



TEORIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS (TRIZ):
INOVAÇÕES NA BIOTECNOLOGIA APLICADA À SAÚDE HUMANA

Christiane de Fátima Silva Marques

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Marcus Vinícius de Araújo Fonseca

Rio de Janeiro

Junho de 2017

TEORIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS (TRIZ):
INOVAÇÕES NA BIOTECNOLOGIA APLICADA À SAÚDE HUMANA

Christiane de Fátima Silva Marques

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Marcus Vinícius de Araújo Fonseca, D.Sc.

Prof. Elton Fernandes, D.Sc.

Prof^a. Suzana Borschiver, D.Sc.

Prof^a. Maria Simone de Menezes Alencar, D.Sc.

Prof. Jorge Lima de Magalhães, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2017

Marques, Christiane de Fátima Silva

Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ):
Inovações na biotecnologia aplicada à saúde humana/
Christiane de Fátima Silva Marques – Rio de Janeiro:
UFRJ/COPPE, 2017.

XIV, 133 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Marcus Vinícius de Araújo Fonseca

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de
Engenharia de Produção, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 96-107.

1. TRIZ. 2. Biotecnologia. 3. Prospecção Tecnológica. I.
Fonseca, Marcus Vinícius de Araújo. II. Universidade
Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de
Engenharia de Produção. III. Título.

Dedicatória

“(...) se uma pessoa fizesse apenas o que entende, jamais avançaria um passo”.

A maçã no escuro - Clarice Linspector

Dedico este trabalho a todos que promovem avanços importantes na ciência por não se deixarem intimidar pelas dificuldades e pelo medo do desconhecido.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a concretização deste sonho e realização deste trabalho, em especial:

- A Deus, força motriz de tudo, por cada dia de minha jornada, por tudo que aprendi e pude ensinar;
- Aos meus pais, pelos exemplos de caráter, trabalho e amor, pelo apoio incondicional em todos os momentos desta e de todas as partes da minha vida;
- Ao meu orientador, minha enorme gratidão, por confiar em meu trabalho, pelo incentivo demonstrado em elogios e palavras gentis e por sempre ‘desconstruir’ os problemas que eu criava com tanto empenho;
- Aos membros das bancas, por aceitarem o convite para avaliar as diferentes etapas deste trabalho e pelas inúmeras e indispensáveis contribuições;
- Aos professores e profissionais do Programa de Engenharia de Produção, pela troca de ideias e experiências, pelos ensinamentos e orientações que levo para toda a vida acadêmica e profissional e pelo apoio à execução deste trabalho;
- Aos meus colegas de curso, por compartilharem os grandes desafios enfrentados ao longo deste doutorado;
- Às minhas chefias imediatas, pelo apoio, por terem me liberado parcialmente e aberto espaço para que eu pudesse aprofundar conhecimentos na área que tanto me encanta;
- Aos meus colegas de trabalho do LATED/Bio-Manguinhos/Fiocruz, pelas resenhas, pelo carinho e paciência ao longo desta viagem louca e estressante, especialmente nos últimos ‘quilômetros’. Em especial, Bernardo, Leila e Marcelle, agradeço o comprometimento e, acima de tudo, a enorme dedicação de vocês ao trabalho que desenvolvemos juntos;
- Às amigas queridas, em especial à Marta e Bárbara, pelas risadas, cumplicidade e injeção de energia boa durante este percurso. Por estarem sempre dispostas a ajudar e a me lembrar que nunca estamos sozinhos em nossas caminhadas. Vocês são maravilhosas;
- À amiguxa Bruna Fonseca, pelo auxílio em boa parte das análises e pela parceria (de trabalho e viagens). Obrigada pelos elogios sinceros, pelas críticas sutis e construtivas. Cada conversa nossa vale muito para mim;
- À minha família, pelo incentivo e torcida permanente para que tudo desse certo, em especial aos meus filhos, que representam meu porto seguro e minha inspiração.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

TEORIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS (TRIZ):
INOVAÇÕES NA BIOTECNOLOGIA APLICADA À SAÚDE HUMANA

Christiane de Fátima Silva Marques

Junho/2017

Orientador: Marcus Vinícius de Araújo Fonseca

Programa: Engenharia de Produção

O presente trabalho caracteriza, de forma ampla e por meio de uma análise bibliométrica, a Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ), abordando conceitos teóricos, perfil das publicações sobre o tema e principais contribuições descritas na literatura sobre formas de aplicação desta ferramenta de estímulo à inovação. Por meio de estudo patentométrico, é investigada a combinação da contagem de citações posteriores de patentes e análise TRIZ como um método para a identificação das principais invenções de impacto em uma determinada área do conhecimento. Documentos de patente foram obtidos em uma base de dados comercial para testar a hipótese inicial sobre a relevância informativa da combinação desses indicadores. A biotecnologia moderna aplicada à saúde humana foi o modelo de estudo, uma área reconhecidamente dinâmica, de alta densidade tecnológica, baseada em conhecimento, na qual a proteção da propriedade intelectual é crucial. Os documentos recuperados foram analisados sob a perspectiva da TRIZ e todas as invenções significativas na área de estudo foram identificadas. Os resultados sugerem que utilizando o método proposto é possível reunir informações-chave sobre uma área tecnológica, identificando padrões específicos e tendências de evolução das tecnologias. A combinação destes indicadores de valor de patentes e das ferramentas TRIZ pode ser aplicada a outros estudos para auxiliar ações de gestão da inovação e planejamento tecnológico estratégico (acadêmicas, corporativas e governamentais) e, em última instância, aumentar o impacto da inovação em iniciativas mundiais de pesquisa e desenvolvimento.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

THEORY OF INVENTIVE PROBLEM SOLVING (TRIZ):
INNOVATIONS ON BIOTECHNOLOGY APPLIED TO HUMAN HEALTH

Christiane de Fátima Silva Marques

June/2017

Advisor: Marcus Vinícius de Araújo Fonseca

Department: Production Engineering

The present work characterizes the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) in a broad way and by means of a bibliometric study. Theoretical concepts, publication profiles and main contributions described in the literature on the application of this tool to stimulate innovation are reviewed. The study also investigates the combination of forward patent citations count and TRIZ analysis as a method for identifying key inventions impacting on a particular area of knowledge. Patent documents were obtained from a commercial database to test the initial hypothesis about the informative relevance of the combination of these indicators. Modern biotechnology applied to human health was the study model, for being a dynamic, knowledge-based, high technology density area, in which patents are considered crucial instruments for the protection of intellectual property. Retrieved documents were analyzed from the perspective of TRIZ principles and all significant inventions in the study area could be identified. The results suggest that, by using the proposed method, it is possible to gather key information about a given technological area, and to identify specific patterns and technology evolution trends. The combination of these patent value indicators and TRIZ tools can be applied in several studies to help innovation management and strategic planning (academic, corporative and governmental) studies, and, at last, to increase the innovation impact of global R&D initiatives.

Sumário

	Página
1 Introdução	01
1.1 Justificativa e relevância do estudo	04
1.2 Hipótese de trabalho	06
1.3 Objetivos	07
1.3.1 Objetivo geral	07
1.3.2 Objetivos específicos	07
1.4 Estrutura do estudo	08
2 Revisão da Literatura	09
2.1 Elementos fundamentais da TRIZ	09
2.1.1 Padrões, princípios inventivos e tendências de evolução	14
2.1.2 Níveis de inventividade	18
2.2 Bibliometria sobre a TRIZ	19
2.2.1 Perfil geral das publicações sobre a TRIZ	19
2.2.2 Ferramentas computadorizadas de análise TRIZ	25
2.3 Patentes	26
2.3.1 Patente como fonte de informação tecnológica e indicador de desempenho	29
2.3.2 Análise de patentes e monitoramento tecnológico	31
2.3.3 Citações posteriores como indicadores de valor de um patente	32
2.4 TRIZ, patentometria e inovação	34
2.5 Biotecnologia e Saúde	38
2.5.1 Sistema Nacional de Inovação em Saúde	42
2.5.2 Complexo Econômico-Industrial da Saúde	43
2.5.3 Patentes em biotecnologia – impacto, relevância e valor	45
3 Metodologia da Pesquisa	48
3.1 Delineamento da pesquisa	48
3.2 Fontes de informação e recortes metodológicos	48
3.3 Ferramentas e métodos de análise das informações	50
3.3.1 Fase 1 – Perfil geral dos documentos de patente	51
3.3.2 Fase 2 – Análise das citações posteriores	51
3.3.3 Fase 3 – Análise TRIZ	52
4 Resultados	57
4.1 Perfil das patentes	58
4.2 Citações posteriores	68

4.3 Níveis de inventividade TRIZ	70
4.4 Análise combinada de citações e níveis de inventividade	70
4.5 Nuvens de palavras	71
5 Discussão	74
6 Conclusões	92
6.1 Perspectivas e possíveis desdobramentos	93
6.2 Considerações finais	94
Referências Bibliográficas	96
Anexos	108
Anexo 1 - Artigo publicado: “Fontes de informação tecnológica em biotecnologia: variedade, confiabilidade e uso por sistemas de informação, organizações e grupos de pesquisa”	108
Anexo 2 - Artigo submetido para publicação: “Inovação por um TRIZ: teoria e prática”.	122
Anexo 3 - Características gerais dos dados recuperados e estratégia de limpeza prévia à análise bibliométrica, segundo critérios e recortes metodológicos adotados no presente estudo.	124
Anexo 4 - Publicações de destaque sobre a TRIZ, considerando autores mais produtivos e mais citados, complementares à bibliografia do presente trabalho.	125
Anexo 5 - Artigo submetido para publicação: “ <i>Patent forward citation and TRIZ analysis: a good combination for finding real outstanding innovations?</i> ”.	127
Anexo 6 - Esquema ilustrativo da análise dos documentos do grupo 167+, exemplificado com as informações extraídas da patente mais citada.	128
Anexo 7 – Códigos CIP utilizados na classificação das patentes do grupo 167+.	130

