

22

Centros de Provas de Conceito e de Escalonamento e a Transferência e o Licenciamento de Tecnologias de ICT para Empresas: estratégia para consolidar a Inovação

Rubén Dario Sinisterra

Maria Esperanza Cortés

Juliana Corrêa Crepalde Medeiros

INTRODUÇÃO

A inovação, considerada como consequência de acúmulo de conhecimento, é apontada como um dos elementos impulsionadores do crescimento econômico de empresas, estados-nações, além de impulsionar novos processos, produtos e serviços mais baratos e eficientes no mercado, bem como o bem-estar na sociedade. Por outro lado, a pesquisa universitária é um componente essencial da capacidade inovadora de nações.

Entretanto, análises dos processos de transferência de tecnologia mostram que existem grandes mudanças exigindo que sejam necessárias, além da criação de um portfólio forte e estratégico de patentes em áreas portadoras de futuro, que existam infraestrutura, ambiência e cultura institucional, que permitam que essas tecnologias produzidas cheguem ao mercado.

Quando avaliada a realidade brasileira, verificam-se casos de sucesso de transferência de novos processos e produtos no mercado, porém ainda não se observa o impacto dessa atividade de transferência de tecnologias no Produto Interno Bruto do país, quando comparado com países desenvolvidos como os Estados Unidos e alguns países da Europa. A dificuldade em que aconteça a maturidade do processo de inovação se deve muitas vezes aos gargalos e burocracia, falta de experiência na comercialização das tecnologias oriundas das universidades, bem como pela falta de uma cultura empresarial. Ainda mais, os processos de transferência de tecnologia têm sofrido uma evolução, tornando-os mais exigentes por parte do mercado e dos investidores que requerem uma diminuição do risco dessas tecnologias. Isso coloca o desafio para as universidades de desenvolver e testar protótipos e provas de conceito em escala pré-piloto e piloto, bem como o desenvolvimento de análises técnicas-econômicas e de mercado. A fim de preencher esta lacuna de financiamento e acelerar os processos de transferência e comercialização, bem como a geração de novas *spin-offs*, surgem os centros de provas de conceito como novos espaços institucionais que permitam desenvolver essas atividades e dinamizar o processo de negociação e competitividade das tecnologias oriundas das universidades. Assim, este capítulo apresenta uma reflexão da construção do processo de transferência de tecnologia que surge do conhecimento gerado nas Instituições de Ciência e Tecnologia, e do papel dos Centros de Prova e escalonamento para aumentar a eficiência desse processo.

1. PARCERIA UNIVERSIDADE-EMPRESA, TRANSFERÊNCIA E LICENCIAMENTO DE TECNOLOGIA

Os processos de geração e acúmulo de conhecimento nas universidades têm sido motores para o avanço da ciência desde os primórdios da sua constituição (HUGGINS; JOHNSTON, 2009). Além do conhecimento gerado no campo da produção científica, a pesquisa tecnológica desenvolvida nas universidades tem contribuído para os grandes avanços na competitividade dos países no campo da inovação, mostrando a maneira como os produtos inovadores oriundos da pesquisa nas universidades geram conhecimento e crescimento econômico (FERNÉ, 1995; RUFFONI *et al.*, 2017).

Por outro lado, a urgência de aplicar o conhecimento à resolução de problemas da sociedade gerou o conceito de “universidade de pesquisa”, na Alemanha (RUFFONI *et al.*, 2017). Da mesma maneira, nos Estados Unidos a pesquisa foi

definida como uma atribuição e responsabilidade das universidades. O ensino e pesquisa são, via de regra, patrocinados pelo Estado e integram a estratégia nacional para o desenvolvimento de novas tecnologias. A “universidade de pesquisa” é um construto utilitário, baseado, em grande parte, pelo resultado da segunda guerra mundial, onde a ciência e a tecnologia desempenharam um papel crucial na determinação do resultado, mostrando que foi estratégico o fortalecimento das capacidades das universidades pelo estado para apoiar as necessidades tecnológicas nacionais (WHITESIDES, 2015).

Joseph Schumpeter fornece uma definição clássica de inovação como o desenvolvimento de novas ideias (que ele chamou de “invenções”) em produtos e processos, que são então espalhados pelo mercado em um processo que ele chamou de difusão. A inovação abrange a totalidade da cadeia de pesquisa básica para a difusão de ideias, bens ou serviços em uma economia. Algumas características adicionais da definição e escopo de inovação referem-se a colocar novas ideias em prática, não apenas criar ou inventá-las (GOS Annual Report, 2014). Dessa forma, os processos de transferência e licenciamento das universidades são uma das estratégias para consolidar a inovação.

Analisando historicamente a evolução do papel das universidades de pesquisa, verifica-se que o marco fundamental para o que viria acontecer no mundo nos processos de transferência de tecnologia foi a promulgação da lei americana de inovação *Bayh-dole Act*, em 1980 (CRUZ; SOUZA, 2015). Como consequência do *Bayh-Dole Act*, houve avanço significativo na inovação nos Estados Unidos.

Estudo recente demonstrou a contribuição e impacto econômico das universidades sem fins lucrativos naquele país no período de 1996 a 2017. Nesse período de 20 anos, as patentes acadêmicas e o subsequente licenciamento aumentaram tanto a produção bruta da indústria norte-americana em até US\$ 1,7 trilhão, quanto o PIB em até US\$ 865 bilhões e o apoio em até US\$ 5,9 milhões por cada milhão de empregos anuais.¹

O impacto positivo dos processos de transferência de tecnologias para o setor empresarial na economia americana incentivou muitos outros países a incorporar dentro de seus arcabouços legais instrumentos de promoção da inovação, a partir do conceito de incentivo da relação universidade-empresa.

O relatório da *BiGGAR Economics*, por exemplo, analisou a Liga das Universidades Europeias de Pesquisa (LERU) e avaliou a contribuição econômica de suas 21 universidades que integram a Liga nos cinco anos anteriores.

1 Cf. <https://www.bio.org/Patents>, https://autm.net/AUTM/mediaAbout-Tech-Transfer/Documents/Economic_Contribution_Report_Bio_AUTM_JUN2019_web.pdf.

A contribuição econômica da LERU foi medida em termos de Valor Agregado Bruto (VAB) para a economia e pelo número de empregos gerados pela organização. O estudo estimou que em 2014 as Universidades LERU geraram um impacto de €71,2 bilhões em VAB e 900.065 empregos em toda a Europa. Para cada € 1 em VAB gerado diretamente pelas Universidades LERU, houve uma contribuição total de quase € 6 para a economia europeia. Cada emprego criado diretamente pelas universidades teve efeito multiplicador em novos empregos na Europa.

O estudo incluiu aspectos da atividade de transferência de conhecimento, empreendimento e inovação apoiados pelas Universidades LERU passíveis de ser quantificados. Os aspectos das atividades de transferência de conhecimento quantificados foram licenciamento de tecnologia, consultoria, pesquisa contratual e colaborativa, *spin-outs* e *startups*, pesquisa e parques científicos, treinamento de força de trabalho e voluntariado de funcionários na medida de valor denominada *Gross Value Added* (GVA).

Os resultados mostraram que as universidades contribuíram com € 21,9 bilhões para a economia por meio de suas operações. Ainda contribuíram com 298.489 postos de trabalho em toda a Europa. A extrapolação deste impacto em todo o setor de Universidades de Pesquisa na Europa sugere que o setor contribuiu com mais de € 300 bilhões de VAB por ano e apoiou 3,8 milhões de empregos. Isto equivale a 2,2% do total do VAB da economia europeia e a 1,8% de todos os empregos europeus.²

1.1 Parceria Universidade-Empresa, Transferência e Licenciamento de Tecnologia no Brasil

O *Bayh-Dole Act* -Lei americana que mudou fundamentalmente o sistema de transferência de tecnologia do país, permitindo às universidades manter o título de invenções e assumir a liderança em patentear e licenciar descobertas inovadoras (1980)- teve influência positiva também no Brasil, apesar de o sistema nacional brasileiro de inovação estar em estágio ainda precário da construção. As características de sistemas de inovação nessa posição intermediária são marcadas pela existência de instituições de pesquisa e ensino construídas, mas que ainda não conseguem mobilizar contingentes de pesquisadores, cientistas e engenheiros em proporções semelhantes aos dos países mais desenvolvidos e, ainda, não se observa uma forte dinâmica interativa entre empresas e universi-

2 Cf. <https://www.leru.org/files/Economic-Contribution-of-the-LERU-Universities-Full-paper.pdf>.

dades - que constituíam circuitos de retroalimentação positiva entre as dimensões científica e tecnológica, como discutido por Suzigan e Albuquerque, (2008). Ainda, Rapini (2007) identifica esse caráter localizado e disperso dos casos bem-sucedidos de interação entre universidades/institutos de pesquisa e empresas.

