), do Reino Unido, do Canadá e da Austrália. Na área aeroespacial, a

NASA foi pioneira na obrigatoriedade de tal mensuração em seus projetos, o que foi seguido por outras agências espaciais (Largent, 2003).

O Plano Tecnológico da NASA (2010) define tecnologia como a aplicação prática do conhecimento para criar a capacidade de fazer algo novo de forma inteiramente nova. Diferentemente da pesquisa científica que engloba um novo conhecimento do qual a tecnologia é derivada para resolver problemas técnicos específicos. Nesse sentido, a avaliação de tecnologias é necessária para evitar o comprometimento da aplicação e do orçamento, devendo ser feita iterativamente até que os requisitos e os recursos estejam alinhados e dentro de um risco aceitável. Essa avaliação pode assim construir uma componente de gestão do risco e da avaliação técnica global.

O desenvolvimento de novas capacidades tecnológicas normalmente depende do sucesso de esforços de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), particularmente para tecnologias avançadas. Inevitavelmente, quaisquer projetos dessa natureza enfrentam três principais desafios: desempenho, cronograma e orçamento. Quando bem executados, os programas de desenvolvimento de tecnologias avançadas podem reduzir substancialmente a incerteza em todas essas três dimensões de gerenciamento de projetos. Caso contrário, os novos desenvolvimentos sofrem com excessos de custos, atrasos nos cronogramas e constantes modificações dos objetivos iniciais de desempenho. O desafio está na capacidade de fazer avaliações claras e bem documentadas sobre a prontidão e os riscos da tecnologia, e fazê-lo em pontos-chave do ciclo de vida do programa.

A pesquisa bibliográfica realizada na base Scopus, utilizando a expressão “*readiness level*” OR “*readiness assessment*”, recuperou 4682 referências, cuja evolução é apresentada na Figura 1 onde pode-se observar que houve um aumento no número de publicações nos últimos anos.

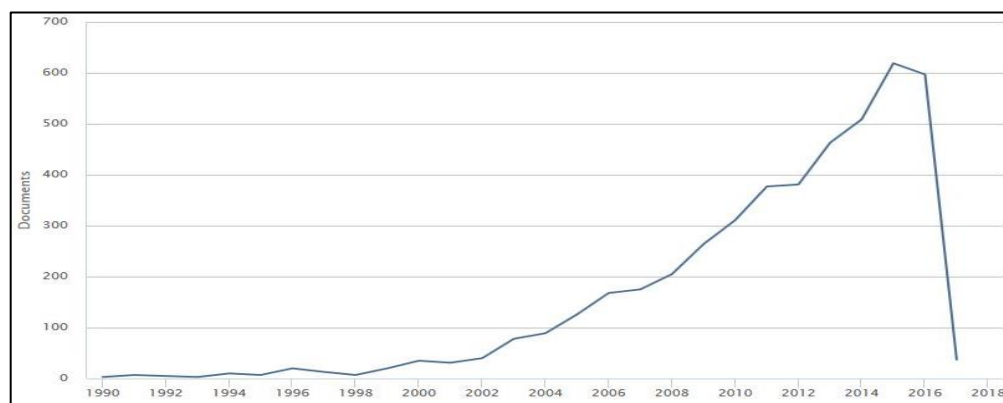


Fig. 1. Evolução dos artigos publicados na base Scopus.

A Figura 2 apresenta uma visualização das referências recuperadas na pesquisa bibliográfica. Pode-se observar que há uma forte concentração de publicações sobre o tema Technology Readiness Level (TRL), cuja rede de coocorrências está em vermelho. Em uma segunda consulta, verificou-se que este subconjunto de termos retornou 1794 referências. Tal resultado se justifica porque a terminologia é muito utilizada na área aeroespacial e de defesa. As demais redes (azul, verde e amarelo) se referem a publicações na áreas de saúde e educação. A rede em verde abrange a área de saúde, mas com coocorrência de aspectos de gestão. A rede em azul agrupa as coocorrências de serviços de saúde relativos a aspectos individuais. A rede em amarelo agrupa coocorrências de termos relacionados a comportamento e educação.