Lista de Figuras

	Página
FIGURA 1 – Conceito-chave ou estratégia da solução de problemas utilizando TRIZ.	10
FIGURA 2 – Processo sistemático de inovação baseado na TRIZ.	11
FIGURA 3 – Mapa conceitual sobre TRIZ.	13
FIGURA 4 – Evolução temporal (Nº de documentos x Anos) das publicações sobre a TRIZ nas duas bases de dados online, entre 1996-2016.	20
FIGURA 5 – Principais autores das publicações sobre TRIZ, recuperadas entre 1996-2016 (Nº de documentos x Autores).	21
FIGURA 6 – Principais países de origem do principal autor das publicações sobre TRIZ recuperadas nas duas bases de dados online (Países x Nº de documentos).	21
FIGURA 7 – Tipos de publicações sobre TRIZ recuperadas nas duas bases de dados online no período de 1996-2016 (% sobre o total de documentos).	22
FIGURA 8 – Rede de colaboração das publicações sobre TRIZ.	24
FIGURA 9 – Ciclo de uma patente, considerando panorama nacional.	28
FIGURA 10 - Alteração do perfil da população brasileira entre 2010 e 2030: mudanças nas composições etárias da pirâmide populacional (A) e ampliação da expectativa de vida (B).	41
FIGURA 11 - Variação (%) na taxa de mortalidade por 100.000 habitantes para as 14 maiores causas de morte entre 2011 e 2033.	41
FIGURA 12 - Morfologia do Complexo Econômico-Industrial da Saúde.	44
FIGURA 13 – Esquema de desenvolvimento das atividades que compõem a mineração de textos.	51
FIGURA 14 - Métodos, plataformas ou técnicas biotecnológicas identificados no grupo 167+.	60
FIGURA 15 – Evolução e sobreposição temporal das 167 patentes mais citadas (N1 = ano de prioridade, em azul; N2 = publicação, laranja; N3 = concessão, cinza).	61
FIGURA 16 – Idade das 167 patentes mais citadas, considerando o ano em que foram concedidas e o ano de 2015 como último ano na busca.	61
FIGURA 17 – Distribuição temporal dos documentos dos principais despositantes no grupo das 167 patentes mais citadas.	64
FIGURA 18 – Países de origem (prioridade, em azul) e escritórios de concessão (em laranja) das 167 patentes mais citadas.	65
FIGURA 19 – Número de reivindicações listadas nas 167 patentes mais citadas.	66
FIGURA 20 – Redes de colaboração das 551 (A) e 167 (B) patentes mais citadas, com destaque para as instituições de maior relevância	67

FIGURA 21 – Número absoluto (A) e média anual (B) de citações posteriores recebidas pelas 167 patentes mais citadas.	69
FIGURA 22 – Nuvem de palavras gerada a partir dos títulos das 167 patentes mais citadas.	72
FIGURA 23 – Nuvem de palavras gerada a partir dos resumos das 167 patentes mais citadas.	72
FIGURA 24 – Nuvem de palavras gerada a partir da combinação dos campos de uso e vantagens das 167 patentes mais citadas.	72
FIGURA 25 – Nuvem de palavras gerada a partir dos princípios TRIZ mais frequentemente observados no grupo 167+.	73
FIGURA 26 – Nuvem de palavras gerada a partir dos parâmetros de engenharia mais frequentemente observados no grupo 167+.	73
FIGURA 27 – Resumo dos achados da análise TRIZ no grupo 167+: Top 10 princípios inventivos (azul) e top 10 parâmetros de engenharia (verde) em gráficos de barras, nos quais o eixo x representa a frequência (N). No gráfico de pizza, os níveis de inventividade nos quais as invenções foram classificadas e suas frequências representadas em percentuais. Acima, as tendências de idealidade identificadas.	89

Lista de Quadros

	Página
QUADRO 1 – Princípios da TRIZ.	15
QUADRO 2 – Parâmetros de engenharia utilizados na solução de problemas, segundo a TRIZ.	17
QUADRO 3 – Níveis inventivos (N Inv), tipos de problemas (Probl) e percentuais das patentes (% Pat) em que ocorrem nos estudos originais de fundamentação da TRIZ.	18
QUADRO 4 – Publicações de destaque sobre TRIZ no período de 1996 a 2016, número de citações registradas nas bases <i>Scopus</i> (CitS), <i>Web of Science</i> (CitW) e número médio de citações (MCit) nas duas bases	22
QUADRO 5 – Ciclo de vida de uma patente, aspecto internacional geral.	27
QUADRO 6 – Fatores de influência no sucesso de produtos.	32
QUADRO 7 – Códigos CIP selecionados para a pesquisa e a descrição dos produtos e subprodutos incluídos em cada categoria.	49
QUADRO 8 – Esquema de recuperação de dados, estratégia de limpeza prévia à análise patentométrica e aplicativos utilizados, segundo critérios e recortes metodológicos adotados no presente estudo.	53
QUADRO 9 - Método de análise das patentes do grupo 167+. Campos analisados e tipo de informação obtida.	54
QUADRO 10 - Informações extraídas e estatísticas geradas durante a análise patentométrica do grupo 167+.	56
QUADRO 11 - Resultados obtidos a partir das estratégias de busca e limpeza dos dados recuperados para a análise patentométrica.	57
QUADRO 12 – Representatividade dos códigos da classificação internacional das patentes agrupados (4-dígitos) no grupo 167+.	60
QUADRO 13 – Inventores citados em três ou mais patentes do grupo 167+.	65
QUADRO 14 – Dez patentes mais citadas e informações relacionadas (Ncit = Número absoluto de citações; Ano Pr = Ano da prioridade; Ano C = Ano de concessão; Idade = anos decorridos entre a concessão e 2015; Cit/Ano= número médio de citações recebidas anualmente até 2015; Pat Br = número da patente concedida no Brasil; NR = número de reivindicações; N Inv = Nível de inventividade).	71

Lista de Tabelas

	Página
TABELA 1 – Origem do conjunto de documentos sobre a TRIZ recuperados nas duas bases de dados online da pesquisa principal entre 1996-2016.	20
TABELA 2 – Participação percentual de empresas industriais nacionais que implementaram inovações, por faixa de pessoal ocupado, ao longo do período de 2001 a 2014, de acordo com a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica.	37
TABELA 3 - Mercado mundial dos medicamentos biológicos, em bilhões de dólares americanos.	39
TABELA 4 – Cinco principais áreas do conhecimento das patentes de biotecnologia moderna aplicada à saúde humana, considerando os três grupos de estudo (167 patentes mais citadas, 551 patentes mais citadas e o total de 55.609 patentes).	58
TABELA 5 – Áreas do conhecimento representadas no grupo 167+.	59
TABELA 6 – Dez principais códigos CIP no grupo 167+.	59
TABELA 7 – Contribuição, em número de patentes (Nº PAT) dos depositantes do grupo 167+. DEP = depositantes (todos), IND = indivíduos, INST = institucionais.	62
TABELA 8 – Contribuição, em número de patentes, absoluto e percentual, dos depositantes com 3 ou mais patentes dentro do grupo 167+.	63
TABELA 9 – Número de citações posteriores recebidas pelos documentos do conjunto original de 55.609 patentes.	68
TABELA 10 – Dez patentes mais citadas e informações relacionadas (Ncit = Número absoluto de citações; Ano Pr = Ano da prioridade; Ano Pu = Ano de publicação; Ano C = Ano de concessão; Idade = Anos decorridos entre a concessão e 2015; NR = número de reivindicações; Cit/Ano= número médio de citações recebidas anualmente até 2015).	69
TABELA 11 – Nível de inventividade das inovações do grupo 167+, percentual observado (%obs) e teórico, esperado (%esp).	70
TABELA 12 – Análise combinada do número de citações total (N Cit To) e do nível de inventividade (N Inv) das inovações do grupo 167+.	70

Lista de símbolos, siglas e abreviaturas

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ANPEI	Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
ARIZ	Algoritmo para a Solução Inventiva de Problemas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEIS	Complexo Econômico Industrial da Saúde
CIP	Classificação Internacional da Patente
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
DII	<i>Derwent Innovations Index</i>
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EPO	<i>European Patent Office</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Instituição de Ciência e Tecnologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IVD	<i>In Vitro Diagnostic</i> – diagnóstico in vitro
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Lattes	Plataforma virtual (CNPq) que integra bases de dados de currículos, grupos de pesquisa e instituições.
MS	Ministério da Saúde
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCT	Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDP	Parceria para Desenvolvimento Produtivo
PI	Propriedade intelectual
PIB	Produto Interno Bruto
RNA	Ácido ribonucleico
SNIS	Sistema Nacional de Inovação em Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
TRIZ	Teoria da Resolução de Problemas Inventivos
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i> - Organização mundial da propriedade intelectual

1 Introdução

Dada a complexidade, o dinamismo e o ambiente de incerteza em que são conduzidas as atividades científicas e tecnológicas, faz-se necessário adotar métodos e ferramentas que possam subsidiar processos sistemáticos de análise e concepção de tecnologias emergentes, rotas de desenvolvimento, viabilizando a análise e intuição de possibilidades de futuro e suas consequências.

Isto é possível por meio do uso, isolado ou, preferencialmente, combinado de métodos de Análise de Tecnologias de Futuro, como monitoramento tecnológico, estudos bibliométricos e patentométricos, *roadmap* tecnológico, entre outros. Além de permitirem estimar o valor ou qualidade de uma solução técnica, tais análises possibilitam, por exemplo, verificar a capacidade de soluções técnicas evoluírem e anteciparem versões futuras, fundamentar a derivação de novas invenções e identificar tendências e estratégias de competidores (PORTER; DETAMPEL, 1995; RUOTSALAINEN, 2008; EL KERDINI; HOOGE, 2013; ANDERSEN; RASMUSSEN, 2014).

Ignorar estímulos irrelevantes em um entorno sobressaturado de informação é uma conquista evolutiva, mas ignorar o ruído de dados relevantes reduz consideravelmente a criatividade, que se concretiza por meio de inovações incrementais, que agregam qualidade de produtos e processos e inovações radicais, que quebram paradigmas e induzem mudanças mais profundas nos setores (BORUP *et al.*, 2006; CHRISTENSEN, 2012; FONSECA, 2013).