Destaca-se, porém, que passaram 24 (vinte e quatro) anos desde sua aprovação nos Estados Unidos para que no Brasil fosse promulgada a Lei de Inovação Tecnológica- Lei 10.973 de 2004, regulamentada em 2005 pelo Decreto 5.563/05.

A Lei de Inovação Tecnológica foi criada com o propósito principal de estimular as parcerias entre as Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) e o setor empresarial brasileiro. Antes da Lei de Inovação, parcerias envolvendo ICT-empresas ocorriam de forma mais engessada, com as restrições próprias observadas na relação público-privado encontradas nas normas gerais do Direito Administrativo brasileiro.

Ao estabelecer um marco normativo específico para a área de ciência, tecnologia e inovação, harmonizado com as regras gerais do Direito Administrativo, criou-se um regime jurídico mais flexível para a realização de modelos de parcerias entre ICT-empresas, tais como licenciamento de tecnologia, acordos de parceria, dentre outros modelos.

Importante ressaltar que a referida Lei criou a obrigatoriedade de criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica -NIT em toda ICT de natureza pública, responsável por apoiar a execução da política institucional de inovação das ICTs. A Lei de Inovação Tecnológica foi alterada recentemente pelo conhecido Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Marco Legal de CT&I), que ampliou as formas de parceria entre ICT-empresas, com importantes mudanças em nove legislações relacionadas ao tema de CT&I no Brasil. O marco legal de CT&I é formado pela Lei 13.243/16 e seu Decreto 9.283/18.

Muitos são os impactos da Lei de Inovação Tecnológica desde sua promulgação em 2004, entre eles está o aumento do número de NIT. Tal fato pode ser atestado a partir do quantitativo de NITs associados ao Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (Fortec), sendo que quando da criação do Fortec, em 2006, eram 43 NITs associados, passando para 101 em 2008, 182 em 2011 e mais de 230 em 2019.

Quando avaliado o volume de recursos originados dos processos de transferência de tecnologia a partir das ICTs, observa-se um aumento importante, sendo na ordem de 300% (trezentos por cento), passando de menos de meio milhão de dólares (US\$ 500,000) em 2006 para US\$ 152.036.474,00 milhões em 2017, de acordo com os relatórios anuais Formict do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Ainda quando somados todos os recursos

recebidos pelas transferências de tecnologia pelas ICTs, no intervalo de 2006-2017, somaram mais de um bilhão de dólares americanos.³

Recente estudo realizado pelo Fortec, em 2017, levantou dados sobre indicadores de inovação obtidos pelas ICTs. O estudo incluiu resultados obtidos em pesquisa realizada em anos anteriores, totalizando 102 ICT participantes. Foi verificado pelo estudo os seguintes resultados: 8.753 depósitos de pedidos de patentes; 2.154 de programa de computador; 1.879 de marcas; 386 pedidos de patentes de modelos de utilidade; 186 cultivares e 374 de outras categorias (desenho industrial, topografia de circuito, indicação geográfica, direito autoral, entre outros). Além disso, até o fim do ano base 2017, 23 ICTs foram responsáveis pelo depósito de 757 pedidos de patente no exterior, enquanto uma ICT foi responsável pelo depósito de dois modelos de utilidade, enquanto duas depositaram 55 marcas fora do Brasil. Dentre os 102 respondentes, 18 NIT (17,6%) afirmaram ter depositado pedidos de patente utilizando o *Patent Cooperation Treaty* (PCT).⁴

O mesmo relatório produzido pelo Fortec analisou ainda os acordos de licenciamento das ICTs e outros índices de inovação. O panorama de inovação de acordo a este item mostrou que apenas 42 ICTs tinham acordos de licenciamento vigentes em 2017, onde se observou uma média de 89,8 licenciamentos a cada 1000 pedidos nacionais de proteção de PI, ou seja, um percentual de somente 8,9%. Avaliando-se apenas as ICTs que obtiveram receitas oriundas de acordos de licenciamento (22), observou-se uma média de 54,8 acordos de licenciamento que geraram receita a cada 1000 pedidos nacionais de proteção de PI, ou seja 5,4%.

Esses resultados evidenciam a relevância das políticas públicas para fortalecer os processos de transferência e da cultura e prática da gestão estratégica da propriedade intelectual das ICTs e o processo de consolidação dos NITs. Entretanto, ainda não há dados e métricas consolidados sobre a inovação no país que permitam avaliar o impacto por exemplo na geração de empregos, na renda e no Produto Interno Bruto (PIB). Tal avaliação de impacto pode ser considerada uma importante estratégia capaz de demonstrar a importância da parceria ICT-empresa para avançar o Brasil em sua competitividade tecnológica a partir de pesquisas feitas nas ICTs nacionais.

Como visto, a aplicação do *Bayh-Dole Act* trouxe importantes resultados não só para os Estados Unidos, mas para muitos países do mundo, também

³https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/propriedade_intelectual/formict_propriedade_intelectual.html.

⁴http://fortec.org.br/wpcontent/uploads/2019/05/Relat%C3%B3rio_anual_Ano_Base_2017.pdf.

gerando novos desafios para o processo de transferência e comercialização das tecnologias oriundas das universidades, fatores esses que serão discutidos na próxima seção.

1.2. Fatores que Dificultam o Processo de Transferência e Licenciamento de Tecnologia

Apesar do avanço observado nos últimos anos em processos de transferência, um estudo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2013) mostrou dados mundiais relacionados a uma desaceleração geral desde o final dos anos 2000 do número de patentes, licenças e empresas criadas em universidades americanas. Esses fatos suscitaram preocupação entre os formuladores de políticas e praticantes sobre a eficácia das políticas de comercialização e as principais práticas de transferência de tecnologia nas universidades.

Assim, a desaceleração dos processos de transferência de tecnologia internacional e ainda o filtro de conhecimento que existe entre o investimento em pesquisa por um lado, e por outro, a comercialização por meio da inovação que impacta o crescimento econômico (AUDRETSCH *et al.* 2006; GULBRANSON; AUDRETSCH, 2012).

Dessa forma, se a pesquisa da universidade não transbordar a comercialização e inovação, então novas estruturas ou espaços institucionais serão necessários para facilitar a transferência da pesquisa para a indústria. Conforme Litan, Mitchell e Reedy (2007) enfatizaram: “O desafio perene relacionado à inovação conduzida pela universidade tem sido garantir a facilitação e não atrapalhar a inovação e sua comercialização” (pg.1).

Quando avaliada a situação brasileira, verifica-se que alguns dos fatores que caracterizam a situação de transferência e inovação são os baixos índices de transferência de tecnologia e geração de royalties e as dificuldades em transformar o conhecimento em índices de inovação quando comparados aos sistemas de inovação maduros como os dos EUA e dos países europeus.

O índice global de Inovação leva em consideração os seguintes quesitos: talentos, custo da competitividade, produtividade da força de trabalho, rede de fornecedores, sistema legal e regulatório e infraestrutura para educação. Em 2016, o Brasil ocupou a 69ª posição mundial no índice Global de Inovação. Ainda o índice leva em consideração as forças do mercado como infraestrutura física, comércio, sistema financeiro e de imposto, política de inovação e infraestrutura, política de energia, atratividade dos mercados locais e o sistema de saúde. Todos esses fatores determinam a baixa competitividade do Brasil e reforçam a neces-

sidade de trabalhar para sua melhoria.

Destaca-se ainda que no Brasil faltam centros tecnológicos e infraestrutura com características industriais para atuar com PD&I pré-competitiva (escala de produção, testes complexos, plantas piloto e desenvolvimento de protótipos em escala real). Além disso, poucas empresas possuem a infraestrutura para realizar essas atividades (ANDRADE, *et al.*, 2016).

Na atualidade existe uma grande preocupação para aumentar a eficácia do processo de transferência de tecnologias geradas a partir da pesquisa das universidades para a sociedade (PHAN; SIEGEL, 2006). O financiamento externo é essencial para novos empreendimentos de inovação. As patentes, pedidos de patentes e protótipos servem de sinalização de apropriação e factibilidade de uma tecnologia para os potenciais investidores de capital de risco com valores mais altos do que quando não existem esses sinais (AUDRETSCH *et al.* 2012).

