



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 08, pp. 49640-49648, August, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.22579.08.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

MATURIDADE DE TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS NO LABORATÓRIO DE FILMES POLIMÉRICOS E NANOTECNOLOGIA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Marina de Souza Lima^{1*}, João Paulo Leonardo de Oliveira² and Vanesca Korasaki³

¹Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais, Brasil; ²Doutor em Gestão da Inovação Tecnológica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Professor do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais, Brasil; ³Doutora em Agronomia/Entomologia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professora do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 20th May, 2021

Received in revised form

28th June, 2021

Accepted 06th July, 2021

Published online 29th August, 2021

Key Words:

Prospecção Tecnológica, Biossensores, Transferência de Tecnologia, TRL.

*Corresponding author:

Marina de Souza Lima

ABSTRACT

O Laboratório de Filmes Poliméricos e Nanotecnologia (LAFIP-NANOTEC) é um laboratório de pesquisa vinculado ao Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), cujo foco é a realização de estudos direcionados à produção de filmes poliméricos, com aplicações nas áreas de biossensores. Biossensores são dispositivos utilizados para detecção e quantificação de compostos de interesse, aplicáveis a áreas como saúde, alimentos e monitoramento ambiental. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento das tecnologias desenvolvidas pelo LAFIP-NANOTEC, utilizando banco de dados de patentes, e classificar seus níveis de maturidade tecnológica, pela *Technology Readiness Levels* (TRL). Pelo estudo, mapearam-se 24 tecnologias, dentre as quais 21 foram classificadas quanto à maturidade, predominando o nível TRL 4. Constatou-se que, embora os inventores possuam expectativas quanto à aplicabilidade das tecnologias, ainda não foram firmadas parcerias entre a Universidade e empresas, com vistas ao desenvolvimento dos produtos, elevação de sua maturidade e inserção no mercado.

Copyright © 2021, Marina de Souza Lima et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Marina de Souza Lima, João Paulo Leonardo de Oliveira and Vanesca Korasaki. "Maturidade de tecnologias desenvolvidas no Laboratório de Filmes Poliméricos e Nanotecnologia, da Universidade Federal de Uberlândia", *International Journal of Development Research*, 11, (08), 49640-49648.

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Filmes Poliméricos e Nanotecnologia (LAFIP-NANOTEC) é um laboratório de pesquisa criado em 2002, vinculado ao Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), cujo foco é a realização de estudos direcionados à produção de filmes poliméricos, com aplicações nas áreas de biossensores e eletrossíntese orgânica (UFU, 2011). O desenvolvimento de biossensores pelo LAFIP-NANOTEC baseia-se na deposição de filmes poliméricos funcionalizados em materiais condutores, visando à imobilização de biomoléculas, tais como fragmentos de DNA, enzimas, anticorpos e tecidos biológicos para a detecção dos compostos de interesse. Já o desenvolvimento de materiais catalíticos baseia-se na deposição de filmes poliméricos funcionalizados em

materiais condutores, com vistas à imobilização de cristaltos de metais, tais como níquel, platina e paládio para utilização em eletrossíntese orgânica, na hidrogenação catalítica de compostos orgânicos insaturados (UFU, 2011). Biossensores são dispositivos integrados autocontidos, capazes de fornecer dados analíticos específicos, quantitativos ou semiquantitativos, convertendo uma informação química, como, por exemplo, a concentração de um analito presente em uma amostra, em um sinal detectável (THÉVENOT *et al.*, 2001). O biossensor é formado por um componente biológico ligado a um detector físico-químico, que, por sua vez, é constituído por um elemento sensor, um transdutor e um dispositivo de processamento do sinal eletrônico (SALOMÃO, 2018). Com a ocorrência de uma reação química específica do componente biológico acoplado ao biossensor com o analito, é produzido um sinal identificável e mensurável, proporcional à sua concentração

(NAKAMURA; KARUBE, 2003). Além disso, um biossensor deve funcionar de modo seletivo e simples, constituindo-se, preferencialmente, de um equipamento portátil, permitindo a leitura no próprio local, com menor custo em relação a outras metodologias, podendo ser utilizado, inclusive, em estudos de monitoramento (ENGBLOM, 1998). Com reconhecida atuação em pesquisas com imunossensores e genossensores, que são biossensores imobilizados com anticorpos e material genético, respectivamente, e também com materiais condutores, os coordenadores do LAFIP-NANOTEC participam, como inventores, em mais de 20 (vinte) depósitos de pedidos de patentes (QUESTEL, 2021). Por se tratarem de tecnologias com potencial aplicação no mercado, verificou-se a necessidade de avaliar os concernentes níveis de maturidade, para apresentação a possíveis parceiros interessados em desenvolvimento, produção e comercialização dos produtos.

Para isso, a metodologia baseada em progressão de escala criada pela NASA, denominada *Technology Readiness Levels* (TRL), mostra-se útil, auxiliando na tomada de decisões acerca do desenvolvimento e transição de tecnologias em análise. A TRL é uma escala qualitativa com nove níveis, dos quais o nível TRL 1, mais baixo, corresponde à concepção inicial da ideia e o nível TRL 9 relaciona-se ao produto testado, aprovado e pronto para comercialização, por meio de um avanço progressivo das etapas (LINHARES, 2016). Diante do exposto, verifica-se a importância da realização do levantamento das tecnologias desenvolvidas pelo LAFIP-NANOTEC e da classificação de seus níveis de maturidade, para identificar as próximas fases a serem desenvolvidas e orientar a busca por parceiros, com vistas a uma possível transferência de tecnologia, em conformidade com o disposto na política nacional de inovação. O objetivo deste trabalho, portanto, foi realizar um levantamento das tecnologias desenvolvidas pelo LAFIP-NANOTEC, utilizando banco de dados de patentes, apresentando uma pré-análise do perfil dessas patentes, com auxílio de técnicas de prospecção. Além disso, o nível de maturidade dessas tecnologias foi classificado quanto à *Technology Readiness Levels* (TRL), com vistas a um possível direcionamento relacionado às próximas etapas a serem executadas pelos pesquisadores, necessárias para se elevarem os graus de maturidade das tecnologias.

