

**DILIGÊNCIA DA INOVAÇÃO: ESTUDO DE CASO SOBRE UMA METODOLOGIA DE
AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DE NITs BRASILEIROS**

ARTUR TAVARES VILAS BOAS RIBEIRO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

artur.tavr@gmail.com

ELIMAR PIRES VASCONCELLOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)

elimar@wylinka.org.br

DILIGÊNCIA DA INOVAÇÃO: ESTUDO DE CASO SOBRE UMA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DE NITs BRASILEIROS

1. Introdução

A inovação de base tecnológica, cuja gênese indica comumente raízes em ambientes de pesquisa científica, tem sido pauta nos debates sobre aumento de competitividade nacional. No relatório de competitividade global 2016-2017, o Fórum Econômico Mundial apresentou um *framework* com três principais pilares para competitividade de uma nação - sendo um deles a capacidade e compromisso com inovação e sofisticação (Schwab, 2016). Dado o contexto, a reflexão sobre os agentes capazes de influenciar diretamente a geração de tecnologias a partir de ambientes de pesquisa reforçou a necessidade de maior atuação por parte das universidades, centros de pesquisa, escritórios de transferência de tecnologia (ou Núcleos de Inovação Tecnológica), incubadoras entre outros. Tal reflexão sobre agentes trouxe ao debate uma visão baseada em um ecossistema, analisando o ecossistema de inovação do Brasil como um conjunto de comunidades interagindo entre si para a geração de novas tecnologias capazes de agregar valor em cadeias produtivas.

Sobre o ecossistema de inovação do Brasil, Livesey (2014), da Universidade de Cambridge, destaca as significantes mudanças que acompanharam o advento da Lei de Inovação em 2014 - uma delas, a pressão pela criação de escritórios de transferência de tecnologia capazes de otimizar as relações entre ambientes de pesquisa e ambiente empresarial. Para Rogers, Yin & Hoffman (2000), dentre os diversos transbordamentos possíveis da pesquisa, a inovação a partir da transferência de tecnologia cumpre o papel de gerar empregos e contribuir com o desenvolvimento econômico local, além de permitir levantar recursos financeiros adicionais para a pesquisa científica. Os autores também apontam que, nos Estados Unidos, universidades de pesquisa mais efetivas em transferência de tecnologia se caracterizam por (i) melhores salários para os funcionários, (ii) maior número de pessoas atuando no licenciamento tecnológico, (iii) maiores valores em doações, incentivos e contratos e (iv) maiores fontes financiamento público e privado para pesquisa e desenvolvimento.

A realidade dos escritórios de transferência de tecnologia no Brasil, também caracterizados pelos Núcleos de Inovação Tecnológica, é marcada pela escassez de recursos destinados às suas atividades - geralmente contando com recursos humanos escassos (em média, 7 funcionários por escritório), pouco financiamento e baixos incentivos à integração com os ambientes de pesquisa (Livesey, 2014). Tal situação reflete como um dos fatores para a baixa competitividade tecnológica e reduzida capacidade de transformar ciência em tecnologia e desenvolvimento econômico no país (Willcox, 2004).

Além das discussões sobre o desenvolvimento e interação dos agentes, considera-se importante observar as micro-dinâmicas dos ambientes, especialmente nos escritórios de transferência de tecnologia com seus processos, métodos e práticas operacionais - diretamente impactados pela escassez de recursos e de direcionamento de esforços (Design Council, 2014). No que tange às ferramentas e metodologias efetivas na atuação com transferência de tecnologia, um aspecto é central para a atuação dos escritórios: procedimentos eficientes na avaliação tecnológica de patentes e pesquisas com potencial de patenteabilidade. Esta avaliação permite aos escritórios uma melhor priorização de esforços para transferência e comercialização tecnológica, além de oferecer maiores mecanismos de capacitação e orientação de pesquisadores que busquem aplicar suas tecnologias desenvolvidas para tais fins. O papel da avaliação tecnológica nesse contexto tem, portanto, impacto gerencial nos escritórios de transferência de tecnologia, mas também tem seu

impacto educacional no direcionamento de pesquisadores inclinados à comercialização. No contexto brasileiro, já se é reportada a falta de eficácia na negociação de tecnologias por parte de universidades devido à carência de instrumentos de avaliação (Dias & Porto, 2014).

2. Problema de Pesquisa e Objetivos

Diante do dado contexto, surge a problemática que norteia o estudo: a ausência de modelos explícitos capazes de auxiliar o processo de avaliação tecnológica em núcleos de inovação tecnológicas (também chamados de escritórios de transferência de tecnologia), caracterizados por um cenário de escassez de recursos.

Da problemática se desdobram os seguintes objetivos:

-Objetivo principal: analisar um procedimento utilizado na avaliação tecnológica já implementado de maneira consistente no contexto de núcleos de inovação tecnológica brasileiros.

-Objetivos secundários: (a) mapear os procedimentos utilizados; (b) identificar e refletir sobre os mecanismos encontrados; (c) organizar as informações de modo a propor um processo explícito.

3. Fundamentação Teórica

No recente quadro de crises econômicas e a globalização colocando mais à prova a disparidade de países em termos de competitividade, as nações - especialmente as em desenvolvimento - se encontram em um momento de busca por elementos que possam garantir saltos competitivos que permitam continuar seu processo de avanço a estágios de melhores condições para suas populações, sendo o empreendedorismo uma de suas fontes (Isenberg, 2010). O papel do desenvolvimento tecnológico a partir da pesquisa científica apoiada pela transferência tecnológica é dado, portanto, como fundamental (Rogers, Yin & Hoffman, 2000). Um dos grandes exemplos de rápido desenvolvimento a partir de saltos competitivos ligados ao investimento em inovação tecnológica é Israel, que teve como grande pilar de desenvolvimento as instituições de pesquisa no aumento da produtividade da nação, no desenvolvimento de indústrias locais e na criação de melhores tecnologias para o país (Avidor, 2011). De acordo com o Ministério da Economia do Estado de Israel (Israel, 2015) anualmente as empresas nascidas a partir da transferência de tecnologia do país geram 350 milhões de dólares por ano em *royalties*, sendo 150 novas tecnologias licenciadas a partir de universidades e institutos de pesquisa.