É fundamental a introdução de políticas públicas para incentivar e apoiar a inovação empresarial pelos estados-nações. No Brasil, as políticas públicas de apoio à inovação tecnológica nem sempre convergem com políticas científicas e somente após a abertura do mercado em 1990, o setor privado passou a investir em P&D, o que levou à persistente falta de inovação tecnológica (STAL *et al.*, 2006). Além disso, os pesquisadores enfrentam dificuldades em encontrar financiamento que contribua para dar valor às tecnologias em estágios iniciais que conduzam os produtos ao mercado (CIRANI, *et al.*, 2016).

Importante destacar que um dos aspectos que dificultam o sucesso no processo de licenciamento de tecnologia de ICT para o mercado é justamente o seu estágio inicial de desenvolvimento.

Observa-se um *gap* para a aplicação de investimento pelos capitais devido ao alto risco inerente nas tecnologias em fases iniciais de desenvolvimento, por outro lado, os investimentos precisam ser atraídos para a criação de empresas que utilizem as tecnologias geradas em universidades para aumentar a eficácia do processo de transferência de tecnologia e negociação (GULBRANSON, 2008).

1.3. Alguns Modelos de Centros de Escalonamento e Tecnologias no Mundo e no Brasil

A criação de centros de escalonamento de tecnologias ou centros de provas de conceito nas ICTs permitem não só a formação de recursos humanos em graduação, pós-graduação, em áreas estratégicas que possam promover a facilitação da apropriação de tecnologias oriundas das ICTs pelo setor empresarial, como também podem ajudar a diminuir o risco, aumentar o valor e acelerar o processo

de licenciamento das invenções das ICTs para o mercado.

Esses modelos podem ser viabilizados por políticas públicas estaduais e federais, bem como pela geração de parcerias público-privadas com empresas ou investidores por meio do financiamento de prova de conceito e escalonamento de tecnologias em estágio inicial de desenvolvimento.

Ao contrário do que ocorre em algumas aceleradoras de empresa de base tecnológica, não há nas ICTs, via de regra, espaços compartilhados de infraestrutura de pesquisa. Com efeito, o mais comum é que cada um dos pesquisadores continue a realizar suas pesquisas em seus respectivos laboratórios e de forma individual. O centro de prova de conceito facilitaria e promoveria a troca de ideias no ambiente acadêmico e a indústria, por meio de troca de conhecimento de cada um destes ambientes. Pode ainda ser um local que promova as parcerias ICT-empresas nacionais e internacionais, no contexto das possibilidades do novo marco legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil.

Alguns exemplos mundiais de centros de planta piloto e escalonamento podem ser encontrados, tais como o Centro Deshpande, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e o Centro von Liebig, na Universidade de Califórnia em San Diego, que fornecem informações valiosas sobre como os centros de prova de conceito podem facilitar a transferência e o transbordamento da pesquisa universitária para atividades inovadoras e aplicações comerciais.

Na Alemanha, por exemplo, encontra-se o Centro de Inovação de Sistemas de Liberação Controlada de Fármacos, localizado no CHEMPARK Leverkusen, onde reúnem-se pesquisa e prática em um mesmo ambiente, utilizando plataforma de inovação aberta.

O laboratório de pesquisa da Invite, fundado pela Bayer, Universidade TU Dortmund e *Heinrich-Heine-University Düsseldorf*, é o coração e o cérebro da revolução técnica na indústria química⁵.

A experiência dos EUA na criação do novo elemento de infraestrutura inovadora nacional tem sido analisada como modelo para implementação na Rússia – o Centro de Provas de Conceitos (POOC) (SERGEY *et al.*, 2015).

Em 2010, 20 Centros de Pesquisa de Engenharia (ERCs) da *National Science Foundation (NSF)* responderam a uma Solicitação de Informações (RFI) da Casa Branca sobre formas de promover a comercialização de pesquisas universitárias através de Centros de Prova de Conceito (POCCs).⁶ Como parte de sua missão acadêmica, as ERCs organizam programas multidisciplinares envolvendo docentes

5 <https://ddic.invite-research.com/>

6 <http://erc-assoc.org/content/ercs-proof-concept-centers>.

e alunos em departamentos e campus, enquanto parceiros industriais compõem um elemento central de sua estrutura.

Todos os ERCs realizaram atividades semelhantes às ações do POCC, com a cuidadosa parceria necessária para permitir que pesquisadores e empreendedores participem do desenvolvimento comercial de seu trabalho enquanto permanecem na universidade. Os POCCs vão além da construção do ERC porque dão acesso às disciplinas de marketing, jurídicas e de investimento que normalmente não fazem parte de um ambiente acadêmico. Com base no modelo do ERC, cada POCC deve se concentrar em um conjunto específico de tecnologias relacionadas e estar localizado em uma instituição de pesquisa importante, aberto a pesquisadores de outras universidades e local de incentivo para a diversidade de ideias.

No Brasil, verificam-se algumas iniciativas de centros de escalonamento bem-sucedidas, como os associados ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), como uma iniciativa da Confederação Nacional da Indústria (CNI) (ANDRADE, *et al.*, 2016). Outro centro de escalonamento existe no Parque experimental de plantas piloto do Cenpes-Petrobras, onde são desenvolvidas pesquisas estratégicas no âmbito do setor empresarial. O Cenpes dispõe de mais de 30 unidades que reproduzem, em escala reduzida, processos realizados em refinarias. Enquanto plantas industriais trabalham com toneladas de catalisadores, insumos ou cargas, nas plantas pilotos bastam alguns gramas do material para gerar informações necessárias às pesquisas. O objetivo é oferecer soluções para as áreas de abastecimento e de exploração e produção⁷.

Por outro lado, no que tange à capacidade de desenvolvimento de tecnologias que podem impactar o setor empresarial, é possível deixar de mencionar algumas iniciativas bem-sucedidas, como por exemplo dos Institutos Nacionais de Ciência Tecnologia e Inovação (INCT). Na UFMG, por exemplo, o INCT-Vacinas deu origem a uma vacina chamada Leishtec contra a leishmaniose visceral em animais, que foi desenvolvida como resultado do conhecimento científico e tecnológico acumulado pelo INCT-Vacinas desde 1997, a qual foi aprovada em 2008⁸.

Ainda, destaca-se a partir dos INCT Nanobiofar- UFMG a obtenção de uma tecnologia de uso tópico com efeitos comprovados para a antiqueda capilar, denominado Sanctio, classificado como cosmecêutico, que contém substâncias

⁷<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/parque-experimental-de-plantas-piloto-do-cenpes-desenvolve-pesquisas-estrategicas.htm>.

⁸<http://www.brasil.gov.br/noticias/educacao-e-ciencia/2014/06/vacina-brasileira-podera-ser-comercializada-na-europa>.

bioativas⁹. Outros exemplos de transferência e escalonamento de tecnologias do departamento de química e da UFMG teve como base a patente da UFMG concedida em vários países e transferida para empresa Biolab-Sanus. Trata-se de medicamento contra hipertensão desenvolvido por pesquisadores dos departamentos de Química (do Instituto de Ciências Exatas- ICEX), e de Fisiologia e Biofísica (do Instituto de Ciências Biológicas- ICB)¹⁰. O desenvolvimento de uma nova formulação farmacêutica do peptídeo angiotensina 1-7 com ciclodextrinas apresenta atividade anti-hipertensiva e diversas aplicações em doenças cardiovasculares, outra tecnologia produzida pelos Departamentos de Fisiologia e Biofísica e de Química que foi transferida para a empresa União Química e em fase clínica 2-3 é um outro exemplo de sucesso dos processos de transferência de tecnologia, que está sendo escalonado por uma empresa farmacêutica nacional.¹¹

Pode ser destacado, ainda, o INCT-Midas, o qual realizou parceria com o Centro de Inovação e Tecnologia (CIT) - SENAI para escalonamento de tecnologias da área ambiental. O INCT Midas foi constituído em 2017 e congrega 31 pesquisadores de diferentes ICT do Brasil, com 7 *startups* aceleradas, 168 artigos publicados e 16 pedidos patentes.¹² Ainda recentemente foi lançado um guia prático de escalonamento de tecnologias (SILVA *et al.*, 2019).

2. PRODUÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DA UFMG E DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

A UFMG é caracterizada por ser uma das melhores universidades do país pela excelência e relevância no ensino de graduação, pós-graduação, pesquisa e extensão, sendo hoje a terceira melhor universidade do país¹⁴. A UFMG apresenta um número expressivo e crescente de pedidos de patentes depositadas com um total de 1.015 patentes em todas as áreas do conhecimento no período de 1992 até 2019. Observa-se uma tendência de aumento no depósito de patentes com

⁹<https://ufmg.br/comunicacao/noticias/tonico-antiqueda-capilar-patenteado-pela-ufmg-comeca-a-ser-comercializado>.

¹⁰ <https://www.ufmg.br/online/arquivos/015714.shtml>.

¹¹ http://www.itarget.com.br/newclients/inct-nanobiofar.com/2010/_inct.php?op=paginas&tipo=secao&secao=2&pagina=2.

¹² Informação disponível em: <http://inctmidas.com.br/#about>. Acesso em: jan. 2019.

O mapa das instituições pode ser visto neste endereço: <http://inctmidas.com.br/de-onde-sao-os-pesquisadores-do-inct-midas/>. ¹⁴<https://ufmg.br/comunicacao/noticias/ufmg-e-a-terceira-melhor-universidade-brasileira-no-ranking-the>

exceção dos anos 2014 e 2015, quando foi verificada uma queda no número de pedidos de patentes. Isso, talvez, foi consequência da diminuição dos recursos destinados ao desenvolvimento de pesquisa e inovação no país (Gráfico 1).

Gráfico 1. Pedidos de patentes depositadas no INPI pelos docentes na UFMG de 1992 até 2019

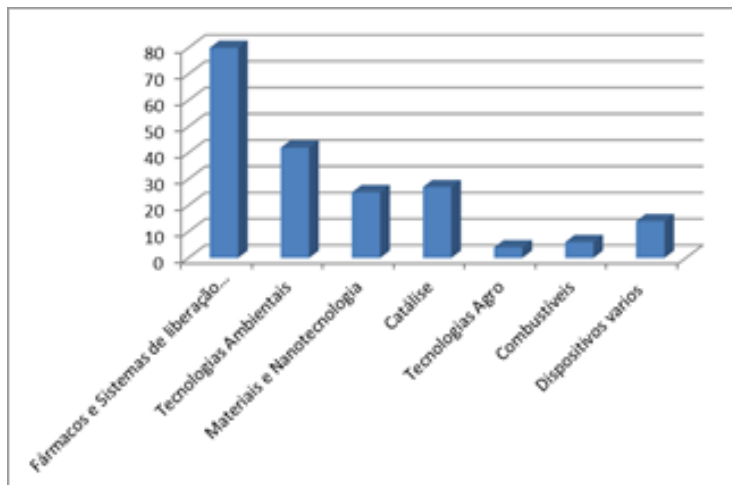


Fonte: CTIT

A presente análise apresentará o caso do DQ- UFMG para exemplificar a produção tecnológica devido à concentração de conhecimento e tecnologias em áreas portadoras de futuro (nanotecnologia, biotecnologia, energias alternativas etc.). Analisando o número de patentes da UFMG em relação ao número total de docentes da UFMG, verifica-se uma média de 0,32 patentes/professor. Quando comparado o número de patentes produzidas pelo total de docentes do Instituto de Ciências Exatas ICEX (345 docentes), se obtém uma média de 0,90 patentes/Professor ICEX. Em levantamento acumulativo realizado em 2018, o Departamento de Química foi responsável por 251 das 309 patentes do ICEX, com uma média de 2,3 patentes/professor (total de 110 docentes do DQ-UFMG). Quando considerados somente os 69 professores orientadores do curso de Pós-Graduação em Química, a média foi de 3,7 patentes/professor-orientador.

Quando analisadas as 251 patentes do DQ-UFMG, verificou-se que as principais áreas de competências tecnológicas foram: sistemas de liberação controlada de fármacos e biomateriais, tecnologias ambientais, novos materiais e nanotecnologia, catálise, tecnologias voltadas para agroindústria, combustíveis, energias alternativas, dispositivos diversificados (Gráfico 2). Verificou-se um maior domínio pela área de fármacos e Sistemas de Liberação controlada, seguida pelas tecnologias ambientais e nanotecnologia.

Gráfico 2. Principais áreas de competências tecnológicas das patentes depositadas pelos docentes do D Q-UFMG



Fonte: Elaboração própria, dados da CTIT-UFMG

De acordo com a Gráfico 2, observou-se grande concentração no depósito de pedidos de patentes do DQ-UFMG em áreas portadoras de futuro em química nas especialidades-chave para o desenvolvimento do estado de Minas Gerais e do país, demonstrando grande potencial de geração de tecnologias oriundas das pesquisas. Vale mencionar que o DQ-UFMG já realizou (12) doze processos de Transferências de Tecnologia (TT), 15% das Transferências de Tecnologia (TTs) da UFMG e gerou sete *spin-off* a partir de tecnologias geradas no DQ-UFMG.

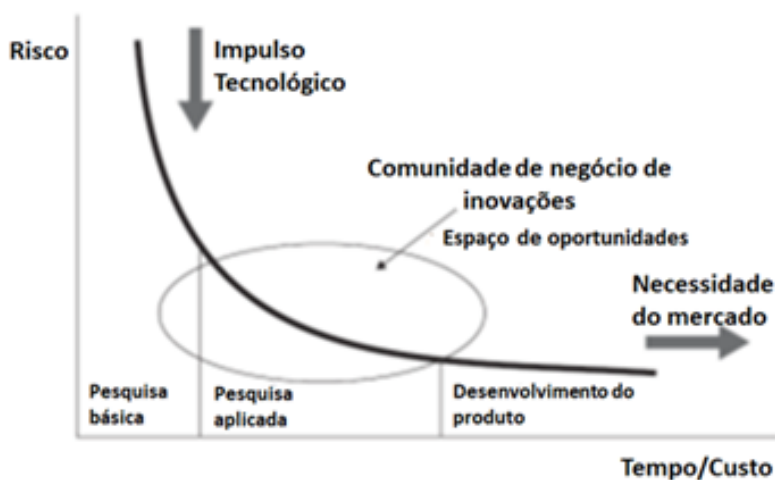
Esses dados revelam a capacidade de geração de tecnologia do Departamento de Química com uma média, no mínimo, de 12 vezes maior que a média de patentes/professor da UFMG e de quatro vezes quando comparada à média de patentes/professor do ICEX. Esses resultados podem ser explicados em parte por fatos importantes, entre outros: a implantação da disciplina de propriedade intelectual e transferência de tecnologia, ofertada pela primeira vez em 1999 no DQ-UFMG, o início da parceria dos cursos de pós-graduação de fisiologia-farmacologia e química, aproximação de outros Departamentos como Bioquímica, Biologia geral, Economia e as Faculdades de Direito e Odontologia, bem como da consolidação da cultura de propriedade intelectual, transferência e inovação na CTIT da UFMG a partir de 2006.

Contudo, a grande maioria das tecnologias desenvolvidas no DQ-UFMG está em estágio de bancada e não se observa ainda um processo denso de transferência, licenciamento ou geração de *spin-offs*, parcerias para codesenvolvimento ou

outras iniciativas que permitam escoar tais tecnologias para impactar o mercado brasileiro. Este cenário pode ser entendido em decorrência da cultura de proteção da propriedade intelectual nas universidades brasileiras ter chegado um pouco tarde, quando se compara com outros Sistemas de Inovação mais maduros do que o brasileiro. Por outro lado, existe a necessidade e desafio para a continuidade no desenvolvimento de tais tecnologias para estágios mais maduros, que permitam uma maior atratividade para negociação de transferência e licenciamento para o setor empresarial, ou, ainda, para a geração de novos empreendimentos (*startups* ou *spin-offs*).

Dentre as razões para esse descompasso destacam-se o estágio embrionário das tecnologias geradas, o alto risco inerente e o baixo valor das mesmas. A Figura 1 apresenta um modelo de desenvolvimento de produtos a partir da pesquisa básica versus o risco associado a cada etapa do processo de desenvolvimento de produto. Sabe-se que as invenções advêm de um esforço de indivíduos (pesquisadores), enquanto a inovação origina-se de um esforço da comunidade, que pode aproveitar todas as competências para permitir a exploração comercial do conhecimento gerado.