REVISÃO TEÓRICA

Políticas públicas em ciência, tecnologia e inovação: O princípio do Estado como responsável pela promoção e incentivo ao desenvolvimento científico, à pesquisa e à capacitação tecnológica do país está disposto no artigo 218 da Constituição Federal de 1988, como parte do Título VIII: Da Ordem Social. A Constituição trata, também, em seu artigo 219, sobre o desenvolvimento cultural e socioeconômico, bem-estar da população e autonomia tecnológica do país, diretamente relacionados ao incentivo ao mercado interno (BRASIL, 1988). Embora vigessem tais princípios constitucionais desde a promulgação da Carta Magna, por muito tempo a interação entre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICTs) públicas, privadas e empresas, no Brasil, era mínimo, em contraposição ao que ocorria em outros países. Deste modo, as pesquisas realizadas em universidades brasileiras eram financiadas, quase que totalmente, pelos recursos de agências governamentais de fomento (PARANHOS; CATALDO; PINTO, 2018). Nessa época, a maior parte da produção científica era divulgada pela publicação de artigos, em detrimento da proteção da propriedade intelectual por meio de patentes (MUELLER; PERUCCHI, 2014). Soma-se, ainda, a pressão para publicação de artigos sobre os pesquisadores, impulsionada pela cultura do publicar ou perecer (*publish or perish culture*) (PLUME; VAN WEIJEN, 2014). Com a percepção de vantagens relacionadas ao envolvimento do setor empresarial em parceria com o acadêmico e o governamental, modelo conhecido como Hélice Tripla (ETZKOWITZ, 1993; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995), de modo a alavancar o desenvolvimento socioeconômico do país, foi criado um quadro normativo apto a iniciar a interação entre os três setores, dentre o qual destaca-se a Lei nº 10.973/2004, conhecida como Lei de Inovação (BRASIL, 2004). A aplicação dessa lei passou a ser um dos mais importantes marcos na

promoção da inovação tecnológica no Brasil (SANTOS; TORKOMIAN, 2013). Alinhada aos preceitos constitucionais acima descritos, a Lei de Inovação não só tornou possível a interação entre o setor público e privado, com o objetivo de desenvolver pesquisas de caráter inovador em conjunto e a transferência de tecnologia, como também incentivou a proteção da propriedade intelectual dos órgãos públicos relacionados às atividades de pesquisa, fazendo com que implementassem uma política de gestão de seus ativos (MATIAS-PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005). A referida lei também criou os núcleos de inovação tecnológica (NITs). Mais tarde, a Emenda Constitucional nº 85/2015 alterou a redação do artigo 218 da CF/88, incluindo expressamente a inovação entre os temas da ordem social, além de incluir outros dispositivos constitucionais tratando do estímulo da articulação entre entes públicos e privados para a criação de ambientes promotores de inovação no país e incentivando a internacionalização das universidades (COSTA; ALVES; GAVA, 2017). Embora este quadro normativo tenha apresentado resultados positivos, algumas lacunas e dificuldades relacionadas à burocratização permaneciam, o que deu início a discussões que culminaram com a publicação da Lei nº 13.243/2016, que ficou conhecida como o Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, regulamentada posteriormente pelo Decreto nº 9.283/2018. O Novo Marco Legal foi recebido pela comunidade empresarial e acadêmica como mais um passo importante na aproximação dos dois setores, tendo-se em vista a necessária desburocratização do ambiente de pesquisa e flexibilização das regras relativas à transferência de tecnologia por ele promovidas (BARBOSA; ARAÚJO, 2017).

Patentes e transferência de tecnologia: Algumas invenções possuem potencial valor comercial, podendo ser objeto de inovações de produtos, processos, serviços, entre outras, e, por isso, necessitam ser protegidas por uma legislação específica. Neste contexto, cada nação possui uma legislação sobre propriedade intelectual própria, baseada em princípios de tratados internacionais que lhes conferem padronização e que, portanto, são respeitados entre os países signatários (MUELLER; PERUCCHI, 2014). Dentre os direitos de propriedade intelectual, destacam-se as patentes, que são títulos de propriedade temporária e válidos em determinado território, concedidos pelo Estado, sobre invenções ou modelos de utilidade e que conferem, ao seu titular, direito exclusivo de explorar a tecnologia (produto ou processo) ou de autorizar sua exploração por outrem (MAZIERI, 2016). No Brasil, as patentes são reguladas pela Lei nº 9.279/1996 (Lei de Propriedade Industrial – LPI). Deste modo, quando uma tecnologia inovadora e com potencial aplicação no mercado é desenvolvida, é importante que seja requerida sua patente junto ao órgão competente. No Brasil, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é o responsável pelo registro e concessão. Existe também a opção de se manter os detalhes da invenção em sigilo, o que se denomina segredo industrial, mas não há segurança jurídica quanto ao direito exclusivo de exploração, uma vez que ele pode ser descoberto com o uso de técnicas de engenharia reversa, quando o produto é inserido no mercado (ARAÚJO *et al.*, 2010). Quando o titular de uma patente de invenção ou modelo de utilidade, ou de um segredo industrial, não possui condições ou interesse estratégico em produzi-lo e comercializá-lo, este pode ser objeto de um negócio jurídico denominado de transferência de tecnologia, no qual uma das partes transmite conhecimentos aplicáveis a um processo produtivo à outra, sendo remunerado por isso, fazendo-se necessário que os conhecimentos tenham sido assimilados pelo receptor (CORRÊA, 2005).

A transferência de tecnologia pode ser formalizada por diferentes tipos de contratos, dentre os quais destacam-se: licença de exploração de patentes, licença de uso de marca, licença de exploração de desenho industrial, prestação de serviços e assistência técnica, franquia, cessão, entre outros (COSTA; ALVES; GAVA, 2017). Ela pode ser realizada entre sujeitos pertencentes a um mesmo Estado soberano, tratando-se de transferência de tecnologia interna, ou entre sujeitos de diferentes Estados, tratando-se de transferência de tecnologia internacional. Pode também ser classificada como homogênea, quando houver capacidade tecnológica compatível entre os sujeitos, ou heterogênea, em que uma das partes possui capacidade

tecnológica superior à outra (ASSAFIM, 2005). Por fim, a transferência de tecnologia pode ser realizada entre sujeitos de direito público, entre sujeitos de direito privado, ou entre ambos. No Brasil, grande parte do conhecimento técnico e científico é desenvolvido nas ICTs, entre as quais destacam-se as universidades públicas. As pesquisas realizadas nas ICTs são, na maioria das vezes, fomentadas por agências governamentais, ou seja, produzidas com recursos públicos, motivo pelo qual devem ser transferidas à sociedade na forma de benefícios (RIBEIRO *et al.*, 2014). Para gestão desse conhecimento e da política de inovação da ICT, a Lei de Inovação criou os chamados Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), aos quais também compete a realização de estudos de prospecção tecnológica e inteligência competitiva, promoção e acompanhamento do relacionamento da ICT com empresas, negociação e gestão de acordos, entre outros (BRASIL, 2004). A implantação dos NITs deve atender a legislação vigente e fornecer o desenvolvimento de políticas institucionais (ALVÁN *et al.* 2007). No caso de transferência de tecnologia envolvendo ICTs, deve ser observada a importância da atuação dos NITs, sendo que este não é apenas o agente de propriedade industrial da ICT, ele deve ser um facilitador (SANTOS; TORKOMIAN, 2013). Sua função engloba a de atuar como campo de interação entre as potencialidades inovadoras da ICT e as demandas por inovação do mercado e da sociedade, inclusive por meio do apoio a pesquisadores e inventores individuais, promovendo a interação e credibilidade entre os membros da comunidade acadêmica (ALVÁN *et al.*, 2007). Assim, os NITs devem ser interlocutores ativos e interessados entre produtores e demandantes de conhecimento prático (BARBOSA, 2011). Ainda, conforme salientam Costa, Alves e Gava (2017), a transferência de tecnologia tem sido uma preocupação bastante atual dos NITs, que têm deixado o papel de meros registradores e depositantes de propriedade intelectual e passaram a agir ativamente em prol da transformação do cenário científico e tecnológico brasileiro.