Para fins de elucidação, se faz importante destacar que, segundo Bozeman (2000), transferência de tecnologia é o processo no qual ideias tecnológicas, produtos/processos desenvolvidos laboratorialmente, tecnologias em fase de prova de conceito ou protótipos se movimentam de um estágio “research-related” para um estágio “production-related” no seu fluxo de desenvolvimento. Essa transferência pode ocorrer de um laboratório universitário para uma multinacional, de um centro de pesquisa para uma startup fundada pelo pesquisador, de uma instituição para outra, entre outros modos. De acordo com Secundo, De Beer e Passiante (2016), a atuação em transferência de tecnologia é fundamental para países em desenvolvimento - carregando consigo a missão de gerar inovação empresarial, ganho de competitividade nacional e melhorias econômico-sociais a partir do empreendedorismo acadêmico. As pesquisadoras também destacam que um escritório de transferência de tecnologia pode ser medido de maneira qualitativa a partir de seis pilares: (i) estratégia e políticas institucionais para propriedade intelectual; (ii) estrutura e desenho

organizacional; (iii) recursos humanos do escritório; (iv) qualidade das tecnologias trabalhadas; (v) alinhamento com interesses industriais; (vi) conexões e networking.

No âmbito de estrutura organizacional e qualidade de tecnologias trabalhadas, tem-se o papel dos processos de avaliação tecnológica - que garantem um melhor gerenciamento do portfólio de patentes e permite o direcionamento de pesquisadores de maneira mais efetiva. A Lei da Inovação (Brasil, 2004), bem como o Marco Legal da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2016) inclusive definem a Avaliação de Tecnologias e os estudos de prospecção tecnológica e inteligência competitiva como competências mínimas dos Núcleos de Inovação Tecnológica.

As atividades de avaliação tecnológica, voltadas para identificar o potencial futuro de uma tecnologia, geralmente são relacionadas a atividades de previsão/prospecção tecnológica. Porter (1991) apresenta, em uma revisão sobre os métodos de previsão tecnológica, as seguintes possibilidades:

- Métodos diretos: previsão direta de parâmetros que envolvem aspectos importantes relativos à tecnologia. Exemplos: opiniões de especialistas (delphi e survey); análises de séries temporais; extrapolação de tendências (curvas de crescimento, ciclos de vida e outros).

- Métodos baseados em correlação: parâmetros de correlação para medir a tecnologia com base em outras tecnologias. Exemplos: cenários; indicadores lead-lag; analogias.

- Métodos estruturais: análise de relações de causa-efeito que afetam o desempenho. Exemplos: modelos de causalidade; regressões; simulações; árvore de relevância.

Outro elemento da avaliação de tecnologias comumente utilizado em processos e estudos são as escalas de maturidade, como o Technology Readiness Level (TRL), desenvolvido pela NASA para o desenvolvimento de suas tecnologias (Mankins, 1995). No modelo do TRL, as tecnologias são organizadas do nível 1 ao 9, sendo 1 o estágio mais inicial (princípios básicos observados em estudos científicos) e 9 o mais avançado (sistema provado em vôo em missões bem sucedidas). A organização em níveis permite a orientação de esforços e melhor direcionamento dos envolvidos quanto ao próximo passo do desenvolvimento da descoberta científica.

Os métodos ligados à avaliação tecnológica, como destacado acima, são variados, cabendo ressaltar que sua aplicação geralmente se dá de maneira personalizada quando implementados em casos reais. Geralmente, os processos de avaliação passam por uma definição de parâmetros diversos, sendo a coleta e a análise dos dados feitas de maneira personalizada de acordo com cada organização (Doering & Parayre, 2000). Embora sejam válidos, tais métodos muitas vezes envolvem uma complexidade e custos maiores - o que inviabiliza em um contexto de poucos recursos avaliando diversas patentes em um portfólio, como no caso dos NITs brasileiros. Deste modo, é percebida a escassez de ferramental eficiente para a realização de avaliações tecnológicas, o que tem impedido a negociação de patentes e outras propriedades intelectuais que poderiam vir a gerar impacto na sociedade e retornos às instituições de pesquisa (Dias & Porto, 2014).

Além dos modelos clássicos de avaliação e desenvolvimento de tecnologias, novos procedimentos foram identificados em escritórios de transferência de tecnologia, como um processo para desenvolvimento de tecnologias baseadas em ciência no Reino Unido. No caso britânico, um órgão relacionado à inovação, o Design Council, desenvolveu um programa ligado a novos processos para escritórios de transferência de tecnologia, se baseando em elementos do design, como o “duplo diamante” (fluxo de atividades que estimulam o pensamento divergente e convergente) para

facilitar a ideação e compreensão das tecnologias desenvolvidas (Figura 1). O modelo é corroborado por Porter (2011), ao descrever a importância da criatividade nos processos de exploração de tecnologias, trazendo elementos como pensamento convergente e divergente, fluidez/volume de ideias, flexibilidade, originalidade, atenção e diligência.