Desenvolvida por Genrich Altshuller em meados dos anos 1940, a partir da análise manual de milhares de documentos de patentes de diferentes campos tecnológicos, a Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ, forma mais comumente traduzida do russo “*Teória Rechénia Izobretátelskih Zadátchi*”) é um dos métodos heurísticos mais utilizados para a ideação de novos produtos (ALTSHULLER, 1996; 1998; 2007).

Como todo método heurístico, a TRIZ faz uso de várias regras e padrões presentes no processo criativo, geradas a partir da experiência, e se utiliza de bases de conhecimento e ferramentas computadorizadas (CARVALHO, 2008).

Juntamente com o *Brainstorming*, a TRIZ é um dos meios preferidos para absorver e processar informações no contexto das ferramentas de aprendizado e geração de

ideias, com o potencial de gerar um número maior de soluções conceituais comparado a outras opções (CHANGQING *et al.*, 2005; OGOT; OKUDAN, 2006).

A TRIZ é, sem dúvida, um ambiente de interseção de ideias nos moldes do que descreve Johansson (2008), onde se promove associação de conceitos de campos distintos, um espaço virtual para permitir que ideias diferentes se encontrem e possam interagir na criação de soluções para problemas não-triviais.

Em seu estudo original, Altshuller demonstrou que um pequeno número de possibilidades básicas e universais para resolver problemas pode ser amplamente aplicado a campos distintos. Por extrapolação, o autor russo afirma que os problemas inventivos mais complexos podem ser eliminados usando experimentos e soluções previamente descritos, desde que sejam apresentados explicitamente na forma de princípios e padrões (ALTSHULLER, 1996; 1998; 2007).

Altshuller e seus colegas identificaram cinco níveis de inventividade baseados na dificuldade do problema, na dissimilaridade entre um protótipo anterior e o atual, e no conhecimento do campo do inventor (ou de um campo distinto) que era necessário para chegar à nova solução (ALTSHULLER, 1998).

As patentes que representam ajustes não artísticos a um desenho anterior foram classificadas no Nível 1, as invenções que expressam mudanças significativas no sistema original foram consideradas intermediárias e as patentes apresentando uma nova ciência ou tecnologia original (0,3% do total) foram classificadas no Nível 5, o mais inovador (SAVRANSKY, 2000; ALTSHULLER, 2007).

O desenvolvimento da teoria nunca foi apoiado em métodos tradicionais de validação científica, mas se provou muito útil na prática. Abordada por diversos autores, especialmente a partir de 2003, a teoria foi consolidada em uma base de conhecimento que tem raiz em 40 princípios inventivos, 39 parâmetros de engenharia, uma matriz de contradição, 76 padrões inventivos, 26 padrões de evolução dos sistemas técnicos, efeitos científicos e no Algoritmo para a Solução Inventiva de Problemas (ARIZ) desenvolvidos por Altshuller (SAVRANSKY, 2000).

Segundo as premissas originais da TRIZ, as invenções e seus registros em documentos de patentes devem ser sistemáticos, apresentando procedimentos passo a passo, como guias, sem restringir o espaço criativo para identificação da solução ideal. Devem, ainda, apresentar repetitividade, confiabilidade e não depender de ferramentas psicológicas, permitir acesso ao corpo de conhecimento inventivo e ser familiar aos inventores (ROZENFELD, 2006; SREEBALAJI; SARAVANAN, 2009).

Alguns autores consideram as patentes como entidades ambíguas, em razão das falhas nos métodos pelos quais elas são escritas, classificadas e citadas (HARHOFF *et al.*, 2002, BRINN *et al.*, 2003, BASULTO, 2015). Outras limitações do sistema de patentes também são frequentemente consideradas: O período de confidencialidade de 18 meses, as especificidades dos países distintos em relação às regras gerais e as singularidades de alguns setores tecnológicos em relação às estratégias de patenteamento (GUERRANTE & RODRIGUES, 2013; WIPO, 2015).

No entanto, apesar da permanente e intensa discussão sobre o valor das patentes como indicadores de inovação e progresso científico, está fora de questão o fato de que tais documentos reúnem informações preciosas, de alta qualidade, que podem ser usadas na gestão tecnológica (MOREIRA, 2005; RUSSO *et al.*, 2013, BASULTO, 2015).

Além disso, as estatísticas de patentes estão prontamente disponíveis, objetivas, quantificáveis e informativas. O número de patentes por ano, organização ou nação, pode ser facilmente conhecido e ajudar os tomadores de decisão em relação às tendências e rotas tecnológicas (PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

A análise de citação de patentes tem sido uma das ferramentas mais comuns para medir a influência de patentes em desenvolvimentos tecnológicos subsequentes (ELLIS *et al.*, 1978; TRAJTENBERG, 1990; BESSAND & TIDD, 2009). A contagem de citações diretas posteriores (*forward citations*) tem sido altamente correlacionada à importância técnica, bem como positivamente ligada aos retornos sociais à inovação, afetando os indicadores econômicos (LEE *et al.*, 2012; PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

Especificamente, na área da biotecnologia, a proteção da propriedade intelectual (PI) é um aspecto tão fundamental que uma ação judicial em 1980 foi o gatilho para toda a indústria. Nessa ocasião, o tribunal norte-americano decidiu conceder uma patente para uma bactéria geneticamente modificada, legitimando a adequação das invenções nesta área, iniciando uma nova era de investimento privado progressivo e expandindo rapidamente o patenteamento de novos produtos e processos biotecnológicos (DIAMOND V. CHAKRABARTY, 1980; RUSSO, 2003).

Em seguida, a insulina humana recombinante, lançada em 1982 pelo consórcio Genentech-Eli Lilly, pode ser apontada como a primeira terapia baseada em biotecnologia aprovada pela agência americana FDA (*Food and Drug Administration*) (DRUMMOND, 2009).

Com o intuito de contribuir para a discussão sobre os temas apresentados é que se propõe o presente estudo, subdividido em duas partes. A primeira, apresenta-se como

um levantamento bibliográfico e uma análise bibliométrica sobre a TRIZ, tanto do ponto de vista teórico quanto de suas diversas aplicações.

A segunda parte do trabalho é uma análise patentométrica e a comprovação de uma hipótese, baseada na combinação de dois indicadores de valor de uma patente (contagem de citações posteriores e nível de inventividade segundo a TRIZ) como forma de reunir invenções mais relevantes em uma área tecnológica específica.

1.1 Justificativa e relevância do estudo

A aplicação sistemática, corporativa e bem-sucedida da TRIZ pode ser exemplificada citando grandes empresas, como Boeing, BMW, Hewlett Packard, General Motors, IBM, Motorola, Siemens, Xerox, e o caso mais bem documentado, da Samsung (KRASNOSLOBODTSEV; LANGEVIN, 2006; GRANDO, 2014).

Além disso, vários autores demonstraram formas distintas de realizar a análise TRIZ e vêm contribuindo nesta área com aplicações criativas e ferramentas auxiliadas por computador (ZARDO *et al.* 2003; MOEHRLE, 2005; CASCINI; RUSSO, 2006; LOH *et al.*, 2006; LIN *et al.*, 2010).

Entretanto, apesar de seu amplo potencial, a literatura ainda reflete uma popularidade relativamente baixa da TRIZ em algumas áreas, muitas vezes justificada por problemas com sua disseminação, dificuldades inerentes aos princípios, diversidade e complexidade das ferramentas, desvios da teoria original, aplicações demasiadamente simplificadas e falta de padronização (CHECHURIN; BORGIANNI, 2016).

A informação tecnológica, obtida em documentos de patentes e outras fontes relevantes e confiáveis, pode otimizar esforços e reduzir os custos cada vez mais elevados das atividades de P&D e de gerenciamento de novos produtos e serviços (MARQUES; FONSECA, 2014).

A análise de patentes pode ser utilizada como ferramenta de assessoria em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), monitorando tecnologias específicas, identificando alternativas técnicas e fontes de conhecimento, acessando o valor de PI e a eficiência dos processos de P&D em uma empresa (PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

Também pode ser totalmente implementada em estudos prospectivos, como instrumento de compreensão da posição da tecnologia no cenário competitivo, e para análise de mercado relacionada ao planejamento estratégico (MILES, 2009; QUINTELLA *et al.*, 2011). Por último, pode também ajudar a compreender as relações

de interdependência entre as tecnologias e as suas consequências para a organização, a indústria ou o país, bem como para avaliar o impacto das políticas de inovação (EMERICK, 2007; PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

Diante do exposto, considerou-se relevante estruturar uma pesquisa que se inicia com uma revisão da literatura, visando delinear o perfil das publicações relacionadas à TRIZ. A primeira contribuição potencial do presente trabalho consiste em despertar interesse de pesquisadores, ajudar a disseminar a teoria e ampliar os potenciais benefícios de sua utilização.

Em seguida, e como contribuição ainda mais efetiva do presente estudo, busca-se investigar a correlação entre indicadores de valor tecnológico de uma patente, tomando a biotecnologia como modelo de estudo, como um potencial novo uso da teoria e das ferramentas TRIZ para estímulo à inovação. Isto porque a simplificação do uso da TRIZ e sua associação com um indicador tão reconhecidamente estabelecido podem popularizar sua utilização e potencializar os benefícios colaterais, em diferentes níveis, na orientação ao desenvolvimento do novo.

Exemplos genéricos incluem a capacitação de indivíduos e organizações em gerar informações qualificadas para serem utilizadas no processo de avaliação de propostas de novos negócios e seleção de projetos, estabelecer (e sustentar) parcerias estratégicas, identificar tecnologias disponíveis e emergentes (seu potencial de exploração e aplicação para desenvolvimento e aprimoramento de produtos e serviços), mapear competências e conhecimentos desejáveis e necessários para realizar projetos tecnológicos, antecipar novas necessidades de mercado e mudanças de contexto tecnológico (identificação de tendências).

Finalmente, não são conhecidos trabalhos que combinem a aplicação da TRIZ, especialmente de seus níveis de inventividade, com a contagem de citações posteriores de documentos de patente. Tampouco se conhecem investigações acerca de uma possível correlação entre esses indicadores na seleção de patentes relevantes em um campo tecnológico específico. Também parece ser inédita a proposta de uso desta correlação como método de reunir as soluções mais inovadoras e as descobertas mais significativas no campo da biotecnologia, considerando suas especificidades e relevância, em especial na área de saúde humana.