Maturidade tecnológica e *Technology Readiness Levels*: O conceito de nível de maturidade ou prontidão de uma tecnologia foi criado visando a compreensão do estado em que a tecnologia desenvolvida se encontra, com objetivo de melhorar a transição de pesquisa e desenvolvimento dessa tecnologia a um projeto de desenvolvimento de produto ou sistema (OLECHOWSKI *et al.*, 2019). Uma das formas de se avaliar o nível de maturidade de uma tecnologia é pelo uso da escala denominada *Technology Readiness Levels* (SADIN *et al.* 1989; MANKINS, 1995). Essa ferramenta foi inicialmente desenvolvida pela NASA, cujas primeiras noções surgiram na década de 1960, tendo sido proposta como escala independente na década de 1970 (STRAUB, 2015). Por meio dela, é possível realizar uma medição sistemática, que auxilia tanto na avaliação da prontidão de uma tecnologia isoladamente, quanto em comparação com outras (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014).

A metodologia de análise da TRL pode ser adaptada e aplicada a diferentes casos (e.g. ALBERT *et al.*, 2015; RYBICKA; TIWARI; LEEKE, 2016; GARCIA; GANEY; WILBERT, 2017). De acordo com a *European Space Agency* (2020), que também faz uso da ferramenta, a escala TRL possui nove níveis, que variam do TRL 1, referindo-se aos princípios básicos da tecnologia, ao TRL 9, que trata do produto finalizado, após prova de conceito e validação, estando pronto para lançamento no mercado. Assim, os níveis de TRL 1 ao TRL 3 referem-se à pesquisa científica básica, parcialmente aplicada, no qual ocorrem as apresentações de resumos em eventos científicos, publicação de artigos, entre outros. Os níveis TRL 4 ao TRL 6 são relacionados à pesquisa aplicada, com a produção de trabalhos em escalas piloto. Já entre o TRL 7 ao TRL 9, a tecnologia encontra-se em fase de finalização e, em seguida, apta a ser comercializada (QUINTELLA, 2017). Os diferentes níveis da escala TRL podem ser observados na Figura 1. A avaliação pela escala TRL segue uma metodologia qualitativa, baseada em progressão hierárquica. Deste modo, a qualificação de uma tecnologia para um determinado nível de TRL só é possível após a passagem por cada um dos níveis anteriores (LINHARES, 2016). A aplicabilidade da TRL apresenta vantagens e benefícios, sendo que a divisão do desenvolvimento de tecnologias em níveis constitui uma ferramenta estratégica de gestão de projetos.

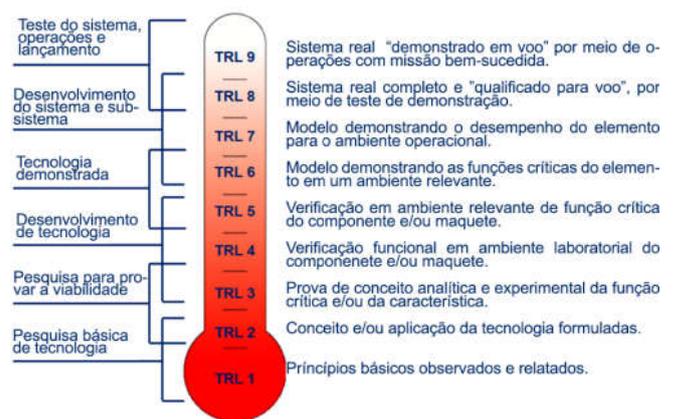


Figura 1. Termômetro de representação dos níveis da escala TRL. Fonte: Baseado em NASA (2016) e ROCHA; MELO; RIBEIRO (2017)

Ao identificarem a fase de maturidade atingida por uma determinada tecnologia, gestores, colaboradores e parceiros podem supervisionar sua evolução, programar as próximas etapas de trabalho e desenvolver a respectiva orçamentação (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014). Ela também auxilia as partes interessadas de uma determinada empresa a negociar tecnologias e a compartilhar ideias, pois fornece uma "linguagem comum" para avaliação das tecnologias em pauta (KLAR *et al.*, 2016). Assim, por meio dela é possível prever os próximos passos quanto ao desenvolvimento de uma tecnologia, necessários para se chegar à sua produção em escala comercial ou industrial, ou para tomadas de decisão, definindo estratégias relevantes, buscas por financiamentos ou por parceiros, entre outras (FERREIRA, 2013). Além disso, a escala TRL é muito utilizada e difundida internacionalmente, fazendo parte do protocolo de diversas instituições de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, em várias partes do mundo (EMBRAPA, 2018). Apesar dos inúmeros benefícios, a ferramenta possui como limitações o fato de a TRL não apresentar informações sobre as dificuldades envolvidas na progressão da tecnologia para os níveis superiores da escala e, ainda, a maturidade da tecnologia só é medida no eixo de sua capacidade de demonstração (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014). Portanto, usando-se somente as informações da TRL, não é possível afirmar se a tecnologia pode ser produzida efetivamente de forma acessível. Apesar dessa limitação, a TRL é a ferramenta mais amplamente utilizada para avaliar tecnologias e gerenciar riscos em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) (KLAR *et al.*, 2016).

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta de dados: A pesquisa foi realizada utilizando duas abordagens: pesquisa nas bases patentárias e coleta de dados em campo. A primeira etapa do trabalho foi realizada em 15 de março de 2021, consistindo no levantamento das patentes a serem estudadas, com o auxílio de técnicas de prospecção, utilizando-se como ferramenta o *software* Orbit, da empresa Questel. O *software* é composto por um banco de dados de patentes depositadas em, aproximadamente, 100 países, além de possuir ferramenta para análise dos dados obtidos na pesquisa (QUESTEL, 2021).

Na aba *Advanced Search* do referido *software*, no campo *Name*, foi efetuada uma busca pelos seguintes dados, simultaneamente:

- *Assignee*: UFU
- *Inventor*: Maduro

Após esse levantamento, os dados foram confrontados com informações obtidas pelo banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), utilizando a mesma metodologia para a busca e, após validação, foram exportados. Foi, então, construída uma tabela de identificação, apresentando os depósitos de pedidos de patentes com participação de inventores do LAFIP-NANOTEC, publicados até a data de realização da busca, contendo informações

sobre o número do processo, título, data de depósito e situação perante o INPI. Adicionalmente, foi realizada uma pré-análise do perfil dessas patentes, com o auxílio das ferramentas disponíveis no Orbit. Os resultados obtidos nessa etapa seguem apresentados no estudo de prospecção. Em seguida, foi executada a etapa de coleta de campo, que foi realizada no Laboratório de Filmes Poliméricos e Nanotecnologia (LAFIP-NANOTEC), localizado no *Campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia. A coleta dos dados de campo foi feita com a aplicação de um questionário semiestruturado, contendo questões fechadas e abertas, dividido em três seções: a primeira visou identificar os dados gerais do produto em desenvolvimento; a segunda buscou identificar o nível de prontidão tecnológica; e a terceira procurou identificar as expectativas do inventor. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Questionário foram previamente submetidos à validação e à aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), sob o nº 44525321.3.0000.5525. A aplicação do questionário foi realizada por meio de um formulário eletrônico *online*, no mês de junho de 2021. O questionário e as orientações de preenchimento foram enviados por *e-mail* ao coordenador do LAFIP-NANOTEC, que foi convidado a responder as perguntas ou encaminhá-las aos inventores que tivessem conhecimento aprofundado sobre as tecnologias.