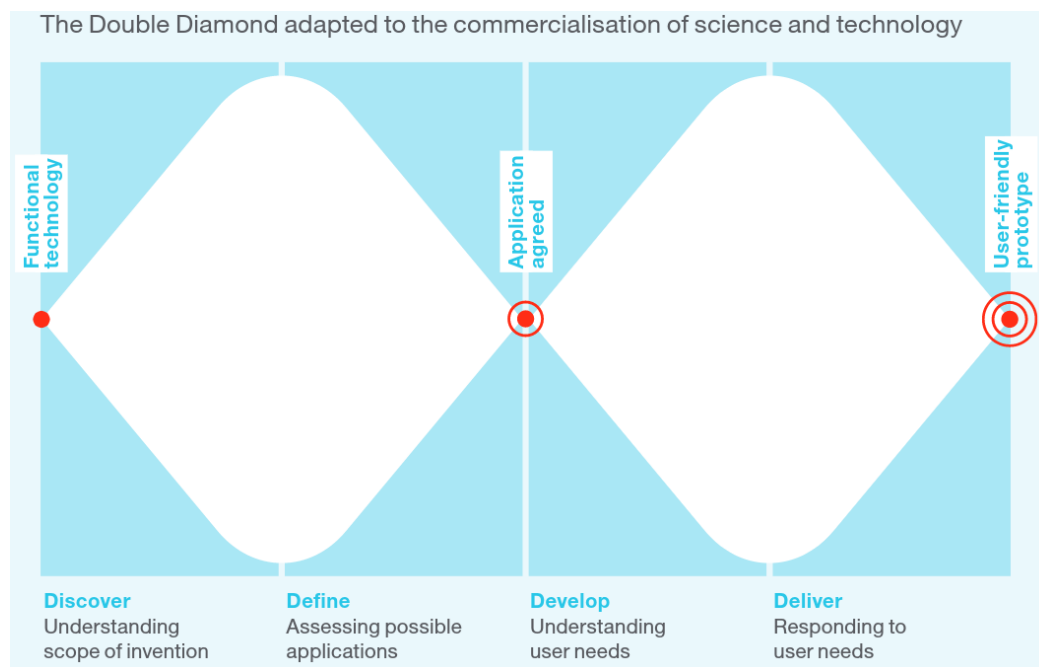


Figura 1: o duplo diamante aplicado ao contexto de transferência de tecnologia (Design Council, 2014)

3. Método utilizado

O método utilizado no presente estudo tem relação direta com seu objetivo principal: a identificação e explicitação de um modelo já implementado em um contexto de NITs brasileiros - de modo a se mostrar como método interessante a realização de um estudo de caso com uma organização que já tem como prática a aplicação de um procedimento formal de avaliação tecnológica no dado cenário. Assim sendo, será realizado um estudo de caso com a Associação Wylinka, uma OSCIP de Minas Gerais que tem em seu histórico a aplicação de uma metodologia de avaliação em NITs relevantes do Brasil, como Fundação Oswaldo Cruz, Rede NIT Ceará, Rede de NITs da Amazônia Oriental e outros. O estudo de caso será realizado, baseando-se nos conceitos de Yin (2015), com triangulação de dados para maior riqueza de informações - a fonte da triangulação se dará por (i) levantamento de dados arquivados, (ii) entrevistas semiestruturadas (levantamento de experiências) e (iii) observação participante.

O levantamento de dados arquivados ocorreu a partir da permissão para o acesso de dados primários da organização, tais como manuais de aplicação, apresentações internas, materiais de treinamento e outros. As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com um especialista, criador da metodologia, e com três analistas, responsáveis pela operação e aplicação da metodologia nos NITs para os quais a Associação presta serviços. Por fim, a observação participante se deu a partir do envolvimento do coordenador especialista das atividades relacionadas a transferência de tecnologia

da Wylinka - tendo esse procedimento o objetivo de trazer percepções minuciosas acerca de situações ocorridas, boas práticas e outros elementos identificados a partir de uma experiência de anos com à frente das atividades.

Como método de tratamento de dados, por se tratar de uma análise de um procedimento foi escolhido um procedimento que melhor guiasse a pesquisa para a identificação de pontos críticos do processo e organização de elementos de maneira processual. Para definição do melhor modelo foi utilizado o estudo “*Strategies for Theorizing from Processual Data*” (Langley, 1999), no qual foi identificado o procedimento “temporal bracketing strategy” (estratégia de agrupamento temporal) pelo alinhamento com o faseamento, com a necessidade de avaliação temporal e com as diferentes fontes de dados.

Assim sendo, a organização dos resultados nos capítulos seguintes se dará da seguinte maneira, de acordo com o vivenciado no levantamento de dados: análise documental, levantamento de experiências e observação participante. Os resultados serão costurados em um capítulo conclusivo que buscará organizar os padrões identificados e se concentrar na apresentação dos mecanismos de forma processual.

4. Levantamento e Tratamento de Dados

4.1 Análise Documental

A partir da análise documental - que abrangeu um manual interno de aplicação da Diligência de Inovação, documentos registrados virtualmente com detalhamentos das etapas e consulta a apresentações ou materiais complementares - pode-se identificar com maior clareza o detalhamento da execução de cada etapa e, especialmente, as demandas em termos de recursos utilizados (horas de mão de obra) e as variações dos processos sob uma ótica de portfólio de produtos. A metodologia, sob a ótica de portfólio, se divide em 3 produtos diferentes - de acordo com a demanda de potenciais parceiros/contratantes: diligência da inovação (160 horas por tecnologia analisada), pré-diligência de inovação (40 horas por tecnologia analisada) e descritivo tecnológico (8 horas por tecnologia analisada). As horas relativas a cada produto são, como esperado, diretamente proporcionais à profundidade das análises e das interações com o cliente para melhorias.

Os documentos - por possuírem uma ênfase no direcionamento passo-a-passo dos recursos humanos que venham a executar a metodologia - apresentam a importância dos dois públicos potenciais que são atingidos pelos resultados da Diligência de Inovação (científico e mercadológico). Para os dois públicos, considera importante como valor entregue (i) as formas de proteção da tecnologia, (ii) a identificação de maior potencial em termos de aplicação da tecnologia e (iii) o modelo de negócio a ser adotado.

Após as elucidações iniciais, foi percebido um detalhamento de cada etapa do processo (roteiro da metodologia), sendo cada etapa estruturada com as questões centrais a serem respondidas e funcionam como um manual semi-estruturado no qual o analista não necessariamente precisa cobrir todos os aspectos. As etapas, de maneira geral, apresentadas são: (i) caracterização da tecnologia; (ii) prova de conceito; (iii) estudo de mercado; (iv) análise da viabilidade econômica. Sua profundidade de análise depende do perfil do projeto e em alguns casos o item 4 não é realizado devido sua profundidade e nível de demanda de recursos. Os subtópicos desta análise tratarão de apresentar o que foi percebido como relevante em cada item do roteiro.