Os temas abordados no presente trabalho são do interesse não apenas de profissionais do campo da biotecnologia aplicada à saúde, mas também de gestores de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), bibliotecários e outros profissionais do

campo da ciência da informação, que costumam estar interessados em publicações relacionadas ao tema.

Gestores de organizações de base tecnológica que pretendem melhorar o desempenho da instituição e criar ou ampliar a base de conhecimento organizacional também constituem o público-alvo dessa discussão. Finalmente, incluem-se nesse escopo pesquisadores que desejam se instrumentalizar com ferramentas que possam ajudar a otimizar recursos, direcionando suas pesquisas a partir da avaliação de opções com maior potencial de sucesso.

1.2 Hipótese de trabalho

Considerando que apenas 0,3% dos documentos de patente mencionam inovações extraordinárias, de acordo com as premissas TRIZ, e que as citações posteriores são preditoras de valor das patentes, formulou-se a hipótese de que a combinação desses dois indicadores poderia reunir as invenções mais valiosas e inovadoras em uma área específica de P&D.

A fim de testar esta hipótese, foi escolhida a área da biotecnologia aplicada à saúde humana, com foco no nicho de reagentes para diagnóstico *in vitro*, por ser um campo bastante dinâmico, de alta densidade tecnológica, e intensamente baseado em conhecimento. A combinação da contagem de citações posteriores e classificação do nível inventivo das patentes foi aplicada como um método básico para o desenvolvimento da hipótese.

Como desdobramentos da questão inicial, buscou-se verificar se é possível identificar padrões inventivos comuns e característicos das invenções referentes a produtos biotecnológicos aplicados à saúde humana, descritas em patentes, e comprovar as premissas da TRIZ nessa área específica do conhecimento humano. E, uma vez comprovada, confirmar sua aplicabilidade como suporte à prospecção tecnológica e à elaboração da estratégia corporativa de P&D, em atividades como a análise de gargalos tecnológicos, antecipação de falhas e proposição de soluções inventivas e melhorias em produtos/processos existentes.

1.3 Objetivos

Os objetivos do presente trabalho incluem a caracterização, de forma ampla e abrangente, do corpo do conhecimento sobre a TRIZ, e uma forma de aplicação específica da teoria, conforme apresentado a seguir.

1.3.1 Objetivo geral:

- Investigar a associação entre o nível de inventividade e o número de citações posteriores como indicadores de valor tecnológico de uma patente.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Estabelecer a fundamentação teórica sobre a TRIZ, a partir de uma revisão da literatura, delineando o perfil das publicações relacionadas à teoria, ferramentas relacionadas e potenciais novos usos;
- Recuperar, a partir de bases de dados *online*, documentos de patentes do campo da biotecnologia moderna;
- Analisar esse conjunto de informações tecnológicas, com emprego de ferramentas de mineração de texto e selecionar, utilizando como critério a contagem de citações posteriores, as patentes mais relevantes de produtos e processos biotecnológicos aplicados à saúde humana;
- Avaliar, à luz da TRIZ, os documentos de patentes recuperados, identificando e classificando padrões comuns e específicos invenções que originaram produtos biotecnológicos aplicados à saúde humana, em especial o nível de inventividade das soluções descritas;
- Verificar a correlação entre nível de inventividade e o número de citações posteriores das patentes recuperadas como indicadores de valor tecnológico;
- Resumir, ou sistematizar, a aplicação do método de análise proposto na forma de um modelo simplificado para uso da TRIZ e das citações posteriores, que possa ser adotado e extrapolado para estudos semelhantes em outras áreas;

- Evidenciar o papel da TRIZ como instrumento de apoio à formulação de políticas públicas de estímulo à inovação em áreas onde se evidencia um *gap* tecnológico, a partir de seu uso intensivo como ferramenta de orientação ao desenvolvimento de inovações, bem como sendo um processo sistemático de análise de tecnologias e rotas de desenvolvimento.

1.4 Estrutura do estudo

A apresentação do desenvolvimento deste trabalho está organizada em seis seções, que incluem, além desta introdução, uma revisão bibliográfica sobre TRIZ, patentes e biotecnologia (Capítulo 2), o detalhamento sobre materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do trabalho (Capítulo 3), a apresentação dos resultados obtidos (Capítulo 4), uma discussão sobre achados prévios e resultados encontrados (Capítulo 5) e uma lista de conclusões voltadas ao cumprimento dos objetivos propostos e comprovação da hipótese de trabalho (Capítulo 6).

Ao final do Capítulo 6, faz-se considerações sobre outras perspectivas para uso da teoria e potenciais benefícios de sua aplicação em diferentes áreas, bem como reflexões sobre as limitações desta pesquisa, perspectivas de desdobramentos com base nos achados e sugestões para futuros trabalhos.

2 Revisão da Literatura

Uma reflexão relevante, prévia ao desenvolvimento desta pesquisa, e focada na diversidade de fontes de informação relevantes, resultou na publicação de um artigo, apresentado como ANEXO 1. As conclusões apontadas nesta publicação foram consideradas na definição da abrangência da revisão bibliográfica apresentada a seguir, bem como na análise dos resultados deste trabalho, detalhada nas seções subsequentes.

A fim de reunir o referencial teórico necessário sobre a TRIZ, foram usadas como fontes de informação bibliográfica as bases de dados *online Scopus*TM (Elsevier) e *Web of Science*TM (Thomson Reuters), acessadas via Portal de Periódicos da Capes (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>).

Uma busca preliminar recuperou documentos que foram utilizados na elaboração de um trabalho de revisão intitulado “Inovação por um TRIZ: teoria e prática”, submetido em 19 de janeiro de 2017, e reenviado em 26 de abril do mesmo ano, para publicação no periódico *Perspectivas em Ciência da Informação*. Até o momento da compilação deste trabalho, o manuscrito estava em fase de avaliação (prévia) pelo editor do periódico ao qual foi submetido (ANEXO 2).

A partir destes achados, realizou-se uma segunda busca, em fevereiro de 2017, cujos critérios, ferramentas de análise e resultados serão apresentados a seguir, constituindo o levantamento bibliográfico, atualizado e ampliado, do presente estudo.

2.1 Elementos fundamentais da TRIZ

Desenvolvida por Genrich Altshuller na década de 1940 (ALTSHULLER, 1996), a TRIZ despontou com esta sigla somente nos anos 70, quando passou a ser adotada internacionalmente. Composta por um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas, a teoria nasceu na engenharia e o propósito inicial de seu criador era estabelecer um método para inventar (PIRES, 2014).

O desenvolvimento da teoria se deu em pelo menos quatro estágios. Os três primeiros períodos (1946 a 1955 / 1956 a 1985 / 1986 a 1991) compreendem a doutrina clássica e ‘soviética’. O quarto estágio refere-se à sua maturidade (a partir de 1992), fase moderna ou ocidental, em que foi mais rapidamente popularizada e consolidada,

tornando-se alicerce para as tecnologias de desenho e desenvolvimento de produtos auxiliadas por computação (WANG *et.al.*, 2010).

A TRIZ foi estabelecida para ser um método sistemático para a resolução de problemas e aprendizagem organizacional (SAVRANSKY, 2000), uma vez que se tornou uma forma de apropriação do conhecimento tecnológico, refletindo o conhecimento acumulado em uma determinada área, com base na informação original de documentos de patente.

Consequentemente, os elementos TRIZ podem enriquecer as atividades de prospecção e previsão tecnológica, levando projetos a soluções satisfatórias para gargalos técnicos e identificando tendências e oportunidades tecnológicas como cenário de fundo para novas invenções (CARVALHO, 2008; BONINO *et al.*, 2010) .

Apesar de não ter evoluído em uma comprovação tradicionalmente acadêmica, a adoção bem sucedida da TRIZ pode ser evidenciada em grandes empresas, (KRASNOSLOBODTSEV; LANGEVIN, 2006) e vários autores têm contribuído com aplicações criativas e ferramentas assistidas por computador (CASCINI; RUSSO, 2006; LOH *et al.*, 2006; LIN *et al.*, 2010), reafirmando que a teoria fornece subsídios para gerar um número maior de conceitos e soluções aplicáveis a diversas áreas técnicas.

As soluções conceituais são o cerne da TRIZ, geradas a partir de um ciclo de generalização e especificação (Figura 1), que começa com a redução de um problema a elementos essenciais, que, por sua vez, são descritos em uma questão abstrata. O desafio passa a ser, então, gerar soluções genéricas que serão traduzidas em um conceito aplicado ao problema original, ou seja, uma ou mais soluções específicas (Figura 2), muito semelhante à ‘caminhada do pensamento’ sugerida por Michalko (2001).



FIGURA 1 – Conceito-chave ou estratégia da solução de problemas utilizando TRIZ. Fonte: Adaptado de SOUCHKOV, 2010.



FIGURA 2 – Processo sistemático de inovação baseado na TRIZ. Fonte: Adaptado de SOUCHKOV, 2010.

Segundo a TRIZ, soluções inventivas devem ter como características a novidade no campo de aplicação, simplicidade, grau de idealidade¹ e solucionar uma contradição (CARVALHO, 2008).

A TRIZ tem como base o pensamento inventivo sistematizado (PIRES, 2014) e o estudo ordenado dos elementos a seguir:

1. Um sistema técnico (objeto) e seus processos (ação/consequência) se agrupam em um conjunto denominado técnica, que pode ser descrita por uma abstração representativa (SAVRANSKY, 2000). Cada técnica, por sua vez, possui características, tais como:

- Conjunto de entradas e saídas (compostas de substâncias, campos e informação) e ligações (conectam elementos individuais e operações) representam os relacionamentos entre ambiente e técnica.
- Subsistemas, relacionados pelo tempo (processos tecnológicos) e espaço (sistemas técnicos). Cada subsistema é um sistema por si só e pode possuir seus próprios subsistemas, em uma hierarquia (PIMENTEL, 2009).