Figura 1. Estratégias envolvidas no desenvolvimento de um produto

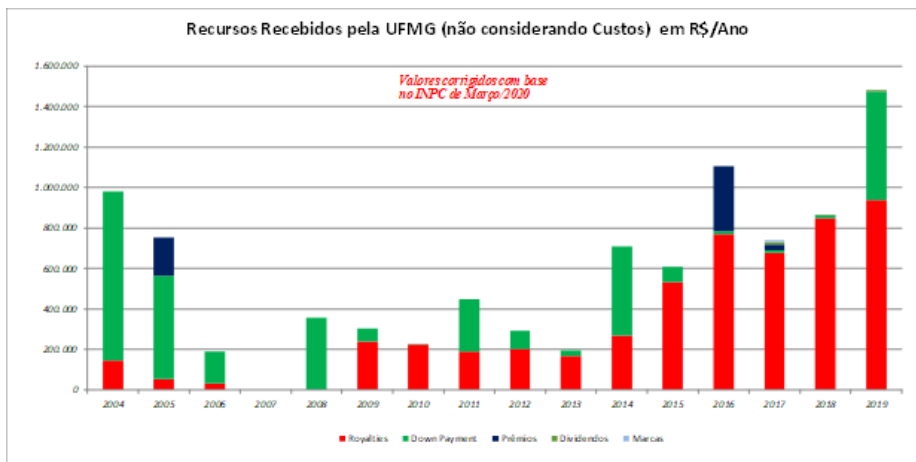


Fonte: Adaptado, de Scheffer, 2009.

Em seu histórico, a UFMG firmou contratos com o setor empresarial para a transferência e licenciamento de ativos de propriedade intelectual, incluindo pa-

tentes, *know-how*, *software* e marcas. O gráfico 3 demonstra os valores recebidos pela UFMG entre 2004 e junho de 2019, a partir dos contratos celebrados.

Gráfico 3. Recursos Recebidos pela UFMG em R\$/ano



Fonte: CTIT, 2019.

Entretanto, apesar de a UFMG estar aprimorando sua capacidade de licenciar, faz-se necessária a criação de modelos que auxiliem a Universidade a realizar uma contribuição capaz de impactar ainda mais o seu entorno científico, tecnológico e social.

No setor da Química, por exemplo, observa-se que os novos produtos químicos dos próximos 30 anos exigem, dentre outras demandas, novos e eficientes processos sustentáveis, uso de matérias-primas em menor quantidade e menos poluentes, bem como a reciclagem de materiais para obter novos produtos. Ainda, a produção química globalizada futura continuará sendo determinada pela volatilidade dos mercados com maior demanda de qualidade por produtos especiais (BIERINGER *et al.* 2013).

3. PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE UM CENTRO DE PROVAS DE CONCEITO E ESCALONAMENTO NO DQ-UFMG

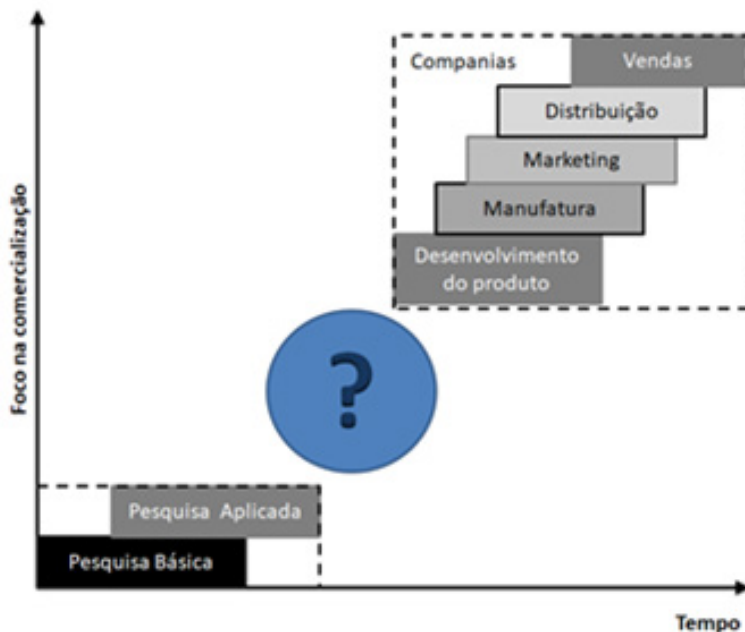
No panorama exposto acima, os Centros de Provas de Conceito e Escalonamento (CPCE) se tornam uma necessidade para instituições com alta intensidade de produção de conhecimento e tecnologia em química. O DQ-UFMG apresentou e aprovou na Câmara uma proposta de criação de um CPCE em junho de 2019 como estratégia para aumentar e dinamizar os processos de transferência, comercialização e inovação das tecnologias do departamento e da UFMG.

O CPCE visa levar soluções tecnológicas e informações científicas para a sociedade, setor produtivo e governo. Ao mesmo tempo será possível estabelecer um espaço para formar profissionais em todas as etapas de desenvolvimento de produtos, o que hoje ainda é incipiente no Brasil. O espaço permitirá consolidar a formação de alunos graduados e pós-graduados na área de química tecnológica e do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica (ver Capítulo 3) e incrementar a consolidação do processo de transferência e licenciamento de tecnologia, com a geração de novos processos e produtos e novos empreendimentos de base tecnológica e uma maior interação e um laboratório com abordagem teórico e prática.

O modelo proposto permitirá atrair de forma mais eficaz as parcerias com o setor privado e permitirá a formação de recursos humanos mais competentes para as necessidades de geração de emprego e renda, a partir do conhecimento gerado no DQ-UFMG. Esta estratégia de usufruir dos frutos oriundos da pesquisa depende do sucesso do mercado do novo produto em si. Portanto, o depósito de uma patente pode ser comparado a uma apólice de seguro. Não é a patente que capta recursos, mas o produto inventado que o faz. A patente, no entanto, conserva o interesse do requerente no mercado.

Por outro lado, na última década, os processos de transferência e modelos mudaram muito e as empresas cada vez mais preferem fazer investimentos em tecnologias oriundas de universidades, mas em estágios de desenvolvimento mais avançados, nos quais o risco já tenha sido diminuído. Isso explica a criação de centros de escalonamento nas grandes universidades do mundo que desenvolvem pesquisa. Para entender um pouco mais esse processo, pode-se observar a Figura 2, em que é apresentada uma avaliação temporal de desenvolvimento da ideia ao produto e o *gap* que existe entre as pesquisas básica e aplicada das universidades e o desenvolvimento de produtos até a comercialização feita pelas empresas. Observa-se claramente que há um aumento de valor das tecnologias (diminuição de risco), à medida que se avança da ideia ao produto.

Figura 2 - Avaliação temporal de desenvolvimento da ideia ao produto



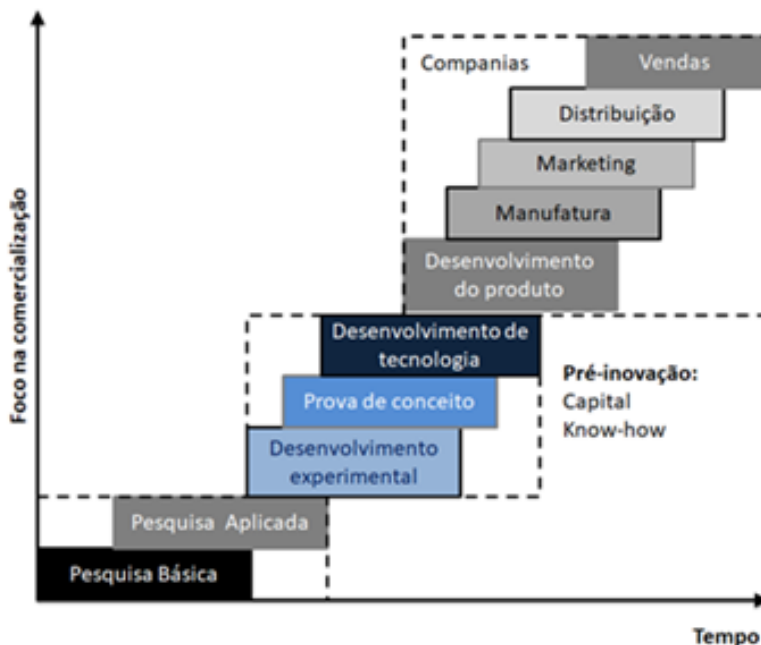
Fonte: Adaptado de Scheffer, 2009.