(a) Caracterização da Tecnologia

Na caracterização da tecnologia há uma ênfase em compreender a fundo o que se trata a tecnologia, suas aplicações, sua estrutura de funcionamento, as tecnologias similares existentes e o nível de proteção intelectual que ela possui. Sobre a compreensão inicial da tecnologia, espera-se que o analista consiga detalhar tópicos como: (a) o que é a tecnologia; (b) qual problema ela resolve; (c) quais benefícios ela oferece; (d) suas características inovadoras. Para a análise das aplicações, espera-se que sejam estressadas as possibilidades de uso da tecnologia, bem como os mercados em que se atuará - além de buscar possibilidades de desenvolvimentos de novas soluções a partir da tecnologia (potencial para ser não somente um produto, mas uma plataforma tecnológica). No que tange à estrutura de funcionamento, o roteiro propõe a busca por informações sobre o processo de funcionamento da tecnologia (inclusive estimulando o analista a demonstrar visualmente o processo), os potenciais fornecedores e as barreiras na obtenção de insumos (importação, logística, sazonalidade e outros). O roteiro avança para a análise de tecnologias similares, destacando que para este momento deve-se concentrar nos elementos técnicos, e não comerciais. Para tal análise é proposta a criação de uma matriz comparativa (características x concorrentes) que auxilie a responder pontos sobre a existência de tecnologias similares, as vantagens e desvantagens e os grandes diferenciais da tecnologia analisada. Por fim, a caracterização da tecnologia sugere uma análise da propriedade intelectual, avaliando a situação de proteção, a existência de patente, a pré-realização de uma busca de anterioridade (verificação se a tecnologia já é protegida por outrém de uma maneira diferente) e o que ainda falta para a formalização de uma proteção (se necessária).

(b) Prova de Conceito

A prova de conceito se mostra como uma continuação da caracterização da tecnologia - porém mais concentrada em nível de maturidade do desenvolvimento, avaliação dos testes já realizados, pré-existência de um implementação com usuário real, planejamento do desenvolvimento e estrutura do time envolvido. Na avaliação do nível de maturidade do desenvolvimento da tecnologia é apresentado uma escala de maturidade (que pode variar de acordo com a tecnologia) - pesquisa científica, aplicação em laboratório, construção de um protótipo, startup e expansão. Após esta identificação, busca-se avaliar os testes realizados, visando apresentar quais os testes já realizados, quais são os faltantes, as possíveis outras aplicações ainda não testada e os resultados obtidos até então. Com os testes avaliados, busca-se compreender se já foi executada alguma entrega ou teste para um cliente real, levantando questões relativas à situação de uso, os *feedbacks*, o valor disposto a pagar e os horizontes de novos usuários e potenciais novos interessados. Com a imersão no que já feitos, há a possibilidade (em casos de produtos mais robustos) da realização de um planejamento de próximos passos junto aos pesquisadores envolvidos. Por fim, avalia-se a equipe envolvida, suas competências, atividades prévias e formação acadêmica para identificar se possuem as habilidades necessárias para o avanço em termos de mercado ou se existem deficiências a serem trabalhadas.

(c) Estudo de Mercado

O estudo de mercado tem como objetivo apresentar os aspectos relacionados à relevância da tecnologia, tais como tamanho de mercado, cadeia produtiva, concorrência, barreiras de entrada, modelagem do negócio, regulamentações e possibilidades de parceria. Considerações introdutórias são apresentadas neste tópico do relatório - envolvendo o cuidado com a confiabilidade das fontes,

o quão recente são os estudos (indicando o uso de estudos somente relativos aos 5 últimos anos) e a postura analítica (e não descritiva) esperada. A primeira análise é uma simples estruturação da cadeia produtiva do setor para definir onde a tecnologia se encontra, seguindo de uma análise das principais características dos mercados potenciais. A análise das características é focada em dados quantitativos e espera-se uma análise tanto nacional quanto internacional (dependendo do nível de profundidade do projeto), tais como tamanho de mercado, faturamento das empresas, número de empresas, distribuição do mercado - sendo complementados com elementos qualitativos, como as características do mercado e impacto gerado pela introdução da tecnologia. Com tais dados organizados, se avança para o estudo do público alvo da tecnologia (podendo ser pessoas físicas ou jurídicas), buscando identificar os potenciais usuários, o perfil da demanda e os clientes para os quais a tecnologia está melhor posicionada. Este é um momento no qual, para alguns casos, faz-se um primeiro esforço comercial de diálogo (ou ao menos organização das informações de contato) com clientes para buscar algumas validações - sendo indicado, inclusive, a apresentação de um mapa com potenciais clientes, parceiros e aprendizados para auxílio do pesquisador com uma rede de contatos. O passo seguinte é a análise dos concorrentes da tecnologia (sendo estes tratados como “produtos ou processos que resolvem o mesmo problema”), os fatores de decisão da compra e a relação comparativa entre custos e benefícios das soluções. Dialogando com a análise da concorrência, o analista é indicado a avançar na análise das barreiras de entrada da tecnologia do mercado (tecnológicas, ambientais, regulatórias, mercadológicas, econômicas, culturais e outras) - podendo, de acordo com o nível de profundidade do trabalho, propor maneiras de transpô-las. Com a organização de todas as informações é trazido um elemento apontado como uma conclusão do processo de diligência: a reflexão acerca de um modelo de negócio. Os modelos de negócio avançam com as reflexões sobre as hipóteses de comercialização, as opções de entrada e conquista de mercado, o adotante/mercado inicial para introduzir a solução e seu potencial de crescimento. Também são apresentadas reflexões sobre regulação, como as etapas necessárias para registro do produto, os investimentos necessários, a evolução da regulamentação desse mercado (e sua uniformidade no território nacional e internacional) e sua adequação com a legislação vigente. Por fim, são analisadas as parcerias existentes, os potenciais parceiros (na leitura foi percebida uma tendência a considerar esse elemento como um braço de investimento) para investir na tecnologia e os critérios que se espera a realização de tais parcerias.

(d) Análise da Viabilidade Econômica

A análise da viabilidade econômica se mostrou um item com bastante aprofundamento e não aplicável para a proposta do presente estudo - que tem como objetivo a formalização de procedimentos relacionados a uma escassez de recursos para execução de avaliações tecnológicas profundas. Para fins de informação, decidiu-se apresentar os tópicos que a mesma cobre: números da demanda, precificação, análise de custos operacionais, investimentos necessários, resultados econômico financeiros esperados, análise de cenários, análise de sensibilidade do faturamento em função do preço, margem de contribuição, informações econômico-financeiras (DRE e fluxo de caixa) e análise de risco.

(e) Recomendações conclusivas do roteiro

O elemento de fechamento está relacionado ao direcionamento que vai ser dado ao pesquisador em uma forma de devolutiva - e é indicado conter apenas uma página. No mesmo, apresentam-se as conclusões acerca do potencial de geração de valor e sobre o estágio de desenvolvimento da

tecnologia, tais como existência de problemas relacionados à tecnologia, sua comparação com outras tecnologias, o grau de inovação, as barreiras de entrada e os possíveis outros produtos. Também é indicado apresentar recomendações, como editais potenciais, parcerias, proteção intelectual, alinhamento com a demanda, aplicação de maior potencial de mercado, mercado mais promissor e melhor modelo de comercialização (spin-off ou transferência).