2. Contradições, que ocorrem sempre que a melhoria de um parâmetro da técnica afeta negativamente outra característica, quando uma ação é simultaneamente útil (ou resulta em funções úteis) em um subsistema e prejudica outro (SAVRANSKY, 2000). A identificação e decomposição das contradições formam a base para o nascimento de uma solução inventiva (ALTSHULLER, 1986).

¹ O grau de idealidade é representado matematicamente pela diferença simples entre os efeitos positivos (conferidos por tudo que cria ou aumenta o valor de um objeto ou sistema) e os efeitos negativos (tudo que reduz seu valor), dividida pelo seu custo (que inclui todos os gastos necessários para a criação do valor - recursos materiais, humanos, energéticos, informacionais) (SOUCHKOV, 2010).

3. Idealidade, um princípio criado para comparar as soluções encontradas e identificar a melhor, em que se apresenta o resultado máximo possível, com maior conjunto de benefícios e mínimo de funções prejudiciais, custos e efeitos indesejáveis (SAVRANSKI, 2000; PIMENTEL, 2009).

4. Inventividade, um conceito que dimensiona a extensão da mudança ou complexidade técnica introduzida pela solução selecionada. Dividida em cinco níveis e diversos princípios, é uma característica quantitativa, mas que não é calculada e sim estimada por especialistas com base em diversos critérios.

O conjunto TRIZ, que na verdade se consolida como uma filosofia baseada em conhecimento, inclui ferramentas e técnicas fundamentadas em análise lógica e organizadas em um jeito de pensar sistemático (CUNHA, 2011). Os resultados prometidos, segundo a numerosa lista de Souchkov (2010), incluem:

- Promoção da inovação sistemática, incluindo sistemas técnicos fundamentalmente novos para atender a novas necessidades;
- Aceleração da resolução de problemas de forma criativa, com a convicção de que todas as possibilidades de novas soluções foram consideradas;
- Quebra de paradigmas e inibidores mentais que mantêm a inércia psicológica;
- Melhoria ou aperfeiçoamento da qualidade e quantidade dos sistemas técnicos (produtos e processos), por meio da identificação e prevenção de deficiências e da redução de custos;
- Geração de novos usos para processos e sistemas conhecidos e de novas misturas de elementos existentes.

A TRIZ alinha-se plenamente ao conceito de Johansson (2008), porque se caracteriza como um dos caminhos para romper as barreiras associativas que podem atrapalhar o processo criativo e, portanto, a inovação. A aplicação da teoria ajuda a aproximar caminhos incomuns de pensamento, reverter suposições e assumir perspectivas diferentes quando da análise de um problema.

Mais que isso, a TRIZ possibilita à ‘caça à interseção’, porque concretiza o “*esforço intencional de encontrar combinações incomuns de conceitos de maneira estruturada*” (JOHANSSON, 2008. p.125).

Um mapa conceitual da TRIZ é apresentado na Figura 3, com o objetivo de facilitar a visualização da teoria e o entendimento básico de seus alicerces (CAÑAS *et al.*, 2003).

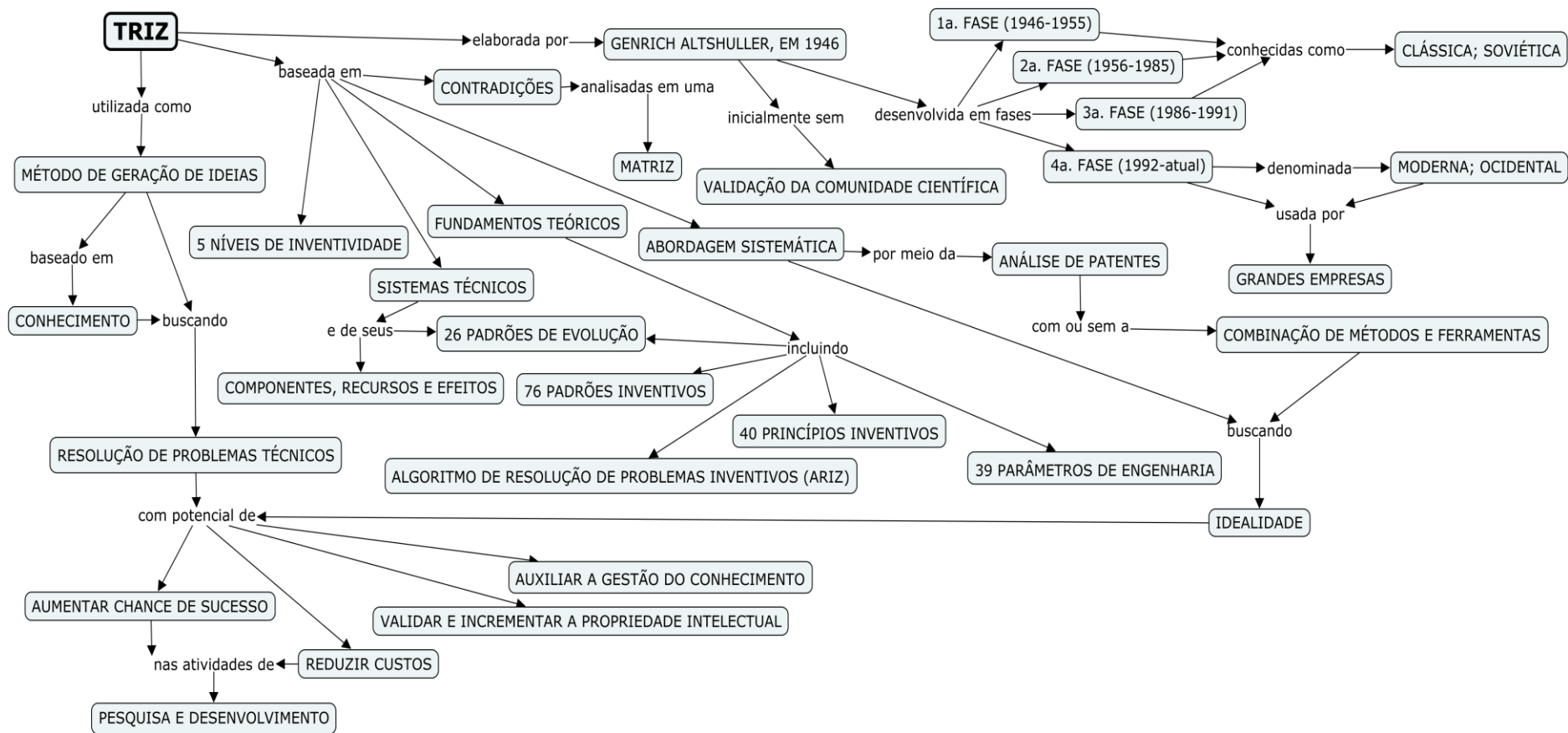


FIGURA 3 – Mapa conceitual sobre TRIZ. Fonte: Elaboração própria, a partir da ferramenta gratuita Cmap, versão 6.02, disponível em: <http://cmap.ihmc.us>.

2.1.1 Padrões, princípios inventivos e tendências de evolução

A TRIZ preconiza a sobreposição de um conjunto de princípios inventivos (Quadro 1), parâmetros de engenharia (Quadro 2), tendências de evolução dos sistemas técnicos e soluções técnicas (SREEBALAJI; SARAVANAN, 2009).

Os princípios inventivos referem-se a caminhos para eliminar uma contradição (SOUCHKOV, 2010), reunidos em uma lista de sugestões que podem ser importadas de diversas áreas para solucionar um problema específico. Em geral, eles são acessados por meio de uma matriz de *brainstorming* que lista efeitos positivos e negativos da aplicação dos princípios na solução do problema.

Os parâmetros de engenharia são propriedades genéricas que, quando associadas, podem representar uma contradição técnica (exemplo mais simples: peso x velocidade) (SAVRANSKY, 2000). De uma maneira geral, referem-se a características físicas e geométricas, de caráter positivo ou negativo independente da técnica aplicada.

Estes parâmetros, assim como os princípios, são listados para ajudar a criar uma visão ampla e genérica do sistema e conduzir a soluções específicas.

Finalmente, há modelos de evolução utilizados para prever mudanças tecnológicas, baseados em formas específicas de transição entre estruturas existentes e novas em um sistema (SOUCHKOV, 2010; ILEVBARÉ *et al.*, 2011). Estas, podem ajudar a entender a evolução em fases e temporalidade.

Em uma simplificação, refletem as consequências de ações resultantes da aplicação dos princípios e parâmetros já descritos. A título de exemplo, uma das tendências é o aumento do grau de automação, que pode ser resultado da aplicação do princípio do auto-serviço/organização e do parâmetro nível de automação.

Tais tendências evolutivas estão organizadas em um sistema, que inclui ferramentas para ajudar a explorar o potencial dos sistemas técnicos e gerar novas soluções com base em todo esse conjunto (SOUCHKOV, 2010).

Este grupo de elementos de generalização foram amplamente citados e revisados por diversos autores (SREEBALAJI; SARAVANAN, 2009; SOUCHKOV, 2010; ILEVBARÉ *et al.*, 2011; 2013) e, justamente por serem genéricos e aplicáveis a diversas áreas, são utilizados como base para as análises automatizadas da TRIZ. Estes roteiros sempre consideram a contradição técnica essencial como ponto de partida para buscar e gerar o maior número possível de ideias e selecionar aquela(s) com maior grau de idealidade e inovação.

QUADRO 1 – Princípios da TRIZ. Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2008 (continua).