A partir da continuidade ao processo de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), com a realização de etapas que avancem para o estágio de maturidade das tecnologias, com provas de conceito e prototipagem, será possível diminuir o risco de tecnologias em estágio inicial de desenvolvimento pelo DQ-UFGM e, assim, torná-las mais atrativas para o mercado. Com o CPCE será possível aproximar a UFGM do modelo adotado em importantes universidades do mundo, nas quais esses centros já estão consolidados, e aumentar o impacto das pesquisas para a economia do país e para a sociedade.

O CPCE poderá ajudar a eliminar a distância entre a pesquisa básica e a aplicada feita hoje no Departamento, uma vez que permitirá realizar, para as indústrias, pesquisa e desenvolvimento experimental, provas de conceito e desenvolvimento de novas tecnologias, que ainda podem e devem ser feitas em espaços próprios para isso, que ainda são inexistentes na UFGM. Tal modelo atende ainda a uma necessidade em novas abordagens e modelos que incrementem a parceria ICT-empresa. Auxiliará também na transformação da ciência em negócios. Consequentemente, ajudaria a criar novos indicadores para medir os fluxos bidirecionais de conhecimento e tecnologia entre pesquisa pública e geração de novos negócios.

O *gap* discutido acima pode ser preenchido nos CPCE pelo desenvolvimento experimental da tecnologia, as provas de conceito e o desenvolvimento da tecnologia propriamente dita, etapa que é conhecida como fase de pré-inovação e permite ainda poder fazer as correspondentes avaliações técnico-econômicos e legais com relação à propriedade intelectual e liberdade de operação e mercado da tecnologia, como evidenciado na Figura 3. Essa iniciativa tem sido bastante demandada por reduzir custos e riscos nessa fase de desenvolvimento de produtos nas indústrias/empresas e no desenvolvimento de protótipos industriais.

Figura 3. Fase de pré-inovação das indústrias/empresas no desenvolvimento de protótipos industriais



Fonte: Adaptado, de Scheffer, 2009.

O escalonamento previsto será possível com investimentos público-privados e de recursos próprios do DQ-UFMG conseguidos por meio da prestação de serviços, projetos de parcerias de universidade-empresa e de inovação, alianças estratégicas, no contexto do novo Marco Legal de CT&I, Resoluções que se integram à Política Institucional de Inovação da UFMG em 2018.

Outra justificativa para a criação do CPCE envolve a consolidação de um ecossistema local de inovação, em que tecnologias geradas pelo DQ-UFMG possam

produzir inovação e negócios em Química no Brasil, de forma a impactar Minas Gerais e o Brasil de forma mais eficiente. O CPCE atende ainda a uma necessidade em novas abordagens e modelos que incrementem a parceria ICT-empresa e auxiliem na transformação da ciência em negócios. Consequentemente, ajudaria a criar novos indicadores para medir os fluxos bidirecionais de conhecimento e tecnologia entre pesquisa pública e geração de novos negócios.

Importante destacar que o modelo está alicerçado tanto no Marco Legal de CT&I, que prevê em seu artigo terceiro a possibilidade da formação de alianças estratégicas, inclusive para criação de modelos de tal natureza, quanto, ainda, na recente Política de Inovação da UFMG, notadamente por meio da Resolução 04 de 2018 do seu Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) e do seu Conselho Universitário, que prevê o uso e compartilhamento de infraestrutura de pesquisa, incluindo a possibilidade de realização de alianças estratégicas, como é o que se propõe com o modelo do CPCE.

No CPCE poderão ser geradas novas invenções que, quando escalonadas e acompanhadas por estudos de viabilidade econômica e de mercado, poderão gerar inovação pela indústria, já que serão incrementadas as chances de transferência de tecnologias para o setor empresarial e a criação de novos empreendimentos de base tecnológica.

Faz-se necessário salientar que a UFMG estará cumprindo a sua missão principal de gerar conhecimento por meio do ensino, pesquisa e extensão. A transferência desse conhecimento será executada pela formação dos novos graduados, doutores e mestres capazes de transitar no domínio entre ciência e tecnologia e o setor produtivo, na geração de tecnologias protegidas intelectualmente, parcerias com empresas de base tecnológica, transferência de conhecimento para o setor governamental e geração de *spin-offs*. Este é um ciclo virtuoso de desenvolvimento para o qual a UFMG e o DQ-UFMG reúnem elementos que o preparam para dar tal contribuição. Espera-se que a UFMG e o Departamento de Química ganhem reconhecimento por abrigar o modelo que incentiva processos de inovação no Brasil num ambiente dinâmico, motivador e de efervescência científica e tecnológica contemporâneo.

4. FATORES CRÍTICOS NA TRANSFERÊNCIA E LICENCIAMENTO DE TECNOLOGIA ORIUNDAS DE UNIVERSIDADES E CENTROS DE PESQUISA

A literatura traz também métricas que são utilizadas na indústria e na área de desenvolvimento de projetos de P&D que são pouco usadas pela academia, como a Avaliação de Maturidade Tecnológica ou TRA, processo sistemático baseado em métricas e um relatório que avalia a maturidade de certas tecnologias com base nos chamados Elementos Críticos de Tecnologia (CTEs) e usadas em sistemas complexos (Technology Readiness Assessment Deskbook).

O TRA é uma avaliação que permite identificar as lacunas nos testes, demonstração e conhecimento do nível de maturidade atual de uma tecnologia e as informações e etapas necessárias para alcançar o nível de maturidade necessário para a inclusão bem-sucedida no projeto. Permite identificar tecnologias em risco que precisam de maior atenção da gerência ou recursos adicionais para o desenvolvimento de tecnologia e também permite aumentar a transparência das decisões de gerenciamento, identificando as principais tecnologias que demonstraram funcionar ou destacando tecnologias imaturas ou não comprovadas que podem resultar em aumento do risco do projeto.

O modelo de TRA usa três etapas sequenciais: Identificação dos Elementos Críticos de Tecnologia (CTEs), Avaliação do Nível de Maturidade Tecnológica (TRL) - a escala de TRL é usada pelo Departamento de Energia Americano e pela Nasa, sendo usada para conduzir Avaliações de Prontidão em Tecnologia - e finalmente o desenvolvimento de um Plano de Maturação Tecnológica (TMP)¹³.

Revisando o estado da arte da área de transferência e comercialização de tecnologias oriundas de universidades e centros de pesquisa, observa-se que há fatores críticos que devem ser levados em consideração, tais como: a assimetria de informação para os novos empreendimentos ou tecnologias incipientes, o risco associado ao desenvolvimento, a viabilidade técnica-econômica e o relativo baixo valor de mercado para essas tecnologias.

4.1. Assimetria de informação

A assimetria de informação existe para novos empreendimentos inovadores no estágio inicial do processo de desenvolvimento da tecnologia. Os empreen-

13 Technology Readiness Assessment Guide U.S., Department of Energy, Washington, D.C. 20585. Disponível em: www.directives.doe.gov.

dimentos nascentes inovadores que desenvolvem seus conceitos de negócios e negócios operacionais que ainda não geram receita tendem a possuir ativos que são baseados em conhecimentos intangíveis. Consequentemente, a qualidade e o valor do novo empreendimento não podem ser observados diretamente. Esses recursos baseados no conhecimento, por vezes, podem assumir a forma de direitos de patente, sendo uma vantagem estratégica (AUDRETSCH *et al.*, 2012).

Como esperado, as patentes também são vantajosas para ganhar recursos financeiros. A relevância das patentes para o acesso aos recursos financeiros externos é analisada por Engel e Keilbach (2007). Usando um conjunto de dados composto por jovens empresas alemãs, eles afirmaram que as empresas com maior número de pedidos de patente têm maior probabilidade de obter capital de risco (ENGEL; KEILBACH, 2007).

Ao mesmo tempo, observa-se que as patentes e os diversos ativos de propriedade intelectual, por si só, não são suficientes para poder garantir a transferência e comercialização de tecnologias. A fim de lidar com o problema da informação assimétrica e obter financiamento externo, empreendedores inovadores podem, portanto, usar outros sinais adicionais. Patentes como sinais de apropriação podem ser mais valorizadas quando associadas a sinais de viabilidade técnica-econômica por exemplo (AUDRETSCH *et al.*, 2012). Assim, a linha de argumentação que o desenvolvimento de um protótipo pode servir como um sinal para potenciais investidores é uma estratégia-chave para a consolidação do sistema local de inovação.