4.2 Relato com Observador Participante

Buscando extrair riqueza a partir da vivência prática de um dos pesquisadores, a observação participante – uma atividade de reflexão e registro em meio à observação das atividades em execução – se mostrou interessante devido ao contexto de implementação real da metodologia. Deste modo, no presente tópico serão organizados diversos registros realizados por um dos autores no seu contexto de pesquisador observador participante.

Uma metodologia de avaliação de tecnologias como a Diligência da Inovação cumpre um papel análogo ao Plano de Negócios - um conjunto de informações-chave cuja construção por si só auxilia a deixar o negócio mais organizado. A estrutura do Plano de Negócio faz com que nenhum dos principais aspectos de negócio fique fora da análise - o que poderia acontecer se o empreendedor apresentasse seu negócio sem seguir o modelo. Contudo, quando tratamos de tecnologias embrionárias, que ainda irão passar por etapas de alto risco técnico, regulatório e mercadológico, um Plano de Negócios não se mostra adequado. Nesse contexto foi criada a metodologia da Diligência da Inovação, uma metodologia de avaliação de tecnologias que busca identificar e direcionar o potencial de inovação de determinada tecnologia ou plataforma tecnológica.

A metodologia de Diligência já passou por várias revisões e atualizações ao longo dos anos. Foi primeiramente aplicada a tecnologias de universidades no PII (Programa de Incentivo à Inovação), realizado em parceria com o SEBRAE-MG. As atualizações foram necessárias para deixar a metodologia mais flexível aos diferentes contextos nos quais é necessária uma avaliação, bem como para compilar o aprendizado fruto de cada aplicação da mesma. Foram incluídas e detalhadas algumas perguntas-chave, manuais setoriais foram construídos e foram criadas versões chamadas pré-Diligência e Descritivo Tecnológico, análises menos profundas mas que em alguns contextos podem ser suficientes para a tomada de decisão ou registro das informações. Referente ao perfil dos analistas envolvidos, o recurso humano recomendado para conduzir uma diligência é composto por dois analistas, sendo um deles o responsável e outro de suporte - agentes de inovação com formação e competências complementares em áreas técnicas e de gestão. No caso em questão, os participantes geralmente são alunos de graduação ou recém graduados das áreas de engenharia, biologia, farmácia e outros cursos intensivos em ciência. Caso não tenham experiência prévia, é essencial a coordenação e revisão das entregas por um analista ou gestor que já tenha aplicado a metodologia previamente.

Para fins de detalhamento sobre boas práticas acerca da metodologia, a estrutura dos dados será organizada de acordo com as fases do processo:

(a) Entrevista com pesquisadores (pré-diligência)

Idealmente deve ser realizada no laboratório ou local indicado pelo pesquisador que facilite a visualização da tecnologia e da infraestrutura utilizada no desenvolvimento da mesma. Feita por dois entrevistadores, para que eles possam se revezar no processo de anotações e identificação de

perguntas de esclarecimento adicionais. O questionário da diligência não deve ser seguido à risca - é apenas um guia geral para que aspectos-chave não deixem de ser tratados na entrevista.

(b) Caracterização da Tecnologia

Trata-se da descrição e modelagem sobre a tecnologia. Nessa etapa, sem perguntar de forma direta ao pesquisador, é essencial que se busque identificar as hipóteses de problema de mercado para os quais a tecnologia fornece solução. Essa questão, que em alguns casos parece trivial, na maioria das vezes não é clara para os próprios pesquisadores. Podem ser necessárias várias questões indiretas para que se evidencie o problema de mercado, como "quanto do orçamento uma empresa compromete com determinado insumo" ou "hoje como é tratada a questão sem a sua tecnologia". O analista, após identificar algumas hipóteses de problema de mercado na entrevista, deverá analisar informações secundárias ou primárias para fazer a validação ou não dessas hipóteses. Além da busca por problemas de mercado, essa etapa também deve dar clareza sobre a solução que está sendo desenvolvida e sobre aspectos técnicos chave para funcionamento da solução. Recomenda-se abusar dos desenhos e esquemas para comunicar os resultados das análises desta etapa - e muitas vezes os próprios pesquisadores se utilizam dos desenhos que são construídos para apresentações futuras, até mesmo acadêmicas.

(c) Prova de Conceito

Essencialmente busca mapear o caminho tecnológico até se chegar a uma inovação. É importante esclarecer as etapas de desenvolvimento já superadas bem como aquelas ainda por superar. Usualmente os pesquisadores possuem uma visão puramente científica sobre esse desenvolvimento, e o desafio do analista é tratar do ponto de vista de mercado - quais são os testes, performance e comprovações que o mercado precisa? Como o pesquisador é normalmente um especialista, ele ignora testes fora da sua área de especialidade, mas esses testes podem ser necessários para que a inovação realmente aconteça e cabe ao analista de inovação tentar identificar esse caminho tecnológico - que muitas vezes pode ser verificado em outros produtos similares, mesmo que para outros problemas de mercado, que já estejam em comercialização. Essa análise costuma seguir padrões setoriais - ou seja, uma vez que o analista avalia a prova de conceito de um potencial fármaco, a qualidade e assertividade de futuras análises de fármacos é otimizada. Pensando nisso, manuais setoriais que busquem direcionar o analista são uma estratégia de gestão do conhecimento para melhorar a qualidade e velocidade das análises.

(d) Estudo de Mercado

Essa etapa da Diligência não se difere muito de Estudos de Mercado que são feitos em outras metodologias. Consiste basicamente em evidenciar com números e fatos que realmente aquele problema de mercado existe e é relevante. Além disso, é essencial entender a dinâmica do mercado-alvo, quão segmentado ele é, como são os players, como é normalmente tratada a inovação. É sempre um risco que o analista se perca em meio a muitas informações, nem sempre as necessárias para se chegar a conclusões e recomendações. Por isso é importante trabalhar bem as hipóteses e focar na validação ou não das mesmas.