A seguir são apresentadas sínteses de publicações que foram selecionadas para mostrar exemplos de aplicações fora dos domínios aeroespacial e defesa. Lin e Hshieh (2007) examinaram o papel da

Prontidão Tecnológica: uma versão completa para os projetos mais críticos, estratégicos e com maior volume de recursos, e uma versão simplificada para avaliar os projetos regulares.

A escala de Nível de Prontidão Tecnológica (TRL) é uma das técnicas de avaliação de maturidade mais utilizadas pelas empresas industriais em todo o mundo. No entanto, não é uma panaceia que irá trabalhar para cada empresa ou cada indústria em sua forma original. Conseqüentemente, para que a escala seja verdadeiramente útil, ela tem de ser adaptada às características únicas de diferentes empresas e indústrias. Klar et al (2016) propõem uma escala revisada e específica de TRL para avaliar a maturidade tecnológica nas indústrias siderúrgicas. Esta escala TRL ajuda os gestores a avaliar a maturidade da tecnologia e reduzir o risco, proporcionando melhores avaliações de projetos e tecnologias, além de fornecer uma linguagem comum.

Portanto, esta pesquisa evidencia que, apesar de o conceito de TRL ter origem nas áreas de defesa e aeroespacial, vários estudos foram produzidos no sentido de mostrar a sua aplicação em diversos domínios do desenvolvimento tecnológico.

3 Níveis de Prontidão Tecnológica (*Technology Readiness Levels - TRL*)

A escala de prontidão tecnológica *Technology Readiness Level* (TRL) foi desenvolvida com o intuito de prover uma medida relativa ao estado de uma nova tecnologia em relação ao seu uso para futuros sistemas espaciais. Consolidou-se como uma métrica de uso mundial importante não apenas para avaliar a prontidão tecnológica, mas como método para analisar riscos inerentes ao processo de desenvolvimento tecnológico e fornecer bases para a tomada de decisão e orientações para gestores voltados à Pesquisa e Desenvolvimento (Altunok, Cakmak, 2010; Markins, 2009).

A Figura 3 e a Tabela 1 apresentam a descrição dos níveis de prontidão tecnológica (USA, 2013: 9). Estes níveis de desenvolvimento tecnológico constituem uma ferramenta estratégica de gestão de projetos ao identificarem a fase de prontidão atingida, permitindo aos investigadores e à gestão superior supervisionar a sua evolução, programar o trabalho a ser desenvolvido e a respectiva orçamentação. A avaliação de cada nível se baseia em evidências documentais que comprovam o atingimento das exigências do ciclo de desenvolvimento da tecnologia.

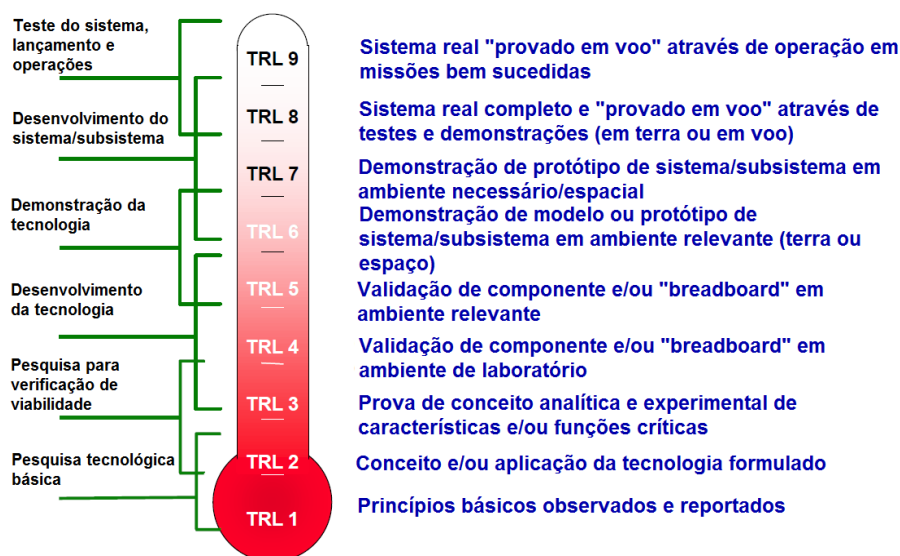


Fig.3. Esquema de níveis de prontidão do TRL (NASA, 2010).