Verifica-se ainda uma escassez em relatos de escalonamentos de tecnologias oriundas de universidades públicas federais ou estaduais ou em centros de pesquisa. Porém, foram encontrados alguns trabalhos que relatam a importância e relevância dessas iniciativas nos Estados Unidos.

4.2 Risco associado ao desenvolvimento

Para projetar uma política que efetivamente promova a inovação, é necessário entender como os atores da cadeia de inovação respondem aos riscos e incentivos que eles enfrentam. O “risco” e a “incerteza” são frequentemente usados de forma intercambiável, mas o economista americano Frank Knight os distinguiu nas seguintes linhas: “risco” pode ser considerado mensurável e quantificável em termos de probabilidades, e é mais útil para descrever o investimento em avanços previsíveis ao longo da cadeia de inovação. Por outro lado, a “incerteza” pode ser considerada como aquilo que não é facilmente mensurável em termos de probabilidades, em que podemos até mesmo não ter certeza de que possibilidades existem.

Estar exposto ao risco faz parte do processo de negociação, mas alguns riscos são guias apropriados para a tomada de decisões, enquanto outros podem ser desnecessariamente impostos. Decidir não prosseguir com um investimento em inovação, porque há um alto risco de demanda insuficiente, é uma decisão sensata - esse é o tipo de decisão que as empresas tomam rotineiramente para maximizar seu valor. Dessa forma, o escalonamento ou provas de conceito são consideradas etapas importantes para a diminuição dos riscos na introdução de novos processos e produtos no mercado.

O escalonamento de processos consiste na geração de conhecimento para transferir ideias para implementações bem-sucedidas (HARMSSEN, 2013). A geração de conhecimento envolve leitura de literatura, consulta, experimentos, design e ou modelagem. O objetivo dessa geração de conhecimento é poder avaliar os riscos e reduzi-los a níveis aceitáveis para a implementação bem-sucedida na escala comercial. Implementação bem-sucedida significa que o processo de escala comercial atenda às metas de projeto dentro do tempo de inicialização planejado. O objetivo do aumento do processo industrial é a redução do risco necessário para o sucesso.

Para diminuir o risco associado e aumentar o valor das tecnologias é necessário chegar em estágios mais avançados de maturidade da tecnologia por meio de pesquisa e desenvolvimento.

Esse desafio pode ser enfrentado com a criação de CPCE, o que permite fazer provas de conceito, escalonamento e estudos de viabilidade técnica-econômica e tecnológica. Dessa forma, as tecnologias terão passado por provas de conceitos em modelos realistas e mais próximas de ser transferidas ou de induzirem o surgimento de *spin-offs* acadêmicas, que possam colocar esses novos processos e produtos no mercado, bem como consolidando o ecossistema de inovação local, regional e nacional nessa área estratégica.

A identificação de risco de um novo conceito de processo já é muito difícil, porque nem todas as informações relevantes estarão disponíveis. Se uma determinada informação não estiver disponível, ela poderá ser identificada como desconhecida.

Há dois tipos de riscos associados: o primeiro é - eu sei o que eu não sei - esse risco é específico e limitado, o que precisa de um plano de geração de conhecimento específico; e o segundo - eu não sei o que eu não sei - ou risco desconhecido, o que precisa de um teste integrado do processo. O conhecimento e diminuição desses riscos permitem o aumento de valor das tecnologias (HARMSSEN, 2013.)

4.3 Viabilidade técnica-econômica

É necessário que os produtos obtidos de tecnologias desenvolvidas por ICT cheguem ao mercado de forma mais rápida, e que os processos de produção sejam mais seguros. A crescente variedade de produtos exige também instalações de produção mais flexíveis, capazes de produzir pequenas quantidades para serem usados em testes, bem como oferta de mercado até várias centenas de toneladas por ano (BIERINGER *et al.*, 2013).

Além disso, para a produção de pequena e média escala, observa-se uma tendência de produção mais eficiente. Na área de polímeros especiais, intermediários e até ingredientes farmacêuticos ativos (APIs). Os principais impulsionadores são: (i) aumento da concorrência global; (ii) maiores esforços para a descoberta de novos compostos ativos; (iii) necessidade de uma produção sustentável e eficiência de recursos; (iv) aumento dos custos de energia e matérias-primas; v) a maturidade da química clássica.

Geralmente, pode-se concluir que a alta pressão resultante dos fatores supracitados obriga os produtores a otimizar os processos de produção em curto prazo e analisar quais benefícios podem ser obtidos em uma visão de médio e longo prazos (BIERINGER *et al.*, 2013).

O aumento de escala de uma tecnologia ou *Scale-up* é geralmente entendida como os procedimentos de transferência dos resultados da pesquisa e desenvolvimento obtidos em escala de planta piloto e, finalmente, a escala de produção.

Embora existam muitas variações do tema (por exemplo, ampliação do tamanho do lote, redução de escala quando necessário para melhorar a qualidade do produto, escala piloto como uma etapa intermediária, multiplicando operações de pequena ou média escala para aumentar a produção), existem também procedimentos clássicos de aumento de tamanho do volume de processamento, especificamente quando aplicado à granulação húmida.

A maioria das práticas para o aumento de escala e procedimentos atualmente utilizados por exemplo, na indústria farmacêutica, são de natureza empírica. Há sempre alguns “segredos comerciais” práticos que são conhecidos por operadores experientes, alguns procedimentos operacionais não escritos que não são necessariamente baseados em qualquer fundamento teórico. O problema com essa abordagem é que ela é empírica e, portanto, tem aplicabilidade limitada a condições em constante mudança (LEVIN; MILEV, 2016). O CPCE permitirá ganhar também *know-how* técnico, tecnológico e de desenvolvimento de produtos.

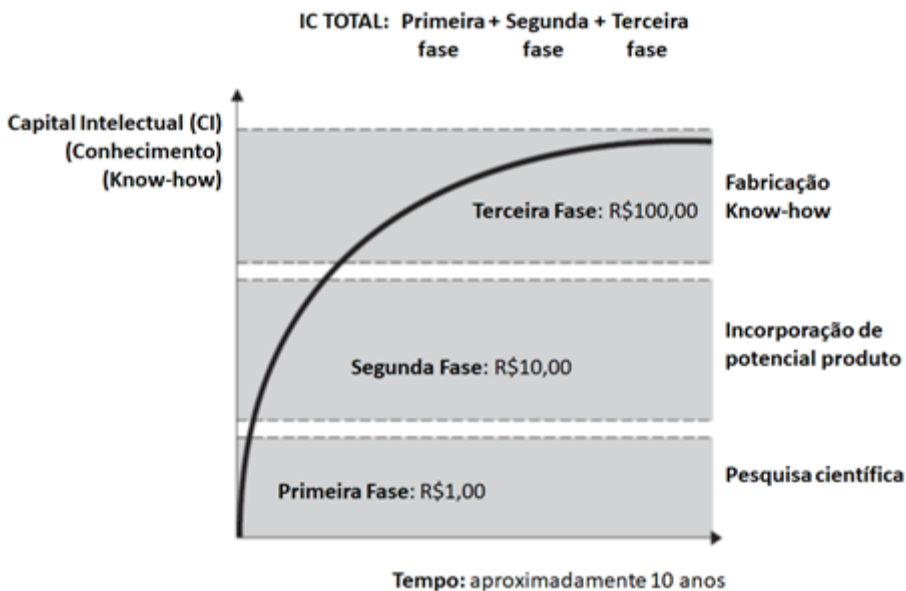
O modelo de CPCE mostra também o custo desde a ideia do produto a ser obtido no laboratório até o produto estar no mercado, o que apresenta um tempo

mínimo de dez anos de investimento para que haja resultados (FIGURA 4).

Além disso, o estado da arte mostra o modelo eficaz e rápido do ciclo de vida da invenção à inovação, como apresentado na curva de crescimento de conhecimento em função do tempo, ou acúmulo de custo e o compartilhamento do capital intelectual que pode ser diferenciado em três fases:

1. propriedade intelectual fundamental gerada pela pesquisa científica (custo de R\$ 1,00 para essa fase primária);
2. propriedade intelectual secundária que denota uma incorporação particular de produto da nova ciência com trabalho de pesquisa e desenvolvimento, como provas de conceito em escalas mais avançadas (segunda fase com custo igual a R\$ 10,00);
3. propriedade intelectual terciária, que envolve principalmente métodos de fabricação e *know-how* técnico (fase terciária com custo de R\$ 100,00).