(e) Análise de Viabilidade Econômica

Em muitas das análises de tecnologias realizadas, essa etapa não chega a ser abordada. Isso acontece porque quando há questões chave não respondidas, não é recomendado fazer estimativas econômico-financeiras irreais. Exemplo: se não temos nenhuma estimativa da performance de determinada tecnologia em resolver o problema de mercado, é irreal estimar o preço do produto ou serviço, logo todas as análises financeiras seriam baseadas em uma informação com um grau de confiabilidade muito baixa. Quando há informações básicas suficientes para a realização das análises de viabilidade econômica, pode-se optar pelas análises tradicionais de Fluxo de Caixa Descontado ou por alternativas com Análises de Sensibilidade ou mesmo simples estimativas do tamanho total de mercado.

4.3 Levantamento de Experiências

O levantamento de experiências teve como objetivo complementar o levantamento de dados a partir de uma perspectiva coletiva das pessoas envolvidas na operação do projeto - analistas que realizam diariamente o processo de diligência e que são capazes de trazer consigo uma visão crítica das etapas e das melhores práticas. Além dos analistas, foi aplicada uma entrevista introdutória com um dos criadores da metodologia de modo a trazer uma experiência diferenciada envolvendo um panorama geral dos procedimentos.

Levantamento de experiência - especialista

Segundo o especialista entrevistado, o processo de diligência de inovação é desenhado para desenvolver uma percepção acurada de aspectos ligados à consistência da tecnologia (o quão madura está, o quão protegida está e o domínio do pesquisador), a relevância do problema (tamanho do mercado e impacto gerado) e estrutura do negócio (motivação, competências e modelo do negócio). Para o mesmo, o papel do analista é o de (i) compreender as questões fundamentais envolvidas no negócio e (ii) ser capaz de organizar as informações de maneira analítica e bem estruturada. No caso do desenvolvimento de questões fundamentais, o uso de *frameworks* utilizados em boas práticas do mercado (oceano azul, forças de porter, dilema da inovação e até mesmo o framework encontrado na teoria) avançam a melhor percepção estratégica, que é sedimentada pela experiência com outras práticas.

Outro aspecto importante trazido pelo especialista a partir de sua experiência com a aplicação da metodologia em diversas tecnologias se relaciona aos padrões identificados em casos nos quais a tecnologia teve relativo sucesso no mercado: um problema relevante em um grande mercado; pesquisador com sólida formação e consistência de produção científica na área de desenvolvimento; pesquisador com histórico de relações anteriores com empresas.

Levantamento de experiência - analistas

O levantamento de experiência com analistas foi realizado com três analistas oriundos de graduações distintas (farmácia, engenharia química e engenharia de produção) de modo a buscar percepções diferentes acerca do processo de execução.

Para a etapa introdutória de entrevista com o pesquisador, percebeu-se um fator decisivo na relação com o pesquisador - a riqueza desta fase é dependente de um senso de confiança do mesmo na

relação, como a existência de acordos de confidencialidade explícitos, alinhamento prévio por parte da coordenação do instituto de pesquisa atendido. Por parte do analista, é um momento em que se espera maior “jogo de cintura” para criar conexão e confiança, além de facilitar no trato com o pesquisador que muitas vezes pode estar mais fechado e excessivamente confiante em sua tecnologia (sem aceitar comparações com o mercado - um viés perigoso). Não somente a habilidade interpessoal, também foi identificado nas falas dos analistas a importância de um preparo prévio e compreensão mínima do material técnico relacionado à tecnologia, o que muitas vezes é um desafio devido à falta de informações ou excessiva complexidade do material enviado previamente (nos projetos há um envio de material prévio antes da primeira entrevista). Tal preparo prévio é apontado como um fator crítico de sucesso por garantir (i) melhores perguntas, (ii) a elucidação de dúvidas técnicas e (iii) a minimização de retrabalhos por falta de compreensão nas etapas subsequentes. Tempo estimado: 2 horas.

A etapa de caracterização tecnológica foi apontada como uma fase que exige maior habilidade por parte do analista em compreender a tecnologia e destrinchá-la. Foi percebido um risco de o analista se perder no excesso de informações existentes, que geralmente são artigos científicos e outros estudos sobre a tecnologia e que muitas vezes não apontam para a mesma direção. Devido ao excesso de estudos, uma boa caracterização de tecnologia exige do analista a capacidade para lidar com os desafios de (i) sintetizar as informações, (ii) lidar com novas descobertas que mudam análises já realizadas, (iii) compreender o “ponto ótimo” em termos de busca por materiais e (iv) navegar em um cenário de pouca confiabilidade das fontes. Os analistas apontaram que geralmente tecnologias mais maduras, com maior detalhamento por parte do pesquisador e com patente já existente (o que permite acesso a detalhes) correm com maior fluidez, mas são raros tais casos. Tempo estimado: 25 horas.

Na prova de conceito percebeu-se o que geralmente ocorre em provas de conceito: os problemas relacionados a métodos científicos não bem desenhados e a consequente existência de falsos positivos. Dado esse contexto, é esperado do analista uma capacidade crítica para compreender se os testes são suficientes ou limitados, sendo a limitação diretamente relacionada ao perfil do setor (fármacos exigem processos mais complexos e etapas mais detalhadas). Entender quais os testes necessários, descobrir as fontes corretas para tais análises e compreender a legislação da tecnologia que se está analisando é o desafio desta etapa, e esse desafio se torna mais complexo pela variabilidade das exigências para cada tecnologia. Tempo estimado: 10 horas.

A última fase analisada, o estudo de mercado, trouxe fortes percepções sobre a necessidade de informações confiáveis e sua indisponibilidade no mercado brasileiro especialmente. Para um bom estudo de mercado, faz-se necessário, segundo os entrevistados, uma riqueza de dados sobre empresas no Brasil - seja para dimensionamento do mercado ou seja para análise competitiva (“o pesquisador aponta que sua tecnologia será a mais barata do mercado, mas não há informações do mercado para tal comparação”). Como na etapa de caracterização de tecnologia, é exigido do analista uma capacidade para navegar em um grande volume de informações sem se perder, se enviar (opiniões pessoais ou preconceitos ligados à localidade, segundo um analista) ou se exceder - o que também gera um desafio apontado de ser uma etapa cansativa, na qual em alguns casos se intercala com estudos de outras tecnologias para não gerar um trabalho massante. Tempo estimado: 40 horas.