Os níveis 1, 2 e 3 se referem ao conceito da nova tecnologia. Os níveis 4, 5 e 6 avaliam o desenvolvimento de componentes, enquanto os níveis 7, 8 e 9 verificam se a tecnologia está completa (NASA, 2010).

Tabela 1. Definição e descrição dos Níveis de Prontidão de Tecnológica (TRL) (USA, 2013: 9).

TRL	TRL Definição	Descrição
9	Sistema real operado em toda a gama de condições esperadas..	Operação real da tecnologia em sua forma final, em toda a gama de condições de operação.
8	Sistema real completo e qualificado através de teste e demonstração.	A tecnologia tem sido comprovada para trabalhar na sua forma final e nas condições esperadas. Em quase todos os casos, este TRL representa o fim do verdadeiro desenvolvimento do sistema.
7	Um sistema similar de grande escala (protótipo), demonstrado num ambiente relevante	Protótipo do sistema de escala completa. Representa um grande passo acima do TRL 6, exigindo a demonstração de um protótipo do sistema em um ambiente relevante.
6	Escala de engenharia, validação de um sistema similar (protótipo) num ambiente relevante .	O sistema de escala de engenharia representativo, que está bem além da escala testada para TRL 5, é testado em um ambiente relevante. Representa um passo importante na prontidão demonstrada e na integração de sistemas da tecnologia.
5	Validação de sistema semelhante em ambiente relevante.	Os componentes tecnológicos básicos são integrados de modo que a configuração do sistema é semelhante à aplicação final em quase todos os aspectos.
4	Validação de componentes e/ou sistemas em ambiente laboratorial.	Componentes tecnológicos básicos são integrados para estabelecer que as peças vão trabalhar em conjunto. Isto é relativamente "baixa fidelidade" em comparação com o sistema eventual. Exemplos incluem integração de hardware "ad hoc" em um laboratório e testes com uma variedade de simuladores. Os testes de laboratório/escala de bancada podem não ser apropriados para todos os sistemas.
3	Função crítica analítica e experimental e / ou prova característica de conceito	Inicia-se a pesquisa e o desenvolvimento ativo. Isto inclui estudos analíticos e estudos em laboratório / escala de bancada para validar fisicamente as previsões analíticas de elementos separados da tecnologia. Exemplos incluem componentes que ainda não estão integrados ou representativos. Os componentes podem ser testados com simuladores. Para algumas aplicações, tais como sistemas mecânicos, isto pode incluir modelagem de computador e / ou física para demonstrar funcionalidade.
2	Conceito de tecnologia e / ou aplicação formulada.	Invenção começa. Uma vez que os princípios básicos são observados, as aplicações práticas podem ser inventadas. As aplicações são especulativas, e não pode haver nenhuma prova ou análise detalhada para suportar as suposições. Os exemplos ainda estão limitados a estudos analíticos..
1	Princípios básicos observados e relatados	Nível mais baixo de prontidão tecnológica. A investigação científica começa a traduzir-se em Pesquisa e Desenvolvimento aplicados (P&D). Exemplos podem incluir estudos em papel das propriedades básicas de uma tecnologia.

O TRL tem como objetivo tornar a avaliação e comunicação do nível de prontidão em novas tecnologias mais efetiva e facilitar o entendimento dos *stakeholders* e colaboradores envolvidos em desenvolvimento de projetos da NASA. Ainda, provê um índice de avaliação de prontidão que pode ser comparado entre diferentes tecnologias. Entre as vantagens do TRLs, pode-se mencionar (NASA, 2010):

- fornecer uma compreensão comum do status em que se encontra o desenvolvimento da tecnologia;

- a gestão de riscos tem relação direta com o status da tecnologia, uma vez que não são ainda conhecidos todos os potenciais de falhas, propagações e repercussões de suas anomalias;
- o TRL é usado para se tomar decisões de financiamento do desenvolvimento da tecnologia, em função do seu status;
- o TRL também é usado para se tomar decisões sobre a transição da tecnologia entre seus níveis possíveis de aprontamento.