PRINCÍPIO		DESCRIÇÃO RESUMIDA
1	SEGMENTAÇÃO	Dividir em partes independentes; tornar objeto modular; aumentar grau de fragmentação
2	REMOÇÃO / EXTRAÇÃO	Separar uma parte ou propriedade interferente, ou isolar a única parte necessária
3	QUALIDADE LOCAL	Alterar a estrutura ou influência externa de uniforme para não-uniforme; fazer cada parte do objeto funcionar em condições mais adequadas, ou adquirir nova função diferente e útil
4	ASSIMETRIA	Alterar a forma de um objeto de simétrica para assimétrica; aumentar o grau de assimetria
5	FUSÃO	Fundir ou montar partes ou objetos idênticos ou semelhantes para desempenhar operações paralelas; tornar as operações contíguas ou paralelas ou simultâneas
6	UNIVERSALIDADE	Fazer com que uma parte ou todo o objeto execute múltiplas funções; eliminar a necessidade de outras partes
7	ESTRUTURAS ANINHADAS	Projetar um objeto dentro de outro; fazer uma parte passar através da cavidade de outra
8	CONTRAPESO	Misturar com outros objetos que possam contrabalançar o peso Fazer interagir com o ambiente para compensar o peso do objeto
9	NEUTRALIZAÇÃO PRÉVIA	Se são necessários efeitos positivos e negativos, usar ações de neutralização para controlar os efeitos indesejados; criar ações que posteriormente neutralizarão ações prejudiciais
10	AÇÃO PRÉVIA	Antecipar uma alteração necessária; executar ação de forma antecipada; pré-organizar objetos de forma que eles possam agir da posição mais conveniente e sem perder o tempo de entrega
11	AMORTECIMENTO PRÉVIO	Preparar meios emergenciais antecipadamente para compensar a confiabilidade relativamente baixa de um objeto
12	EQUIPOTENCIALIDADE	Em um campo potencial, limitar as mudanças de posição ou substituições
13	REVERSÃO	Inverter as ações usadas para solucionar um problema; ao invés de ações ditadas pelos requisitos, implementar ações contrárias; tornar imóveis partes móveis do ambiente externo, ou vice-versa; girar 90° o objeto ou processo
14	ESFERA-CURVA	Ao invés de usar partes, superfícies ou formatos retos ou lineares, use curvos ou arredondados; mude de plano para esférico, de cubos para esferas; usar rodas, bolas, espirais, domos; alterar de linear para rotatório, usar força centrífuga
15	DINAMISMO	Permitir ou desenhar mudanças nas características de um objeto, meio ou processo para que se tornem ou encontrem condições ideais; dividir objeto em partes capazes de movimentos independentes; se um objeto ou processo for rígido ou inflexível, torná-lo móvel ou adaptável
16	AÇÕES PARCIAIS OU EXCESSIVAS	Se 100% é difícil de alcançar, usar um pouco mais ou um pouco menos do mesmo método

QUADRO 1 – Princípios da TRIZ. Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2008 (continuação).

PRINCÍPIO		DESCRIÇÃO RESUMIDA
17	OUTRA DIMENSÃO	Tornar objeto capaz de se mover em espaço bi ou tridimensional; usar arranjo de montagem multi-nível ou multi-camadas ao invés de mono; reorientar o objeto no espaço; usar outro lado de uma área; usar linhas ópticas adjacentes ou no lado oposto da área disponível
18	VIBRAÇÃO MECÂNICA	Fazer objeto oscilar ou vibrar; se a oscilação existe, aumentar sua frequência; usar frequência ressonante; usar vibrações piezoelétricas ao invés de mecânicas; usar oscilações ultrassônicas e de campo eletromagnético combinadas
19	AÇÃO PERIÓDICA	Ao invés de ação contínua, usar periódicas ou pulsos; se uma ação já é periódica, alterar a magnitude de sua frequência
20	CONTINUIDADE DE AÇÃO ÚTIL	Perpetuar ações; promover ações contínuas integradas; eliminar ações intermitentes ou paradas
21	ESCAPE	Conduzir um processo ou alguns estágios em alta velocidade; pular etapas
22	PREJUÍZO EM BENEFÍCIO	Usar efeitos prejudiciais para atingir resultado positivo; eliminar a ação prejudicial primária adicionando outra para solucionar o problema; amplificar um fator indesejável em tal nível que ele não mais o seja
23	RETROALIMENTAÇÃO	Promover retroalimentação para melhorar ação ou processo; se ela já é utilizada, alterar sua magnitude ou influência
24	INTERMEDIÁRIO	Usar um processo ou objeto carreador intermediário; fundir temporariamente um objeto com outro que possa ser facilmente removido
25	AUTO-SERVIÇO/ORGANIZAÇÃO	Tornar um objeto autosuficiente por executar funções auxiliares, complementares, de reparo; usar descarte de resíduos, energia ou substâncias
26	CÓPIA	Ao invés de objeto indisponível, caro ou frágil, usar cópias simplificadas e mais baratas; substituir objeto ou processo por cópias visuais; se elas já forem usadas, aplicar infravermelho e ultravioleta na geração das cópias
27	OBJETOS BARATOS E DE VIDA CURTA	Substituir um objeto de alto custo por vários de baixo custo que retenham determinadas qualidades
28	SUBSTITUIÇÃO MECÂNICA	Trocar meio mecânico por sensor; usar campos elétricos magnéticos ou eletromagnéticos para interagir com um objeto; mudar de campos estáticos para móveis, de não-estruturados para estruturados; usar campos combinados a partículas por eles ativadas
29	PNEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS	Usar partes líquidas e gasosas ao invés de sólidas; usar as forças de Arquimedes para reduzir o peso de um objeto; usar pressão negativa ou atmosférica; usar espuma como combinação das propriedades líquidas e gasosas, com baixo peso

QUADRO 1 – Princípios da TRIZ. Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2008 (continuação).

PRINCÍPIO		DESCRIÇÃO RESUMIDA
30	ESCUDOS FLEXÍVEIS E FILMES FINOS	Usar escudos ou proteções flexíveis e filmes finos ao invés de estruturas tridimensionais; isolar objeto do ambiente externo usando escudos flexíveis ou filmes finos
31	MATERIAIS E MEMBRANAS POROSAS	Tornar objeto poroso ou adicionar elementos porosos; se já for, usar os poros para introdução de substância ou função útil
32	ALTERAÇÕES DE COR	Mudar a cor ou a transparência de um objeto ou de seu meio externo; usar aditivos coloridos; se já estiverem em uso, aplicar luminescência
33	HOMOGENEIDADE	Fazer com que objetos de mesmo material ou propriedades interajam
34	DESCARTE E RECUPERAÇÃO	Descartar porções de um objeto (por dissolução, evaporação, etc) que já cumpriram suas funções de modificação durante a operação; ao contrário, recomponha partes consumíveis de um objeto em operação
35	MUDANÇAS DE PARÂMETROS E DE PROPRIEDADES	Alterar o estado de agregação física, concentração, consistência, grau de flexibilidade, temperatura, ou outras características de um objeto ou técnica
36	TRANSIÇÕES DE FASE	Usar fenômenos observados durante transições de fase
37	EXPANSÃO TÉRMICA	Usar expansão ou contração térmica dos materiais; se já usadas, aplicar materiais diversos com diferentes coeficientes de expansão térmica
38	OXIDANTES FORTES	Substituir ar comum por ar enriquecido de oxigênio, ou este por oxigênio puro; expor à radiação ionizante; usar oxigênio ionizado; substituir oxigênio ozonizado ou ionizado por ozônio
39	ENTORNO INERTE	Substituir ambiente normal por inerte; adicionar partes neutras ou aditivos inertes a um objeto
40	MATERIAIS COMPOSTOS	Mudar de materiais de composição uniforme para heterogênea ou múltiplos materiais

QUADRO 2 – Parâmetros de engenharia utilizados na solução de problemas, segundo a TRIZ. Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2008.

PARÂMETRO		ASPECTO
1	Físico e geométrico	Peso; extensão; área; volume; velocidade; força (avidez); pressão; forma; temperatura; brilho; potência
2	Negativo, independente da técnica	Duração da ação; energia gasta pelo subsistema; desperdício de energia; desperdício de substância; perda de informação; perda de tempo; quantidade da substância; fatores prejudiciais atuando no subsistema; efeitos colaterais indesejados
3	Positivo, independente da técnica	Estabilidade; força (resistência); confiabilidade; precisão na medição; precisão na fabricação; capacidade de produção; uso conveniente; capacidade de reparo; adaptabilidade; complexidade; controle complexo; nível de automação; produtividade

2.1.2 Níveis de inventividade

Nos trabalhos que desenvolveram inicialmente a TRIZ, Altshuller e seus colaboradores identificaram cinco níveis de inventividade das invenções investigadas, considerando aspectos como a dificuldade do problema, o ineditismo dos protótipos e soluções propostas, o conhecimento (familiar ou não ao inventor) necessário para chegar à nova solução (ALTSHULLER, 1998).

Nesta classificação (Quadro 3), as patentes foram agrupadas nos Níveis 1 a 5, considerando a combinação de aspectos que dita os graus de inovação das soluções e impactos por elas gerados (SAVRANSKY, 2000).

Por extrapolação, podemos inferir que as invenções classificadas nos níveis 1 e 2 correspondem às inovações incrementais, os níveis 3 e 4 agregam inovações radicais e o nível 5, as inovações de ruptura, revolucionadoras do ponto de vista da ciência e do mercado (CHRISTENSEN, 2012).

QUADRO 3 – Níveis inventivos (NInv), tipos de problemas (Probl) e percentuais das patentes (%Pat) em que ocorrem nos estudos originais de fundamentação da TRIZ. Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2008.

N INV	PROBL (%PAT)	DESCRIÇÃO
1	Trivial (32%)	Soluções limitadas a pequenas mudanças em relação ao estado da técnica, em geral confinadas a uma área em um campo ou profissão.
2	Melhoria (45%)	Soluções um pouco mais elaboradas, mas sem transdisciplinaridade, que ainda não estão envolvidas com a eliminação de uma contradição, introduzidas dentro de uma indústria ou setor.
3	Novidade – dentro do paradigma atual (19%)	Soluções que incorporam elementos de outras áreas do conhecimento e que solucionam uma contradição de uma área da ciência ou campo do conhecimento.
4	Novidade – dentro de novo paradigma (<4%)	Soluções que pouco trazem do estado da técnica, utilizando princípios não tradicionais e criando novos paradigmas, geralmente ocorrendo fora da área da ciência na qual o problema foi originado.
5	Descoberta científica (<0,3%)	Soluções que resultam da descoberta de um novo fenômeno ou efeito, caracterizando-se como pioneirismo científico e tecnológico, ou seja, fora dos limites da ciência contemporânea.