Análise dos dados: Os dados obtidos pela prospecção de patentes foram selecionados e analisados e, com base nas respostas ao questionário aplicado, as tecnologias foram classificadas segundo a TRL. A classificação dos níveis de maturidade, foi baseada na metodologia apresentada por Santos *et al.* (2018), que propõe um método de análise do nível de maturidade tecnológica, pela TRL, no contexto das agências de fomento estatal. Assim, para cada nível de maturidade, foram elaboradas três assertivas. A classificação em um determinado nível ficou condicionada ao atendimento das três assertivas, referentes ao próprio nível e aos anteriores.

A análise da maturidade TRL levou em consideração a escala apresentada na Tabela 1.

Para a análise quantitativa foram trabalhados os dados obtidos pela prospecção tecnológica e pelas questões fechadas do questionário. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, análise tabular e de frequência das variáveis.

Tabela 1. Escala de níveis de maturidade tecnológica, para análise de TRL

Escala	Nível de maturidade
TRL 1	PESQUISA BASICA: observação e relato de princípios básicos
TRL 2	FORMULAÇÃO DE CONCEITO: definição de uma aplicação tecnológica da pesquisa
TRL 3	PROVA DE CONCEITO: experimentação preliminar da ideia da aplicação tecnológica
TRL 4	TESTE DE PROTÓTIPO EM LABORATÓRIO: validação experimental da tecnologia
TRL 5	TESTE DE PROTÓTIPO EM AMBIENTE RELEVANTE: validação do produto/processo em um contexto de uso
TRL 6	DEMONSTRAÇÃO EM ESCALA PILOTO: validação da reprodutibilidade técnica do produto/processo
TRL 7	DEMONSTRAÇÃO EM ESCALA REAL: produção escalonada
TRL 8	SISTEMA TECNOLÓGICO: produto/processo completamente funcional em ambiente operacional
TRL 9	OPERAÇÃO: funcionamento do sistema sob condições reais

Fonte: SANTOS *et al.* (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudo de prospecção: O levantamento patentário, realizado por meio do *software* Questel Orbit, recuperou 24 (vinte e quatro)

resultados, referentes aos depósitos de pedidos de patentes com participação de inventores do LAFIP-NANOTEC publicados até a data de realização da busca. Esses dados são apresentados na Tabela 2. Com o uso do *software* Questel Orbit, foi possível traçar um perfil das patentes depositadas pela Universidade Federal de Uberlândia, produzidas no LAFIP-NANOTEC. Verificou-se, inicialmente, que todas foram depositadas no Brasil. Uma evolução dos depósitos de patentes por ano pode ser visualizada na Figura 2, a partir da primeira patente depositada no ano de 2006. Figura 2. Evolução anual dos pedidos de patente depositadas pela UFU, cujos inventores pertencem ao LAFIP-NANOTEC. Fonte: baseada em dados do *software* Questel Orbit (2021). É importante ressaltar que, conforme disposto no artigo 30 da LPI, o pedido de patente é mantido em sigilo por 18 (dezoito) meses, a partir da data de depósito ou da prioridade mais antiga. Após esse prazo ele é publicado, com exceção aos pedidos de patente de interesse da defesa nacional, que permanecem mantidos em sigilo por todo o processo. Deste modo, os depósitos efetuados no final do ano de 2019, ano de 2020 e 2021 ainda não foram publicados e, portanto, não foram recuperados na busca.

Quanto às áreas de domínio tecnológico, foi realizada uma análise baseada na Classificação Internacional de Patentes (IPC) das tecnologias depositadas. A classificação IPC foi determinada pelo Acordo de Estrasburgo de 1971 (BRASIL, 1974), tendo como objetivo organizar os documentos de patentes por áreas, de modo a facilitar o acesso às buscas de anterioridade, necessárias para avaliar critérios de patenteabilidade. Esse tipo de classificação apresenta em torno de 70 mil códigos, divididos em classes e em subclasses, grupos e subgrupos. A classificação IPC foi desmembrada pelo *European Patent Office* (EPO) e pelo *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) no sistema de Classificação Cooperativa de Patentes (CPC), que é mais detalhada e apresenta, aproximadamente, 200 mil grupos (INPI, 2021). As análises realizadas no Orbit demonstraram prevalecer tecnologias nas áreas de análise de materiais biológicos (20,45%) e biotecnologia (18,18%), seguidas da área de materiais e metalurgia (13,64%). Como um pedido de patente pode ser classificado em mais de uma IPC, foi efetuada uma análise de cluster, com teste de perfil de similaridade (SIMPROF), cujos resultados estão demonstrados na Figura 3. Os resultados do teste são exibidos por uma convenção de cores no gráfico do dendrograma, sendo que as amostras conectadas por linhas vermelhas não podem ser diferenciadas de forma significativa. Isso se caracteriza, principalmente, pela especialização das pesquisas desenvolvidas no laboratório. Dentre os processos relacionados aos grupos que diferem dos demais, estão as tintas condutoras e o dispositivo de agitação, que não é um biossensor, mas sim um equipamento para uso em laboratórios. Com relação aos parceiros da Universidade Federal de Uberlândia (Figura 4), verifica-se uma maior participação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e de apenas uma empresa como cotitular das tecnologias. Portanto, é possível inferir que a maior parte do financiamento para o desenvolvimento dessas pesquisas adveio de recursos públicos, em detrimento dos privados. De acordo com os dados obtidos, pertencem exclusivamente à UFU 13 (treze) depósitos de pedidos de patentes. Existem 8 (oito) depósitos em cotitularidade entre UFU e FAPEMIG, provavelmente aqueles que foram financiados pela agência de fomento, tornando-a a principal parceira da universidade. Depósitos de pedidos de patentes envolvendo UFU e a empresa Imunoscan somam 2 (dois) documentos e, por fim, há 1 (um) depósito em cotitularidade entre UFU, Imunoscan e FAPEMIG. Dados sobre cotitularidade de patentes são importantes, pois, para celebração de quaisquer acordos de transferência de tecnologia, deve haver envolvimento de todos os cotitulares.

Níveis de maturidade ou prontidão tecnológica: Conforme informado pelo respondente, as patentes PI 0603590-6, PI 0903089-1 e PI 0904827-8 foram desenvolvidas por outro grupo de pesquisa, tendo a participação dos pesquisadores do LAFIP-NANOTEC como coinventores, motivo pelo qual foram excluídas do questionário. Obteve-se, portanto, 21 (vinte e uma) respostas. Dentre as patentes ou pedidos de patentes, todas as respostas classificaram as tecnologias como radicais.