Figura 4. Fases até o produto chegar ao mercado



Fonte: Adaptado de Scheffer, 2009.

Há muitas razões para as empresas não apenas investirem em patentes únicas, mas construir portfólios de Propriedade Intelectual (PI). As principais motivações podem ser divididas em quatro diferentes principais vertentes:

1. a proteção dos gastos com pesquisa, que eventualmente levou à invenção, e para aproveitamento do monopólio da invenção concedida por uma patente;
2. o licenciamento de inovações para monetizar a invenção por terceiros;
3. a documentação de poder inovador, por exemplo, para ganho da confiança de investidores ou para inovação como um ativo no balanço; e
4. a criação de portfólios de PI para impedir ou iludir os concorrentes ou para conservação de vastas regiões em tecnologia para obter liberdade de operação.

Para cada motivação que conduz à construção de um portfólio de PI, uma estratégia de PI diferente pode ser a mais relevante. Assim, a proposta de criação de um Centro de Prova de Conceito e escalonamento permitirá criar um espaço institucional para avaliação da técnica, econômica e comercial das tecnologias geradas, seja para sua transferência em estágio mais avançados para o mercado, ou para a geração de *spin-offs* ou *startups* nas diversas áreas estratégicas. Por outro lado, permitirá formar recursos humanos de alto nível (graduação e pós-graduação) com competências para levar uma tecnologia da ideia ao produto, fundamental para ajudar a consolidar o processo de inovação no país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil concentra produção científica e tecnológica capaz de contribuir de forma importante para um maior nível competitivo do setor empresarial na área de tecnologia e inovação, a partir da parceria ICT-Empresa.

Este capítulo apresentou a proposta de criação de Centro de Provas de conceito e escalonamento - CPCE - a partir do caso do Departamento de Química da UFMG. A importância dessa proposta sustenta-se nas experiências de diversos países, como estratégia para avançar para um estágio de maturidade das tecnologias nascentes, bem como a diminuição do risco para aumentar sua atratividade, e assim impulsionar os resultados de transferência e licenciamento ao setor empresarial. A produção de tecnologias DQ-UFMG concentra-se em áreas portadoras de futuro dentro de especialidades-chave para o desenvolvimento do estado de Minas Gerais e do país. Espera-se que o modelo, proposto, possa ser expandido também para outras ICTs do Brasil.

O centro de prova de conceito facilitaria e promoveria a troca de ideias e de conhecimento entre o ambiente acadêmico e a indústria. Pode ainda ser um local que promova as parcerias ICT-empresas nacionais e internacionais, no contexto

das possibilidades do novo marco legal de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil. Outro aspecto importante deve ser a necessidade de políticas públicas estaduais e federais para a consolidação desses novos ambientes de inovação, bem como de uma oportunidade para a geração de parcerias público-privado para a difusão, comercialização e geração de impacto no PIB brasileiro, e para novas *spin-offs* ou *startups* a partir de conhecimento. Finalmente, mas não menos importante para a formação de recursos humanos de alto nível que possam ir da ideia ao produto em áreas estratégicas para o desenvolvimento do país, destacam-se: os sistemas de liberação de fármacos, nanotecnologia, biotecnologia, energias alternativas, inteligência artificial, agronegócios, entre outros.

REFERÊNCIAS

- AUDRETSCH, D B; BÖNTE, W; MAHAGAONKARC, P. Financial signaling by innovative nascent ventures: The relevance of patents and prototypes. *Res Policy*, v. 41, n. 8, p. 1407-1421, October 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.003>.
- AUDRETSCH, D. B.; KEILBACH, M.; LEHMANN, E. *Entrepreneurship and Economic Growth*. New York: Oxford University Press, 2006.
- ANDRADE, L. P. C. S.; DA SILVA, R. C.; MASCARENHAS, L. A. B.; GOMES, J. O.; MARI-NHO, F. S. Proposal of an innovative environment for supporting production scale-up, including design, prototyping, manufacturing, assembly, testing, and certification of products that require special conditions, *Procedia CIRP*, n. 41, 177- 182, 2016.
- BIERINGER, T; BUCHHOLZ, S; KOCKMANN, N. Future Production Concepts in the Chemical Industry: Modular - Small-Scale - Continuous. *Chem Eng Technol*, v. 36, n. 6, p. 900-910, 2013.
- CIRANI, C. B. S.; KONO, C. M.; SANTOS, A. M. dos; CASSIA, A. R. The Role of Public Institutions for Innovation Support in Brazil. *BBR Brazilian Business Review*, v. 13, n. 6, p. 210-230, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.15728/bbr.2016.13.6.3>.
- CRUZ, H.; SOUZA, R. Sistema nacional de inovação e a lei da inovação: análise comparativa entre o bahy-dole act e a lei da inovação tecnológica. *INMR - Innovation & Management Review*, v. 11, n. 4, p. 329-354, 2015.
- ENGEL, D.; KEILBACH, M. Firm-level implications of early stage venture capital investment: an empirical investigation. *J Emp Finance*, n. 14, p. 150-167, 2007
- FERNÉ, G. Science and technology in the new world order. In: SCHWARTZMAN, A. (ed.). *Science and technology in Brazil: A new policy for a global world*. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1995.
- GOS Government Office for Science. GOS Annual Report of the Government Chief Scientific Adviser 2014. *Innovation: Managing Risk, Not Avoiding It. Evidence and Case Studies*.
- GULBRANSON, C A.; AUDRETSCH, D. B. Proof of Concept Centers: Accelerating the Commercialization of University Innovation. *Journal of Technol Transfer*, n. 33, p. 249, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10961-008-9086-y>.
- HARMSSEN, J. *Industrial Process Scale-Up. A Practical Innovation Guide from Idea to Commercial Implementation*. Oxford, UK: Elsevier, 2018.
- HUGGINS, R, Johnston A. The Economic and Innovation Contribution of Universities: A Regional Perspective. *Environment and Planning C: Politics and Space*, v. 27, n. 6, p. 1088-1106, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1068/c08125b>.

LEVIN, M.; MILEV, L. L. C. How to Scale-Up a Wet Granulation End Point Scientifically. Amsterdam: Elsevier, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2014-0-04970-2>.

LITAN, R. E.; LESA, M.; REEDY, E. J. The University as Innovator: Bumps in the Road, *Issues in Science and Technology*, p. 57-66, Summer, 2007.

OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Commercialising Public Research: New Trends and Strategies, OECD Publishing. Disponível em: <https://www.oecd.org/>.

PHAN, P.; SIEGEL, D. S. The effectiveness of university technology transfer. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, v. 2, n. 2, p. 77-144, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1561/03000>.

RAPINI, M. Interação Universidade-Empresa, no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. *Estudos Econômicos*, v. 37, n. 2, p. 212-233, 2007.

RUFFONI, Janaina; MELO, Aurelia; SPRICIGO, Gisele. Universidade: surgimento e Trajetória na Geração de Conhecimento e Inovação. In: RAPINI, M.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. Economia da ciência, tecnologia e inovação. Fundamentos teóricos e a economia global. Curitiba: Editora Prisma, 2017. Cap. 5, p 169-197.

SILVA, A. G. da; VASCONCELOS, E. P.; SILVA, G. G.; DE SOUZA, L. V.; FRANCO, M. R.; SPEZIALI, M. G.; DE OLIVEIRA, M. P. D.; DE SOUZA, P. M. T. G.; LAGO, R. M.; DE CASTRO, V. G. Guia Prático de Escalonamento de Tecnologias. Belo Horizonte: INCT-Midas, 2019. Disponível em: <http://inctmidas.com.br/category/tecnologia/>.

SCHEFFER, G. An Overview of IP Valuation for MSMEs. WIPO, 2009. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=188&plang=EN>.

SERGEY, A. B, BUDNICKIY, A. D.; SERGEY A. T. Proof of Concept Center – A Promising Tool for Innovative Development at Entrepreneurial Universities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, n. 166, p. 240-245, 2015.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2008.

TECHNOLOGY. Readiness Assessment Guide U.S., Department of Energy, Washington, D.C. Deskbook 20585. Disponível em: www.directives.doe.gov. Acesso em: jul.2009.

WHITESIDES, G. M. Reinventing Chemistry, *Angew Chem Int Ed.*, n. 54, p. 3196-3209, 2015.