Savransky (2000) lista grandes realizações humanas sugestivas de inovações do nível 5, que residem fora dos limites do conhecimento científico contemporâneo e geralmente ficam entre ciência e engenharia. Este grupo de descobertas científicas e invenções pioneiras de técnicas radicalmente novas incluem, por exemplo, inteligência artificial, o laser, a biotecnologia e a engenharia genética.

A lista também menciona grandes adventos que permitiram avanços significativos na humanidade em tempos mais remotos, como a roda, formas de comunicação e armazenamento de informações, a eletricidade, a engenharia cartográfica, os radares, entre outras (SAVRANSKY, 2000).

De acordo com as análises TRIZ conduzidas no trabalho original, apenas 0,3% dos documentos de patentes foram consideradas verdadeiras descobertas científicas, por descrever inovações notáveis, ou seja, soluções que apresentavam nível máximo de inventividade (Quadro 4; ALTSHULLER, 2007; CARVALHO, 2008).

Este percentual baixíssimo reflete, em menor grau, a dualidade novidade x novidade absoluta, ou a falta de mérito inventivo. Ele parece refletir muito mais a implementação de um mesmo princípio físico ou tecnológico de formas bastante distintas, as diversas maneiras de se chegar a uma mesma solução e, ainda, a possibilidade de aplicação de soluções técnicas semelhantes a problemas originados em diferentes áreas do conhecimento.

2.2 Bibliometria sobre a TRIZ

A sigla TRIZ foi utilizada como palavra-chave na estratégia de busca em duas bases de dados *online*. O recorte temporal restringiu o levantamento bibliográfico a publicações científicas divulgadas entre os anos 1996 e 2016, sendo esta considerada a pesquisa principal, e recuperou 1799 e 1062 publicações nas bases *Scopus*TM e *Web of Science*TM, respectivamente. As informações recuperadas nestas bases foram comparadas, apresentando elevado nível de similaridade entre os achados.

A fim de concentrar os esforços em material de maior influência ou relevância, os resultados foram ordenados de acordo com o número de citações recebidas e os perfis geral e detalhado das publicações que compõem esta revisão bibliográfica são apresentados a seguir.

2.2.1 Perfil geral das publicações sobre a TRIZ

Os arquivos de dados resultantes das bases *Scopus*TM e *Web of Science*TM foram integrados, gerando um arquivo único. Após esta etapa de integração foi feita uma limpeza dos dados, com eliminação de duplicatas e harmonização dos principais campos de informação, conforme detalhado no ANEXO 3.

Um total de 2005 documentos foi utilizado nas análises subsequentes realizadas por meio dos aplicativos Vantage Point® (NEWMAN, 2011) e Excel® (2016).

A contribuição de cada base de dados no conjunto total de documentos pode ser visualizada na Tabela 1: Apenas 39% dos documentos estavam disponíveis nas duas fontes utilizadas, o que reafirma a importância de realizar a integração das bases.

TABELA 1 – Origem do conjunto de publicações sobre a TRIZ recuperadas nas duas bases de dados *online* da pesquisa principal entre 1996-2016. Fonte: Elaboração própria.

FORNTE	N	%	TOTAIS	%
Scopus	970	48,3	1360	67,8
WoS	255	12,7	645	32,2
Ambas	780	38,9	-	-
Totais	2005	100	2005	100

A Figura 4 representa a evolução temporal das publicações sobre a TRIZ, indexadas nas duas bases *online* utilizadas como fonte de informação. O número de documentos aumenta consideravelmente a partir de 2004 e foi calculada uma média de 100,25 documentos por ano, com picos nos anos 2015 (N=260) e 2011 (N=242).

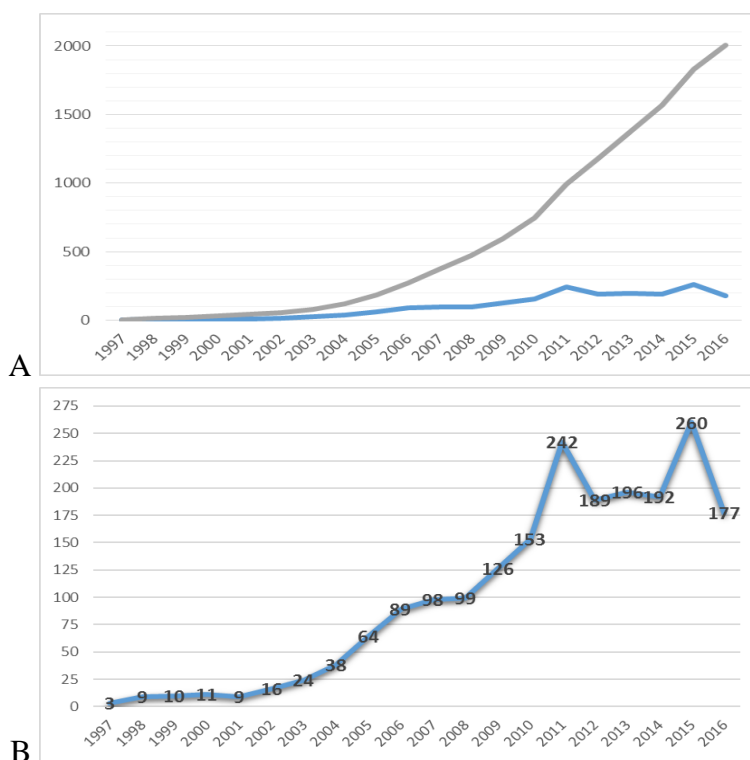


FIGURA 4 – Evolução temporal (Nº de documentos x Anos) das publicações sobre a TRIZ nas duas bases de dados *online*, entre 1996-2016. Em A, número absoluto de publicações por ano (em azul) e valores acumulados (cinza). Em B, detalhe do número de documentos recuperados por ano. Fonte: Elaboração própria.

Já em relação à autoria, foram identificados 2814 autores diferentes, com uma média de duas publicações cada. Na Figura 5 são apresentados os 10 autores com maior número de documentos publicados sobre TRIZ.

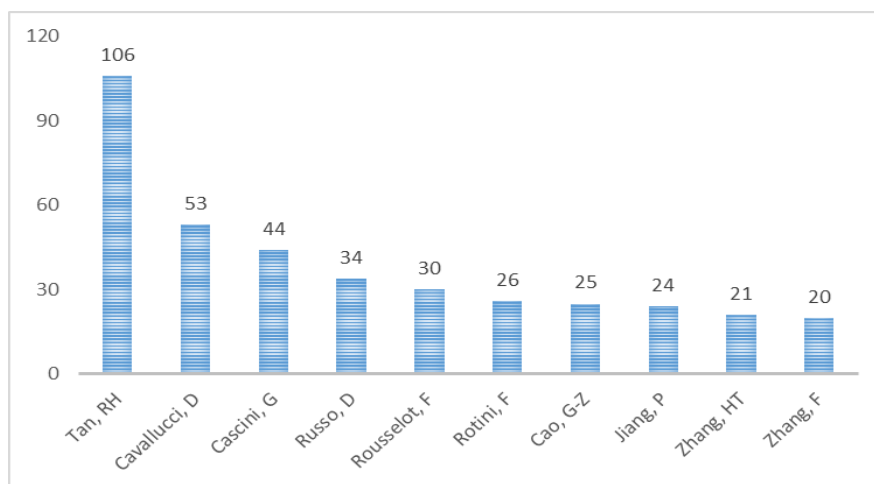


FIGURA 5 – Principais autores das publicações sobre TRIZ, recuperadas entre 1996-2016 (Nº de documentos x Autores). Fonte: Elaboração própria.

A China é o país de origem mais frequente dos principais autores entre as publicações, contribuindo com 671 (33,5%) dos documentos recuperados (Figura 6). Em seguida, encontram-se Taiwan, Estados Unidos, França e Itália, com mais de 100 publicações sobre TRIZ cada. Os outros países, juntos, contribuem com cerca de 39% das publicações. Neste cenário, o Brasil encontra-se em 20º lugar (0,8%) publicações.

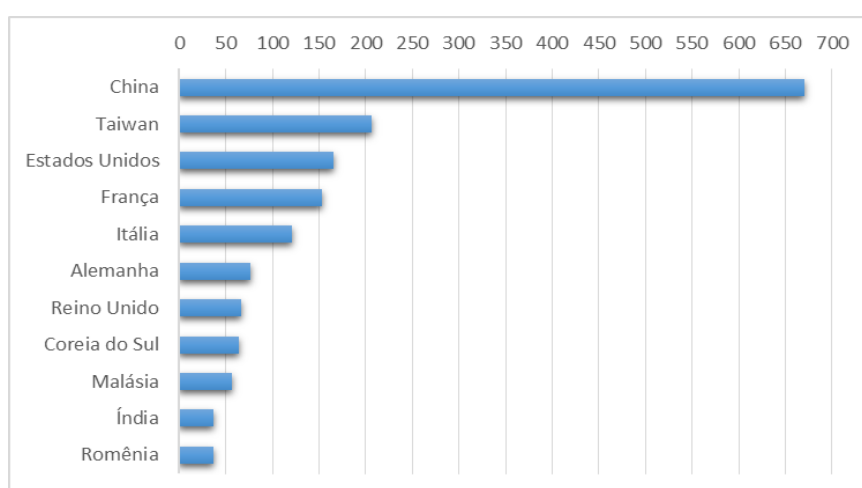


FIGURA 6 – Principais países de origem do primeiro autor das publicações sobre TRIZ recuperadas nas duas bases de dados *online* (Países x Nº de documentos). Fonte: Elaboração própria.

A forma mais comum de divulgar a TRIZ é por meio de trabalhos apresentados em eventos científicos (cerca de 53% dos documentos recuperados), seguida pelos artigos científicos originais (35%) e livros/capítulos de livros (7%). Notas, revisões, editoriais e cartas, juntos, somam pouco mais que 5% das publicações (Figura 7).