Tabela 2. Depósitos de patentes com participação de inventores do LAFIP-NANOTEC

Processo	Título	Data de depósito	Status
PI 0603590-6	Métodos para imunoadglutinação em micro e nanoesferas de poliestireno	21/08/2006	Indeferida
PI 0903089-1	Peptídeos recombinantes e motivos proteicos miméticos a antígenos de Leishmania e suas aplicações	12/08/2009	Requerida
PI 0904827-8	Peptídeos recombinantes e motivos proteicos associados à doença de chagas e suas aplicações	06/11/2009	Requerida
BR 10 2012 003901-0	Dispositivo óptico para detecção de marcador específico de lesão cardíaca	23/02/2012	Concedida
BR 10 2012 005556-2	Metodologia para construção e utilização de genossensor eletroquímico para diagnóstico da hepatite B	13/03/2012	Requerida
BR 10 2012 012879-9	Método de preparo de flocos de prata	29/05/2012	Concedida
BR 10 2013 001459-1	Composição e método de preparo de tinta condutiva de prata	21/01/2013	Requerida
BR 10 2013 031310-6	Genossensor eletroquímico para diagnóstico da meningite meningocócica	05/12/2013	Requerida
BR 10 2014 024528-6	Metodologia de construção de imunossensor para o diagnóstico de câncer de ovário	30/09/2014	Requerida
BR 10 2015 014042-8	Uso e aplicação de tetrametilbenzidina (TMB) em genossensores eletroquímicos	12/06/2015	Requerida
BR 10 2015 026870-0	Metodologia para construção de imunossensores para a detecção de Proteína C Reativa	22/10/2015	Requerida
BR 10 2015 028052-1	Metodologia de preparação do compósito polimérico a base de óxido de grafeno reduzido e poli (ácido 3- hidroxifenilacético), como matriz para hibridização de oligonucleotídeo	05/11/2015	Requerida
BR 10 2016 029108-9	Metodologia de preparo de um imunossensor para detecção do hormônio tireoidiano L-triiodotironina	09/12/2016	Requerida
BR 10 2017 007355-6	Método para construção de um sensor biomimético para a detecção de artrite reumatoide	10/04/2017	Requerida
BR 10 2017 010680-2	Método de preparo de um bioeletrodo para detecção da bactéria <i>Alicyclobacillus acidoterrestis</i> em suco de laranja	22/05/2017	Requerida
BR 10 2017 011746-4	Metodologia para construção de dispositivo óptico para o diagnóstico da hepatite B	01/06/2017	Requerida
BR 10 2018 007378-8	Tinta condutora com aplicação em dispositivos biossensores e método de preparo da tinta condutora	12/04/2018	Requerida
BR 10 2018 010863-8	Método de síntese de nanopartículas de prata e dispositivo colorimétrico e óptico para diagnóstico do vírus zika	28/05/2018	Requerida
BR 10 2018 012161-8	Microbioeletrodo para a detecção da bactéria <i>Alicyclobacillus acidoterrestis</i>	14/06/2018	Requerida
BR 10 2018 068091-9	Eletrodo de trabalho produzido a partir de materiais de baixo custo	06/09/2018	Requerida
BR 10 2018 068964-9	Dispositivo de agitação	18/09/2018	Requerida
BR 10 2019 000093-7	Biossensor para diagnóstico de transtorno depressivo maior em idosos	03/01/2019	Requerida
BR 10 2019 009513-0	Método de síntese verde de nanopartículas de ouro polimórficas e uso	09/05/2019	Requerida
BR 10 2019 011591-2	Metodologia para construção de eletrodo impresso	04/06/2019	Requerida

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Tabela 3. Nível de maturidade das tecnologias desenvolvidas no LAFIP-NANOTEC

Item	Identificação	TRL	Próximas etapas
1	BR 10 2012 003901-0	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
2	BR 10 2012 005556-2	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
3	BR 10 2012 012879-9	5	Identificação de possíveis riscos e estudo de escalabilidade técnica da produção
4	BR 10 2013 001459-1	5	Estudo de escalabilidade técnica da produção
5	BR 10 2013 031310-6	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
6	BR 10 2014 024528-6	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
7	BR 10 2015 014042-8	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
8	BR 10 2015 026870-0	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
9	BR 10 2015 028052-1	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
10	BR 10 2016 029108-9	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
11	BR 10 2017 007355-6	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
12	BR 10 2017 010680-2	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
13	BR 10 2017 011746-4	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
14	BR 10 2018 007378-8	5	Identificação de possíveis riscos e reprodução em escala piloto
15	BR 10 2018 010863-8	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
16	BR 10 2018 012161-8	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
17	BR 10 2018 068091-9	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
18	BR 10 2018 068964-9	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
19	BR 10 2019 000093-7	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
20	BR 10 2019 009513-0	4	Identificação de possíveis riscos e teste de protótipo melhorado em ambiente relevante
21	BR 10 2019 011591-2	4	Identificação de possíveis riscos e especificação dos requisitos para efetivo uso do produto/processo

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Inovações radicais são aquelas que representam a criação de um novo conjunto de características, expressas em um produto totalmente novo; enquanto as inovações incrementais, demonstram substituição de características no produto ou serviço, mas não uma mudança na estrutura geral do sistema (FERREIRA *et al.*, 2015). As inovações radicais, portanto, são responsáveis por causar um impacto significativo em um mercado e, conseqüentemente, nas atividades econômicas das empresas nele inseridas (OCDE, 2005).

As tecnologias estudadas por esta pesquisa não foram desenvolvidas sob demanda e foi realizada prospecção de inovação similar, em todos os casos. O financiamento de todas as pesquisas, até o grau de desenvolvimento em que se encontram, deu-se mediante emprego de recursos públicos, conforme pode ser apreciado na Figura 4. A maior parte dos recursos financeiros empregados pelos pesquisadores (61,9%) adveio, portanto, de agências de fomento.

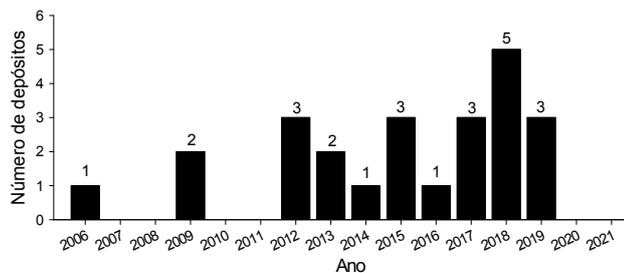


Figura 2. Evolução anual dos pedidos de patente depositadas pela UFU, cujos inventores pertencem ao LAFIP-NANOTEC. Fonte: baseada em dados do software Questel Orbit (2021)