De uma maneira geral, o levantamento de experiências trouxe os riscos relacionados ao excesso de informações - o que não necessariamente significa qualidade das mesmas. Lidar com o volume e com a inconsistência das informações, além de vieses pessoais dos analistas e dos pesquisadores, se mostra como um dos grandes fatores-chave de sucesso do processo. Algumas boas práticas gerais coletadas foram relacionadas ao (i) trabalho em conjunto (não individualizado e massante),

(ii) com compartilhamento de informações, (iii) enriquecido pela multidisciplinaridade da equipe e (iv) com atividades de *brainstorming* para minimizar dúvidas. Os desafios estão ligados a gargalos gerados pela falta de compreensão da tecnologia (que pode fazer o analista “ficar preso em uma tecnologia” por mais tempo que o planejado), à pressão do prazo e do stress gerado por análises massantes e à falta de informações sistematizadas sobre mercados, tecnologias e procedimentos de testes tecnológicos obrigatórios. Por fim, foi apresentado o modelo de “duplo diamante” encontrado na teoria e o mesmo foi percebido com bastante aceitação e interesse na utilização devido aos ganhos envolvidos nos quatro pontos das boas práticas citadas no presente parágrafo. Quanto ao tempo para o processo geral, foi apontado que o tempo mínimo possível seriam 60 horas para execução e tempo ideal de 120 horas.

5. Conclusões

O presente estudo nasceu com o interesse em fazer avançar cientificamente a compreensão referente à problemática de processos claros de avaliação tecnológica em um contexto de escassez de recursos de TTO's brasileiros, carregando consigo a missão de propor um processo explícito de avaliação tecnológica a partir de um estudo de caso de uma organização com anos de experiência no contexto de TTO's nacionais. Após a revisão da literatura, o processamento de dados e a análise dos resultados pode-se estruturar o capítulo conclusivo em três tópicos: das finalidades de uma avaliação tecnológica no contexto de TTO's nacionais; dos fatores-chave de sucesso percebidos em tais processos de avaliação; das etapas para um processo explícito, com gargalos evidenciados e demanda média de recursos humanos para cada fase.

(i) *A missão da avaliação tecnológica no contexto de TTO's brasileiros*

Como identificado na revisão teórica, os escritórios de transferência de tecnologia no Brasil ainda se encontram em estágio de maturidade pouco avançado - especialmente no que se trata da maturidade das tecnologias, dos pesquisadores e da estrutura dos escritórios. Deste modo, sendo o TTO brasileiro um agente de suporte a esses pesquisadores, foi percebida uma tríade necessária a se cobrir na avaliação tecnológica - que servirá tanto para orientar os pesquisadores sobre pontos a melhorar quanto para aproximar potenciais empresas (licenciamento) ou clientes (spin-off) para a tecnologia.

- Os três eixos seriam:
1. Solidez tecnológica: nível de maturidade da tecnologia (em alguns lugares sendo o *readiness level*), estágio de proteção da propriedade intelectual e bagagem dos pesquisadores em relação ao tema (nível de publicações e consistência de estudos na área).
 2. Relevância do problema: tamanho do mercado, impacto gerado pela tecnologia, facilidade de acesso / nível de proximidade do mercado e ineditismo da inovação (*newness*).
 3. Estrutura do negócio: motivação dos pesquisadores e outros envolvidos no empreendimento, qualidade do modelo de negócio, competência / complementaridade da equipe e viabilidade financeira.

(ii) *Fatores-chave de sucesso para um processo de avaliação tecnológica*

Durante as entrevistas e procedimentos complementares, foi intencionalmente buscado compreender quais eram os padrões de processos nos quais a avaliação da tecnologia ocorreu de maneira fluida e eficiente. Alguns destes padrões percebidos foram (i) a capacitação do analista em outras metodologias aplicáveis à gestão tecnológica (*business model canvas*, forças de Porter, *design thinking* e outros) e seu poder de síntese para lidar com um grande volume de informações diversificadas; (ii) gestão do conhecimento de modo a permitir o acesso a informações precisas e confiáveis sobre mercados, procedimentos relativos aos testes científicos e sobre as tecnologias específicas; (iii) a quebra da barreira dos pesquisadores relacionadas à confiança no procedimento, seja com uma preparação prévia por parte da coordenação do instituto de pesquisa ou por instrumentos contratuais que garantam a proteção e não tragam sensação de risco aos envolvidos; (iv) processos criativos na facilitação do compartilhamento e compreensão das tecnologias e seus mercados.

Sobre este último ponto, pode-se perceber uma possível estrutura de diamante para processos de avaliação tecnológica e seus desafios de analistas com baixa experiência e, em muitos casos, nenhuma compreensão das tecnologias que estão avaliando:

-Momento 1 (pensamento divergente): análise inicial da tecnologia, foco em compreender a tecnologia, os processos relacionados à prova de conceito e os dados relativos ao mercado. Atividade coletiva, focada em brainstorming e ideação - participação de pessoas de níveis de conhecimento/experiência distintos e origens acadêmicas diferentes.

-Momento 2 (pensamento convergente): levantamento de dúvidas, desafios, potenciais gargalos, seleção dos melhores relatórios e tentativa de definição do mercado e competidores (sem destrinchar a análise competitiva). Atividade individual.

-Momento 3 (checkpoint intermediário): validação com pesquisadores ou especialistas - podendo ser o momento da primeira reunião com os pesquisadores (se viável com as informações prévias) ou um momento de compartilhamento coletivo com a equipe. Momento em que se discutem as dúvidas e desafios encontrados de modo a encontrar soluções e evitar gargalos.

-Momento 4 (pensamento divergente): processo de coleta de informações da avaliação - onde as etapas formais foram o elemento central do presente estudo. Estudo aprofundado sobre as tecnologias, sobre as provas de conceito, sobre o mercado e outros.

-Momento 5 (pensamento convergente): processo de compilação e resumo em uma apresentação de slides da avaliação que irá para o público interessado (sejam os pesquisadores ou potenciais interessados nas tecnologias).