A escala TRL foi normalizada pela ISO 16290:2013 (ISO, 2015), sendo desenvolvida por meio da análise de documentos relacionados à aplicação do TRL pela NASA, Departamento de Defesa dos Estados Unidos e instituições da Agência Espacial Europeia.

4 Níveis de Prontidão de Inovação (*Innovation Readiness Levels - IRL*)

O termo inovação se refere à criação e à aplicação de uma nova ideia para criar valor em um determinado contexto. Algumas dessas ideias e aplicações de criação de valor podem se traduzir em mudanças incrementais como a introdução de recursos adicionais em um produto de consumo, enquanto outras podem levar a mudanças radicais ou mesmo revolucionárias - como o lançamento de computadores pessoais ou do iPod.

Contudo, gerenciar a inovação em estágio inicial é um desafio. As decisões de alocação de recursos devem ser feitas com base em dados escassos e carregados de incerteza. A decisão de coletar mais dados é, em si, uma alternativa de alocação de recursos. Decidir pedir mais informações sobre todas as ideias é equivalente a decidir investir em todas as ideias, que é uma estratégia de eficácia duvidosa. O artifício é utilizar um conjunto limitado de perguntas que forneça os subsídios necessários para a tomada de decisões sobre investimentos, com maior expectativa de assertividade. Contudo, as pesquisas existentes sobre TRL não levam em consideração o papel da gestão da inovação. Evans e Johnson (2013) apresentam uma ampliação do conceito de TRL, oferecendo uma alternativa para avaliar as capacidades de uma organização em relação a um modelo de negócios específico. Eles sugerem que o IRL proposto pode ser aplicado nas diversas áreas funcionais de uma organização tais como Finanças, Recursos Humanos, Operação e assim por diante.

O resultado de todas as áreas avaliadas pode ser representado em um diagrama do tipo radar, em que um pequeno círculo no centro indicaria que um esforço significativo de desenvolvimento é necessário. À medida que a ideia for amadurecida, os IRLs irão aumentar e o círculo crescerá até que o modelo de negócios seja totalmente implementado e o círculo preencha o diagrama. A Tabela 2 apresenta a interpretação dos nove níveis do TRL para os níveis de prontidão de inovação. É importante notar que os IRLs medem o grau de alcance das capacidades necessárias para que uma empresa ou uma área funcional possa passar de seu modelo de negócios atual para uma nova situação que foi planejada ou prevista.

5 Proposta de Pesquisa e considerações finais

No momento, o Projeto BEPiD (*Brazilian Education Program for iOS Development*), da Universidade Católica de Brasília, realizou uma capacitação de catorze projetos visando a preparação para um processo seletivo de para uma fase posterior de pré aceleração, envolvendo cinquenta e cinco estudantes de graduação. A capacitação compreendeu: estratégia e plano de negócios, finanças, contabilidade, jurídico, comunicação e *marketing*. Em seguida, os grupos de projeto passaram por um período de mentoria para preparação da proposta para a fase de seleção. Após avaliação por uma de profissionais de mercado, foram selecionados seis projetos para uma fase de pré-aceleração,

que compreenderá a definição de um plano de trabalho com as respectivas metas. Mas, como avaliar o desenvolvimento tecnológico do projeto? Que outras dimensões deverão ser desenvolvidas e avaliadas?

Tabela 2. Definição dos Níveis de Prontidão de Inovação (IRL) a partir da escala de TRL (Evans, Johnson, 2013).