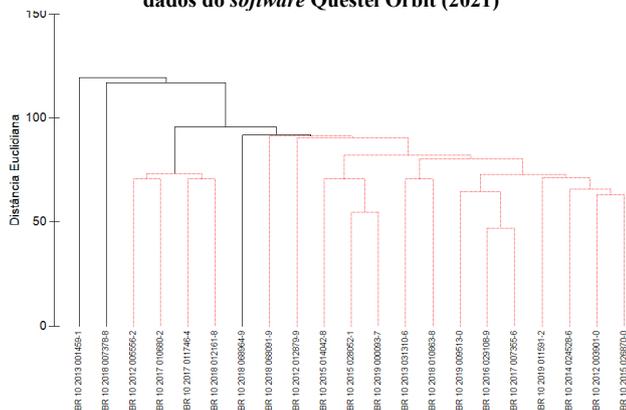


Figura 3. Análise de cluster dos processos, baseada na classificação IPC. Fonte: elaborada pelos autores (2021)

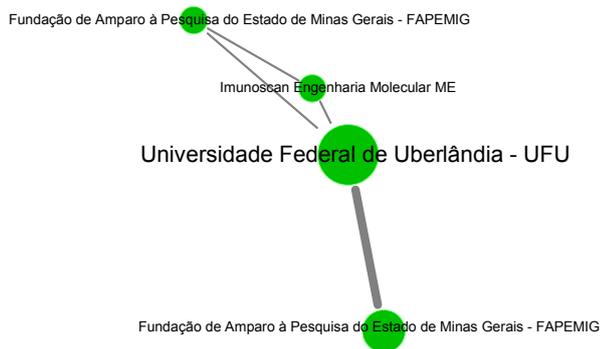
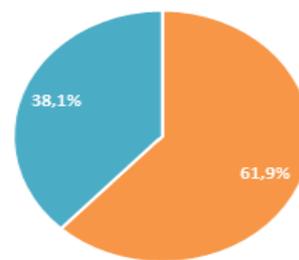


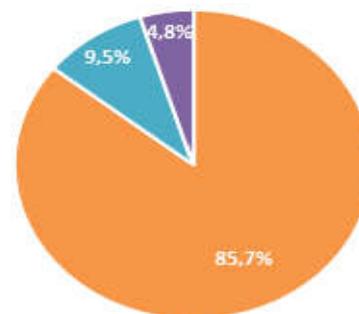
Figura 4. Distribuição das tecnologias por cotitular. Fonte: adaptada do software Questel Orbit (2021)

As demais pesquisas utilizaram apenas os recursos disponíveis na ICT, quais sejam: equipamentos, reagentes químicos, insumos, entre outros. Por meio deste resultado, foi possível concluir que a participação da empresa cotitular, apontada pela Figura 5, ocorreu nas patentes desenvolvidas pelo grupo parceiro de pesquisa, e não pelo LAFIP-NANOTEC. Com relação à aplicabilidade das tecnologias, tem-se uma maior expressividade na área da saúde, como pode ser verificado pela Figura 6, o que corroborou com os dados obtidos no estudo de prospecção. O estudo do nível de maturidade das tecnologias apontou o resultado apresentado na Tabela 3. Deste modo, tem-se 85,7% das tecnologias estudadas, foram classificadas no nível de maturidade TRL 4 e 14,3% no nível TRL 5. Conforme exposto na Figura 1, os níveis TRL 4 e TRL 5 referem-se à etapa de desenvolvimento da tecnologia, correspondendo aos testes de protótipos, em laboratório e em ambiente relevante, respectivamente. Conforme disposto na literatura, tecnologias que apresentam TRL igual ou superior à TRL 4, começam a se diferenciar de uma simples pesquisa, aproximando-se da possibilidade de se tornarem produtos passíveis de comercialização (GHESTI *et al.*, 2019). Quando a prova de conceito da tecnologia está pronta e ela caminha para a TRL 4, pode-se intencionar pelas parcerias entre a universidade e a indústria, objetivando aperfeiçoamento dos resultados alcançados ou, até mesmo, dar início ao processo de escalonamento.



■ Agência de fomento pública, apenas (submissão de projeto a edital, termo de outorga, etc.)
 ■ Não houve financiamento (foram utilizados apenas os recursos disponíveis na ICT)

Figura 5. Fontes de financiamento para realização das pesquisas. Fonte: elaborada pelos autores (2021)



■ Detecção/diagnóstico de doenças
 ■ Indústria de alimentos
 ■ Laboratórios na área Química

Figura 6. Aplicabilidade das tecnologias desenvolvidas no LAFIP-NANOTEC. Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Na TRL 5, que é uma continuação da TRL 4, a tecnologia já pode ser identificada como *bread board*, ou seja, há o foco em pesquisa aplicada (GHESTI *et al.*, 2019). Foi verificado, pela pesquisa, que houve a valoração de uma das tecnologias, a BR 10 2017 010680 2. Todavia, empresas não manifestaram, até o momento, interesse para formalização de parcerias voltadas à transferência das tecnologias. Ainda, de acordo com os dados coletados, os produtos levariam mais de dois anos para estarem aptos a serem lançados no mercado. Assim, levando-se em consideração a fase em que as tecnologias se encontram, tem-se um bom momento para buscar parcerias para a realização dos testes em ambiente relevante e de escalabilidade. É importante destacar que algumas tecnologias tiveram assertivas confirmadas em estágio mais avançado, sendo que em 14 (catorze) delas afirmou-se que as necessidades (e/ou desejos) do público-alvo podem ser atendidas com o produto/processo e, em 3 (três), afirmou-se que o produto/processo está pronto para comercialização competitiva (considerando desempenho, custo, qualidade, confiabilidade). Essas tecnologias não foram classificadas em TRL mais alta pela necessidade de cumprimento de algumas etapas intermediárias, uma vez que obteve-se resposta negativa para as seguintes assertivas:

- um estudo de escalabilidade técnica da produção foi finalizado;
- uma análise da viabilidade econômica e comercial da produção do produto/processo em escala real foi realizada;
- o produto/processo foi produzido de maneira consistente em escala real;
- o produto/processo foi testado sob condições atípicas;
- o produto/processo como um todo foi testado com sucesso em ambiente operacional;
- cada funcionalidade do produto/processo foi testada com sucesso em ambiente operacional.