(iii) *A proposta de um processo explícito de avaliação tecnológica*

Dialogando com os momentos acima, o presente artigo tinha como objetivo principal a proposição de etapas sequenciais claras de uma avaliação tecnológica no contexto de TTO's nacionais - sendo as principais restrições desse contexto o número reduzido de horas possíveis por tecnologia e a baixa formação dos analistas envolvidos no processo (bolsistas graduandos em início de carreira). A partir de uma metodologia que permitiu o melhor destrinchar da mecânica sequencial dos estágios, conseguiu-se compilar a presente tabela que permite melhor orientação para gestores de ambientes de pesquisa ou de escritórios de transferência tecnológica no Brasil. É importante ressaltar que o tempo médio se trata muito mais da distribuição do que da obrigatoriedade de

dedicação, visto que as horas foram tratadas em no contexto da organização Wylinka, podendo variar o nível de profundidade escolhida por parte do escritório de transferência de acordo com suas capacidades.

Fase da avaliação	Objetivos	Desafios principais	Tempo médio
Entrevista com pesquisadores	<ul style="list-style-type: none"> -Compreender motivações e consistência do pesquisador sobre o tema -Identificar fontes de acesso a informações -Compreensão mais detalhada da tecnologia e do mercado para facilitação da análise -Identificação do estágio de maturidade da tecnologia, bem como levantamento de informações sobre testes já realizados e desafios principais 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de confiança do pesquisador na segurança de sua propriedade intelectual -Vieses do pesquisador relacionados ao excesso de confiança -Fechamento do pesquisador acerca de outras tecnologias substitutas ou produtos similares -Falta de capacidade do analista de absorver informações e fontes úteis para análises 	2 horas
Caracterização da Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> -Destrinchamento da tecnologia para fins de comparação -Identificação do problema central a ser resolvido pela tecnologia -Análise de outras tecnologias similares ou substitutas -Compreensão visual da estrutura de funcionamento da tecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> -Dificuldade para a compreensão da tecnologia e seu desmembramento -Desafio de lidar com o excesso de informações (identificar um ponto ótimo em termos de quantidade de conteúdo estudado) -Desafio no poder de síntese do analista para processar as informações de maneira resumida e visua 	25 horas
Análise da prova de conceito	<ul style="list-style-type: none"> -Avaliação da maturidade do desenvolvimento da tecnologia -Verificação da qualidade metodológica dos testes realizados -Avaliação da consistência acadêmica da em relação à tecnologia e suas competências 	<ul style="list-style-type: none"> -Dificuldade na identificação dos procedimentos científicos de validação de tecnologias específicas -Insegurança do analista frente à falta de informação confiável sobre legislação e testes necessários 	10 horas
Estudo do mercado	<ul style="list-style-type: none"> -Compreender as dinâmicas do mercado e da competição -Avaliar a relevância do mercado em termos quantitativos e grau de inovação -Analisar o modelo de negócio existente e as características dos clientes -Identificar as barreiras existentes no mercado (barreiras de entrada, desafios regionais, legislação e análise da proteção intelectual da tecnologia) 	<ul style="list-style-type: none"> -Desafio relativo à falta de informações do mercado (concorrentes, faturamento e tamanho de mercado) -Desafio em encontrar fontes abertas confiáveis para análise -Dificuldade em compreender o mercado de tecnologias muito distantes da realidade do analista -Desafio no relacionamento do analista com o excesso de informações e sua capacidade de sintetizá-las de maneira objetiva 	40 horas

Por fim, acredita-se que o estudo cumpriu com seu objetivo de identificar fases específicas e bem estabelecidas de maneira a orientar potenciais interessados no tema da avaliação tecnológica para TTO's. Considera-se importante compreender a limitação do estudo, de natureza exploratória, qualitativa e baseado apenas em um caso - trazendo à comunidade científica a provocação para a realização de estudos futuros que possam melhor identificar dados específicos de cada fase de maneira quantificada e bem estruturada.

6. Bibliografia

Avidor, J. (2011) Building an Innovation Economy: Public Policy Lessons from Israel. *Northwestern Law and Economics Research Paper*, (11-18).

Bozeman, B. (2000) Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29, 627–655.

Brasil. (2004). Lei 10.973 de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em 17/07/2017.

Brasil. (2016). Lei 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei no 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei no 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei no 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei no 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei no 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei no 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei no 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional no 85, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em 17/07/2017.

Day, G. S.; Schoemaker, P. J. H.; Gunther, R. E. (2003) *Gestão de Tecnologias Emergentes - a visão da Wharton School*.

Design Council. (2014) Innovation by design: how design enables science and technology research to achieve greater impact. *Technopolis Group*.

Dias, A. A., & Porto, G. S. (2014). Como a USP transfere tecnologia?. *Organizações & Sociedade*, 21(70), 489-507.

Doering, D. S., & Parayre, R. (2000). Identification and assessment of emerging technologies. *Wharton on Managing emerging technologies*, GS Day, PJH Schoemaker and RE Gunther, Eds. John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, 75.

Isenberg, D. How to Start an Entrepreneurial Revolution. *Harvard Business Review*, 2010.

Israel. (2015) Israel Trade and Economic Office, Embassy of Israel - Geneva, Switzerland. Israeli Ministry of Economy and Industry - Foreign Trade Administration. Disponível em: <http://itrade.gov.il/switzerland/ittn-2015-3rd-conference-of-the-israel-tech-transfer-organization/>

Langley, A. (1999) Strategies for theorizing from process data. *Academy of Management Review*. Vol 24 (4), 691-710.

Livesey, F. (2014). Report on survey of Brazilian Technology Transfer Offices (TTOs). University of Cambridge Enterprise.

Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels. *White Paper, April, 6*.

Rogers, E.; Yin, J.; Hoffmann, J. Assessing the Effectiveness of Technology Transfer Offices at U.S. Research Universities. *Department of Communication and Journalism*, University of New Mexico. 2000.

Porter, A. L. (1991). *Forecasting and management of technology* (Vol. 18). John Wiley & Sons.

Schwab, K. (2016). *The Global Competitiveness Report*. World Economic Forum.

Secundo, G.; De Beer, C.; Passiante, G. (2016) Measuring university technology transfer efficiency: a maturity level approach. *Measuring Business Excellence*. Vol. 20 (3) pp. 4.

Willcox, L. C. B. (2004). Avaliação do desenvolvimento tecnológico e transferência de tecnologia: o caso Instituto Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz. *Ciência & Saúde Coletiva*, 9(2):389-398.

Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos*. Bookman editora.