Níveis de Prontidão	Definição
1. Inventor ou equipe com um sonho	- Nível mais baixo de prontidão onde a intenção é traduzir uma ideia, de uma aplicação ou de transferência de tecnologia, em um negócio de risco.
2. Estudos conceituais produzidos	- Uma vez que as ideias básicas foram formuladas, elas são colocadas no papel para estudos e análises em relação às oportunidades de negócios.
3. Evidência experimental de oportunidade de negócio	- Inicia-se a pesquisa e o desenvolvimento ativo, incluindo estudos analíticos/laboratoriais para validar previsões sobre o mercado, a concorrência e a tecnologia.
4. Capacidade de trabalhar com programas de escopo limitado com equipes de projeto	- Componentes tecnológicos básicos e de negócios são desenvolvidos para estabelecer as condições de integração; está disponível um plano inicial de negócios.
5. Capacidade para suportar o desenvolvimento da engenharia de projeto e o design (nenhum produto, nenhuma receita)	- Os componentes tecnológicos básicos e de negócios estão integrados com elementos de suporte razoavelmente realistas. O plano de negócios tem credibilidade, mas ainda precisa ser validado considerando as características do produto final.
6. Capacidade de suportar desenvolvimento e o design com uma equipe de negócios orientada pelo mercado (produto, sem receita)	- Um protótipo representativo do sistema é testado em um ambiente relevante. A equipe de negócios ainda está incompleta e o empreendimento ainda não está pronto para a comercialização. Está disponível um plano completo de negócios, incluindo aspectos de mercado, operacional, tecnológico e financeiro.
7. Capacidade de suportar produção limitada; Equipe de negócios completa e contratada (produto e receitas limitadas)	- O negócio pode ser executado em uma escala limitada. A equipe completa está mobilizada.
8. Capacidade de transição para a plena produção e distribuição (produtos e receitas)	- A tecnologia foi comprovada para operar e os riscos mitigados para ser capaz de suportar parcialmente o crescimento de mercado.
9. Negócios totalmente articulados com a infraestrutura e pessoal adequados (crescente participação de mercado)	- A oferta que incorpora a nova tecnologia tem sido utilizada em condições operacionais e o negócio está funcionando com participação crescente de mercado.

Para responder a estas questões que se alinham com aquelas apresentadas no início deste artigo, estão sendo estruturados instrumentos para a avaliação de níveis de prontidão tecnológica, de inovação, de recursos humanos, científica, de mercado, entre outros. Todos estes instrumentos, que estarão fundamentados pelos referenciais apresentados nos itens anteriores, basear-se-ão em questões que serão analisados por meio evidências documentais textuais. Nesse sentido, o foco será totalmente qualitativo e obrigará os estudantes a documentar o processo de construção de seu negócio e de sua *Startup*. A Tabela 3 apresenta um instrumento que está sendo testado para avaliar a prontidão tecnológica de projeto de aplicativos para dispositivos móveis. Outros instrumentos estão sendo construídos para avaliar prontidão de mercado, recursos humanos, comunicação, etc.

A partir dos níveis das dimensões avaliadas pelos instrumentos que estão sendo criados, o processo de evolução será orientado por um *roadmap* que indicará para cada *Startup* o caminho a ser percorrido para alcançar o mercado reduzindo as incertezas devido à definição de ações nas diversas dimensões essenciais ao sucesso do negócio.

O modelos apresentados para medir níveis de prontidão possibilitam uma avaliação abrangente das capacidades que a empresa precisa desenvolver para capitalizar uma ideia ou projeto. O uso do IRL possibilita uma expectativa de melhoria na capacidade de uma empresa concentrar sua atenção corporativa e garantir o sucesso de um conjunto de ideias com chances reais de impactar um modelo

de negócios planejado ou previsto. O TRL aponta as etapas necessárias para que uma tecnologia chegue ao mercado.

Tabela 3. Questões de alto nível para identificar o TRL de aplicativos para dispositivos móveis.