Deste modo, o planejamento para elevar o nível de prontidão das tecnologias deve estar alinhado ao cumprimento dessas etapas. Quanto às expectativas dos inventores, por se tratarem de tecnologias de elevada aplicabilidade, principalmente na área da saúde, foi manifestada uma expectativa positiva, em todos os casos. Alguns dos dispositivos podem ser utilizados na detecção de doenças com grande impacto na população, como hepatite B, meningite, câncer de ovário, lesões cardíacas, zika, depressão, entre outras. Ainda, de acordo com as respostas levantadas, as tecnologias apresentam boa estabilidade e possuem protótipos desenvolvidos. Neste sentido, a importância do NIT no processo de transferência de tecnologia foi classificada como muito relevante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Laboratório de Filmes Poliméricos e Nanotecnologia possui ampla competência no desenvolvimento de filmes poliméricos com aplicação na área de biossensores, que, por sua vez, são dispositivos utilizados para detecção e quantificação de compostos de interesse, muito úteis para as áreas da saúde, em diagnósticos e acompanhamento de doenças, detecção de contaminantes em alimentos e monitoramento ambiental, e eletrossíntese orgânica. Verificou-se sobre a importância de se conhecer o perfil das tecnologias desenvolvidas em uma ICT, com vistas à participação em rodadas de negociação com possíveis interessados na formalização de parcerias. Pelo estudo em tela, foi possível realizar o levantamento de 24 tecnologias, desenvolvidas, até o momento, com recursos públicos, aplicáveis, em sua maioria, na área da saúde. Destas, 21 foram avaliadas quanto ao nível de maturidade, encontrando-se, atualmente, nos níveis TRL 4 e TRL 5. Dentre os pedidos de patente analisados, há predominância das tecnologias no nível TRL 4, que corresponde à etapa de desenvolvimento dos produtos, com teste de protótipo realizado em laboratório. As três tecnologias que atingiram a TRL 5 correspondem à etapa de testes de protótipo em ambiente relevante. Embora algumas dessas tecnologias apresentem bons resultados relacionados a um nível mais avançado de TRL, é necessário passar por testes que apresentem resultados satisfatórios nas fases intermediárias, que ainda não foram cumpridos, relativos aos ambientes relevante e operacional (TRL 6 e TR 7, respectivamente), garantindo as condições necessárias para a produção e comercialização das tecnologias (TRL 9). Constatou-se que, embora haja expectativas positivas dos inventores quanto à aplicabilidade das tecnologias, até o momento não foram firmadas parcerias com empresas visando o desenvolvimento dos produtos, elevação de sua maturidade e inserção no mercado. Neste sentido, é importante alinhar, junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica da instituição, estratégias de captação de possíveis parceiros. Outra opção é a criação de empresas *start up*, pelos próprios membros do grupo de pesquisa para licenciar as tecnologias, o que se tornou possível com a vigência do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Dentre as principais dificuldades encontradas para a realização do estudo, cita-se o fato de que, embora as ferramentas de busca sejam muito eficientes, é necessário conferir os dados manualmente, fazendo diferentes testes com palavras-chaves, pois o programa pode não reconhecer algum tipo de caractere. Por exemplo, ao efetuar a busca por “Universidade Federal de Uberlândia” o *software* não faz o reconhecimento, pois a palavra está grafada, erroneamente, como “Uberlândia”. Já a busca com o termo UFU apresenta resultados satisfatórios. Para trabalhos futuros, pretende-se ampliar o estudo para as demais tecnologias patenteadas pela Universidade Federal de Uberlândia.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) e aos coordenadores do Laboratório de Filmes Poliméricos e Nanotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia, Prof. Dr. João Marcos Maduro e Profª. Dra. Ana Graci Brito Maduro, por,

gentilmente, terem fornecido dados imprescindíveis para a realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, T., MOEHRLE, M. G., MEYER S. Technology maturity assessment based on blog analysis. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 92, p. 196-209, 2015.
- ALVÁN, C. A. O. D., SILVA, M., DANIANI, J. H. S. An approach of how to establish a technological innovation nucleus in Brazilian general command of aerospace technology. *Proceedings*, p. 711- 715, 2007.
- ARAÚJO, E. F., BARBOSA, C. M., QUEIROGA, E. S. ALVES, F. F. Propriedade intelectual: proteção e gestão estratégica do conhecimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, p. 01-10, jul. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010001300001. Acesso em: 23 fev. 2021.
- ASSAFIM, J. M. L. A Transferência de Tecnologia no Brasil: aspectos contratuais e concorrenciais da propriedade industrial. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.
- BARBOSA, D. B. Direito de inovação: comentários à Lei Federal de Inovação, Incentivos Fiscais à Inovação, legislação estadual e local, poder de compra do Estado (modificações à Lei de Licitações). 2. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.
- BARBOSA, C. M., ARAÚJO, E. F. O Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação e os seus principais enfoques. In: ESPÍNDOLA, F., PALUMA, T. (Org.). *Boas Práticas em Gestão da Inovação*. 1. ed. Curitiba: Íthala, 2017.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 14 nov. 2020.
- BRASIL. Decreto Legislativo nº 59, de 30 de agosto de 1974. Aprova o texto do Acordo de Estrasburgo relativo à Classificação Internacional de Patentes, firmada em Estrasburgo, a 24 de março de 1971. Senado Federal: Brasília, DF. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1970-1979/decretolegislativo-59-30-agosto-1974-346380-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 28 maio 2021.
- BRASIL. Lei nº 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/L10.973.htm. Acesso em: 14 nov. 2020.
- BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm. Acesso em: 23 fev. 2021.
- CORRÊA, D. R. *Contratos de Transferência de Tecnologia: fundamentos para o controle de práticas abusivas e cláusulas restritivas*. Belo Horizonte: Movimento Editorial da Faculdade de Direito da UFMG, 2005.
- COSTA, T. C., ALVES, F. F., GAVA, R. Impactos da transferência de tecnologia e do licenciamento como resultado da atuação do NIT- UFV. In: ESPÍNDOLA, F., PALUMA, T. (Org.). *Boas Práticas em Gestão da Inovação*. 1. ed. Curitiba: Íthala, 2017.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual sobre o uso da escala TRL/MRL. Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, 2018. Disponível em: <https://cloud.cnpqc.embrapa.br/nap/files/2018/08/EscalaTRL-MRL-17Abr2018.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.
- ENGBLOM, S. O. The phosphate sensor. *Biosensors and Bioelectronics*, v. 13, p. 981-994, 1998.
- ETZKOWITZ, H. Technology transfer: the second academic revolution. *Technology Access Report*, 6(7), p. 7-9, 1993.
- ETZKOWITZ, H., LEYDESDORFF, L. The Triple Helix – University-industry-government relations: a laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review*, 14(1), p. 14-19, 1995.

- EUROPEAN SPACE AGENCY. Technology Readiness Level (TRL). The ESA Science Technology Development Route, 2020. Disponível em <http://sci.esa.int/sre-ft/50124-technologyreadiness-level/>. Acesso em: 16 nov. 2020.
- FERREIRA, E. M. S. Estruturação do Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008530.p df>. Acesso em: 18 fev. 2020.
- FERREIRA, V. R. S., TETE, M. F., SILVA-FILHO, A. I., SOUSA, M. M. Inovação no setor público federal no Brasil na perspectiva da inovação em serviços. RAI Revista de Administração e Inovação, 12(4), p. 99-118, out./dez. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1809203916301152>. Acesso em: 26 abr. 2021.
- GARCIA, A., GANEY, N., WILBERT, J. Human readiness assessment: a multivariate approach. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 61, p. 106-109, 2017, <https://doi.org/10.1177/1541931213601495>.
- GHESTI, G. F., LIMA, L. A., OLIVEIRA, L. P., TENÓRIO, L. X. S., SILVA, M. L., PY-DANIEL, S. S., FERNANDES, T. L. Desenvolvimento tecnológico e a maturidade das pesquisas no âmbito das instituições de pesquisa científica e tecnológica (ICT) no Brasil. Cadernos de Prospecção, 12(1), p. 31-47, mar. 2019. Disponível em: <https://cienciasmedicasbiologicas.ufba.br/index.php/nit/article/view/27248/16960>. Acesso em: 09 maio 2021.
- GIL, L., ANDRADE, M. H., COSTA, M. C. Os TRL (Technology ReadinessLevels) como ferramenta na avaliação tecnológica. Revista Ingenium, n. 139, jan/fev 2014, p. 94-96. Disponível em: <http://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/2771>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Classificação de Patentes. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao-de-patentes>. Acesso em: 09 maio 2021.
- KLAR, D., FRISHAMMAR, J., ROMAN, V., HALLBERG, D. A Technology Readiness Level scale for iron and steel industries. Ironmaking & Steelmaking, 43(7), mar. 2016, p. 1-6. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/298917027_A_Technology_Readiness_Level_scale_for_iron_and_steel_industries. Acesso em: 25 mar. 2021.
- LINHARES, M. V. D. Uso de big data e criação de tecnologia (software e hardware), com prova de conceito e validação, para identificar, diagnosticar e prever os fatores de riscos no controle de qualidade da cadeia produtiva e industrial do mel com prospecção tecnológica visando transferência da tecnologia. 2016. Tese (Doutorado em Biotecnologia). Rede Nordeste de Biotecnologia, Salvador, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/24108/1/TESE_MARCU_S_LINHARES.pdf#page=88. Acesso em: 16 nov. 2020.
- MANKINS, J. C. Technology Readiness Levels: a white paper. Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA, 1995. Disponível em: http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.
- MATIAS-PEREIRA, J., KRUGLIANSKAS, I. Gestão de inovação: a Lei de Inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. RAE-eletrônica, v. 4, n. 2, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/raeel/v4n2/v4n2a03.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.
- MAZIERI, M. R. Patentes e inovação frugal em uma perspectiva contributiva. 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1600>. Acesso em: 23 fev. 2021.
- MUELLER, S. P. M., PERUCCHI, V. Universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica. Perspectivas em Ciência da Informação, 19(2), p.15-36, abr./jun. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pci/v19n2/03.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.
- NAKAMURA, H., KARUBE, I. Current research activity in biosensors. Analytical and Bioanalytical Chemistry, v. 377, p. 446-468, 2003.
- NASA – National Aeronautics and Space Administration. Final Report of the NASA Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team. HQ Office of the Chief Engineer/Steven Hirshorn and HQ Office of the Chief Technologist/Sharon Jefferies, mar. 2016.
- OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Manual de Oslo: Diretrizes para Coleta e Interpretação de dados sobre Inovação. Traduzido pela FINEP. Rio de Janeiro, 3a. Edição (2005). Disponível em: <http://www.simi.org.br/e-book/manual-de-oslo>. Acesso em: 27 abr. 2021.
- OLECHOWSKI, A. L., EPPINGER, S. D., JOGLEKAR, N., TOMASCHEK, K. Technology readiness levels: shortcomings and improvement opportunities. Systems Engineering, v. 20, p. 395-408, 2019.
- PARANHOS, J., CATALDO, B., PINTO, A. C. A. Criação, institucionalização e funcionamento dos Núcleos de Inovação Tecnológica no Brasil: características e desafios. Revista Eletrônica de Administração, 24(2), p. 253-280, maio/ago. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-23112018000200253. Acesso em: 22 fev. 2021.
- PLUME, A., VAN WEIJEN, D. Publish or perish? The rise of the fractional author... Research Trends, 38, set. 2014. Disponível em: <https://www.researchtrends.com/issue-38-september-2014/publish-or-perish-the-rise-of-the-fractional-author/>. Acesso em: 07 ago. 2021.
- QUESTEL. OrbitIntelligence [Base de dados – Internet]. Questel; 2021. Disponível em: <http://www.orbit.com/>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- QUINTELLA, C. A revista Cadernos de Prospecção e os níveis de maturidade de tecnologias (TRL). Cadernos de Prospecção, Salvador, 10(1), pg. 1-2, jan./mar. 2017. Disponível em: https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/21864/pdf_202. Acesso em: 26 nov. 2020.
- RIBEIRO, E. F. S., MELO, F. R. G., MACÊDO, L. S., GUIMARÃES, L. C. Propriedade intelectual na UFU: proteção e negociação. Uberlândia: UFU, Agência Intelecto, 2014.
- ROCHA, D., MELO, F. C. L., RIBEIRO, J. Uma adaptação da metodologia TRL. Revista Gestão em Engenharia, 4(1), p. 45-56, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://www.mec.ita.br/~cge/RGE/ARTIGOS/v04n01a04.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.
- RYBICKA, J., TIWARI, A., LEEKE, G. A. Tehcnology readiness level assessment of composites recycling technologies. Journal of Cleaner Production, v. 112, p. 1001-1012, 2016.
- SADIN, S. R., POVINELLI, F. P., ROSESN, R., NASA, The NASA technology push towards future space mission systems. Acta Astronautica, v. 20, p. 73-77, 1989.
- SALOMÃO, P. E. A. Produção e aplicação de biossensores: uma breve revisão. Research Society and Development, 7(3), p. 01-11, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327937929_Producao_e_Aplicacao_de_Biossensores_Uma_Breve_Revisao. Acesso em: 15 fev. 2021.
- SANTOS, A. B., PEREIRA, B. S., BAGNO, R. B., GUERRA, P. V. Proposta de um método de análise do nível de maturidade tecnológica (TRL) no contexto de uma agência de fomento estatal. XI Workshop do Instituto de Gestão de Desenvolvimento de Produto, CITIES/Algar, ago. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Raoni-Bagno/publication/327235226_PROPOSTA_DE_UM_METODO_DE_ANALISE_DO_NIVEL_DE_MATURIDADE_TECNOLOGICA_TRL_NO_CONTEXTO_DE_UMA_AGENCIA_DE_FOMENTO_ESTATAL/links/5b82fdd8299bf1d5a729781e/PROPOSTA-DE-UM-METODO-DE-ANALISE-DO-NIVEL-DE-MATURIDADE-TECNOLOGICA-TRL-NO-CONTEXT-DE-

- UMA-AGENCIA-DE-FOMENTO-ESTATAL.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.
- SANTOS, M. E. R., TORKOMIAN, A. L. V. Technology transfer and innovation: the role of the Brazilian TTOs. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*. v. 12, n. 1, 2013.
- STRAUB, J. In search of technology readiness level (TRL) 10. *Aerospace Science and Technology*, 46, p. 312–320, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S127096381500214X>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- THÉVENOT, D. R., TOTH, K., DURST, R. A., WILSON, G. S. Electrochemical biosensors: recommended definitions and classification. *Biosensors and Bioelectronics*, 16(1-2), p. 121-131, 2001, [https://doi.org/10.1016/S0956-5663\(01\)00115-4](https://doi.org/10.1016/S0956-5663(01)00115-4).
- UFU, Universidade Federal de Uberlândia. LAFIP: Laboratório de Filmes Poliméricos e Nanotecnologia. Instituto de Química, 2011. Disponível em: <http://www.iq.ufu.br/node/93>. Acesso em: 26 nov. 2020.