	Questão de alto nível	Sim/Não	Se sim, quais as evidências e documentação de suporte
TRL 9	O aplicativo funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional (muitos usuários - escalou)?		
TRL 8	O aplicativo funcionou com sucesso em um ambiente operacional limitado com poucos usuários?		
TRL 7	O aplicativo funcionou com sucesso em ambiente operacional relevante, que considera parâmetros relevantes inerentes às funcionalidades e requisitos críticos de desempenho?		
TRL 6	Os testes do aplicativo foram demonstrados em um ambiente relevante, considerando os requisitos críticos de desempenho?		
TRL 5	Os testes de laboratório foram demonstrados em um ambiente relevante (considera parâmetros relevantes inerentes às funcionalidades de desempenho)?		
TRL 4	Os testes mínimos de laboratório foram concluídos em um ambiente simulado?		
TRL 3	As funcionalidades do aplicativo foram demonstradas em um ambiente simulado?		
TRL 2	Um conceito do aplicativo foi formulado?		
TRL 1	Os princípios básicos do processo tecnológico foram observados e relatados?		

Referências

- Altunok, T.; Cakmak, T. (2010). A Technology Readiness Levels (TRLs) calculator software for systems engineering and technology management tool. *Advances in Engineering Software*, 41 (5), pp. 769-778.
- Blank, S. G. (2006). *The Four Steps to the Epiphany - Successful Strategies for Products that Win*. 2nd Ed. Lulu Press.
- Chen, S. C., Chen, H. H., Chen, M. F. (2009). Determinants of satisfaction and continuance intention towards self-service technologies. *Industrial Management and Data Systems*, 109 (9), pp. 1248-1263.
- Côrtes, M. R., Pinho, M., Fernandes, A. C., Smolka, R. B., Barreto, A. L. (2005). Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação baseada numa pesquisa abrangente. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1), 85-94.
- Evans, J. D.; Johnson, R. O. (2013). Tools for managing early-stage Business Model Innovation – Innovation readiness levels provide a key measure of the stress a business-model innovation is likely to inflict on an organization. *Research-Technology Management*, September-October.
- Gruber, M. (2007). Uncovering the value of planning in new venture creation: a process and

- contingency perspective. *Journal of Business Venturing*, 22(6), 782-807.
- ISO, International Organization for Standardization. (2015). ISO 16290:2013 - Space systems -- Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment.
- Jimenez, H., Mavris, D.N. (2014). Characterization of technology integration based on technology readiness levels. *Journal of Aircraft*, 51 (1), pp. 291-302.
- Kawasaki, G. (2011) . A arte do começo. 4 ed. Rio de Janeiro: Best Seller.
- Klar, D., Frishammar, J., Roman, V., Hallberg, D. (2016). A Technology Readiness Level scale for iron and steel industries. *Ironmaking and Steelmaking*, 43 (7), pp. 494-499.
- Leite, L.F., Mendes, F.M.L., Parreiras, V.M.A., Gomes, F.A.M., Wiezel, J.G.G. (2015). *Developing a technology readiness assessment methodology for an energy company*. 24th International Association for Management of Technology Conference, Proceedings, pp. 2026-2039.
- Largent, M. C. (2003). *A Probabilistic Risk Management Based Process for Planning and Management of Technology Development*. Thesis for the Degree Doctor of Philosophy in Aerospace Engineering. Georgia Institute of Technology.
- Lin, J. S. C., Hsieh, P. L. (2007). The influence of technology readiness on satisfaction and behavioral intentions toward self-service technologies. *Computers in Human Behavior*, 23 (3), pp. 1597-1615.
- Markins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica*, 65 (7), p. 1216-1223.
- Massey, A.P., Khatri, V., Montoya-Weiss, M.M. (2007). Usability of online services: The role of technology readiness and context. *Decision Sciences*, 38 (2), pp. 277-308.
- NASA. National Aeronautics and Space Administration. (2010). *Technology Readiness Levels Demystified*. Disponível em: <http://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/trl_demystified.html>. Acesso em: 18 dez 2016.
- OECD. (1997). *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 3a Ed. Rio de Janeiro, RJ: FINEP.
- Ries, E. (2012). *A startup enxuta: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas*. São Paulo, SP: Lua de Papel.
- USA. Department of Energy. (2013). Technology Readiness Assessment (TRA)/Technology Maturation Plan (TMP) - Process Implementation Guide. Washington, DC: U.S. Department of Energy - Office of Environmental Management.