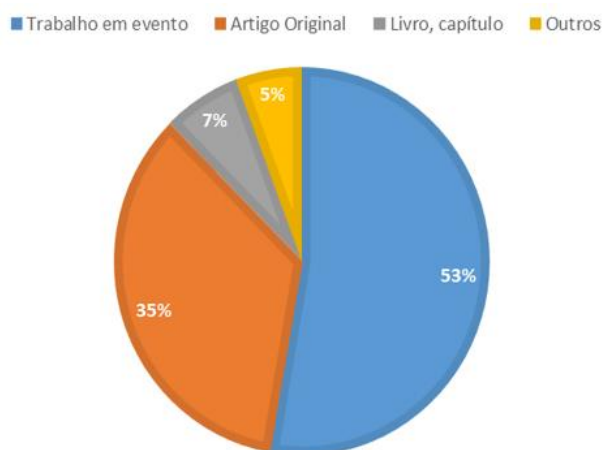


FIGURA 7 – Tipos de publicações sobre TRIZ recuperadas nas duas bases de dados *online* no período de 1996-2016 (% sobre o total de documentos). Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 4 apresenta as publicações de maior destaque sobre TRIZ, considerando o número de citações posteriores que receberam. Os oito trabalhos mais citados nas duas bases utilizadas são os mesmos.

QUADRO 4 – Publicações de destaque sobre TRIZ no período de 1996 a 2016, número de citações registradas nas bases *Scopus* (CitS), *Web of Science* (CitW) e número médio de citações (MCit) nas duas bases. Fonte: Elaboração própria.

Autor	Ano	CitS	CitW	MCit	DOI
Vincent, JFV	2006	302	227	264,5	10.1098/rsif.2006.0127
Vincent, JFV	2002	171	125	148	10.1098/rsta.2001.0923
Stratton, R	2003	118	76	97	10.1016/S0925-5273(03)00109-9
Yamashina, H	2002	103	69	86	10.1080/00207540110098490
Sakao, T	2007	88	63	75,5	10.1080/00207540701450179
Mann, DL	2003	76	46	61	10.1016/S0040-1625(02)00357-8
Chai, K-H	2005	73	50	61,5	10.1177/1094670505276683
Kobayashi, H	2006	69	47	58	10.1016/j.aei.2005.11.002
Li, T-S	2009	66	43	54,5	10.1016/j.eswa.2008.10.025
Cascini, G*	2007	63	-	NC	10.1504/IJPD.2007.011533
Cavallucci, D*	2007	63	-	NC	10.1504/IJPD.2007.011530

*Documentos disponíveis apenas na base *Scopus*, razão pela qual não foi calculado (NC) o MCit.

O décimo e o décimo primeiro documentos mais citados foram recuperados apenas na base *Scopus*TM, mas ambos possuem o mesmo número de citações e, por esta razão, foram incluídos no Quadro 1. Curiosamente, apenas os principais autores destes dois trabalhos estão representados na Figura 2, citando os que mais publicam nesta área.

O ANEXO 4 lista publicações de destaque sobre a TRIZ, considerando as principais contribuições dos autores mais produtivos neste tema (Figura 2) e trabalhos que receberam maior número de citações posteriores nas bases consultadas (Quadro 1).

Em linhas gerais, a maior parte das publicações recuperadas aplica ferramentas de geração de ideias baseadas na TRIZ no contexto do desenho e desenvolvimento de novos produtos, atrelada ou não à análise QFD (Desdobramento da Função Qualidade).

Estas contribuições se concentram na engenharia (de produção, metalúrgica e mecânica) e na ciência da computação, com o desenvolvimento de plataformas para apoiar a aplicação dos conceitos da TRIZ para engenheiros de *design*. No conjunto de documentos também são identificados temas como educação, exploração de oportunidades baseadas em estudos de patente, inovação aberta e gestão de P&D.

Para complementar a revisão bibliográfica, foi realizada uma análise de redes de colaboração, a partir da matriz de coocorrência de instituições de afiliação dos autores das publicações recuperadas, utilizando o *software* GephiTM (BASTIAN *et al.*, 2009; GEPHI NGO, 2016).

A rede completa possui 1.089 nós (instituições) e 927 arestas (colaborações) e grau médio de centralidade de 1,702 (Figura 8A). O componente-gigante² resulta na visualização de 354 (32,5%) das instituições que compõem a rede original, ou seja, apenas 1/3 dela está efetivamente conectada (Figura 8B).

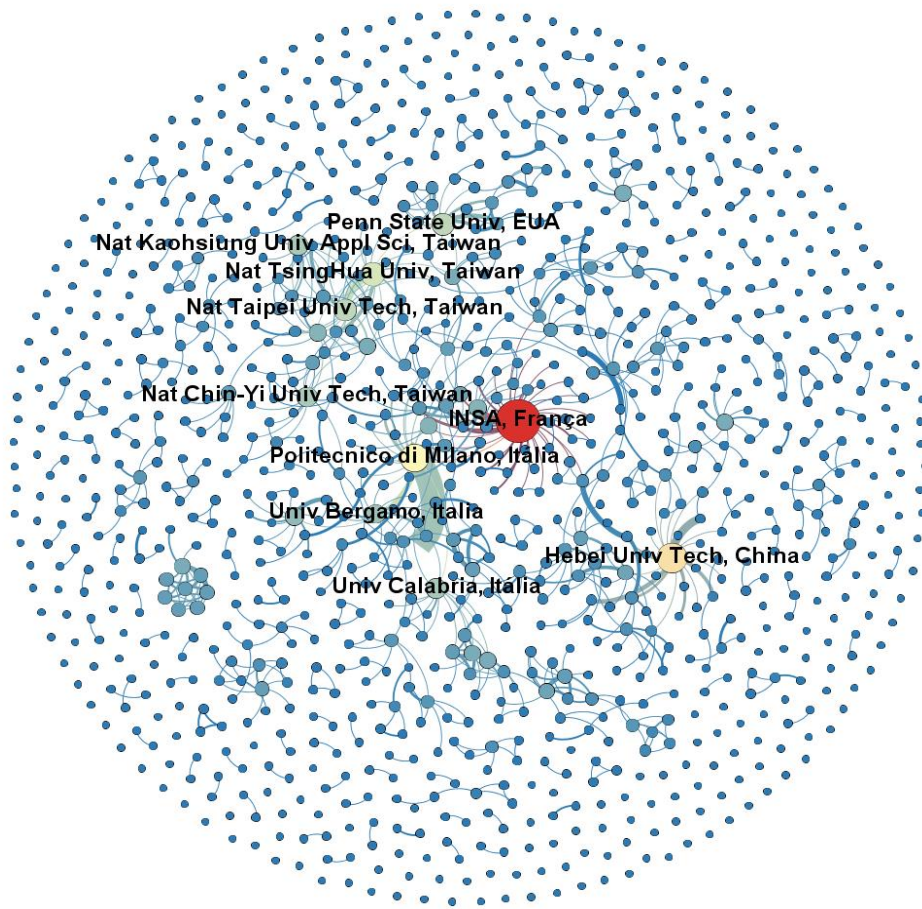
Há colaborações muito frequentes entre os mesmos autores e entre instituições do mesmo país, em especial Itália, França e China. Aplicando o filtro de intervalo de grau³ foram evidenciadas 789 (72,4%) das instituições da rede envolvidas em colaborações efetivas, ou seja, publicando em colaboração com pelo menos um parceiro externo.

As informações acima permitem inferir que a produtividade dos autores não está diretamente ligada à relevância de suas publicações. Além disso, a TRIZ parece ser um tema que gera compartilhamento e construção coletiva, mas de forma restrita, concentrado em poucos atores, especialmente universidades e institutos de pesquisa, ou seja, é baixa a amplitude de acesso ao conhecimento.

² O componente gigante é o maior subgrupo de nós interconectados direta ou indiretamente.

³ O filtro de intervalo de grau exclui todos os nós da rede que não possuem nenhuma colaboração.

A



B

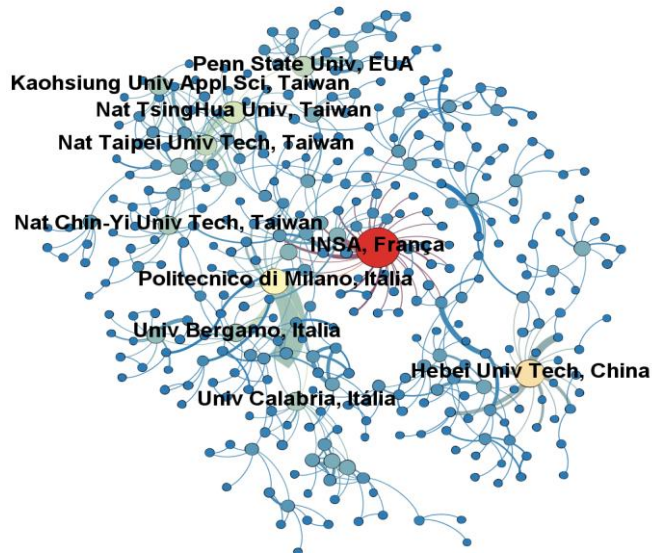


FIGURA 8 – Rede de colaboração das publicações sobre TRIZ. Cada nó representa uma instituição e cada aresta, uma colaboração. Arestas mais grossas indicam colaborações mais frequentes. Em A, rede completa, com destaque para as 10 instituições com maior número de colaborações distintas. Em B, componente-gigante da rede completa. As cores distintas realçam a centralidade da instituição na rede (azul = +, verde = ++, amarelo = +++, vermelho = ++++). INSA = Instituto Nacional de Ciências Aplicadas. Fonte: Elaboração própria, a partir do software Gephi®.

2.2.2 Ferramentas computadorizadas de análise TRIZ

Complementando a análise bibliométrica, foram identificadas ferramentas *online* e consultorias profissionais em TRIZ. Uma breve descrição, não exaustiva, de alguns desses recursos será apresentada a seguir. No formato pago, estas plataformas oferecem diferentes formas, níveis de aplicação da teoria e técnicas para chegar ao mesmo objetivo: geração de ideias e solução de problemas inventivos para melhor desempenho de produtos do ponto de vista da inovação.

Com base no tratamento de problemas industriais individuais, o sítio ‘*Time to Innovate*’ (http://www.time-to-innovate.com/en/steps_matrix) permite interação com o usuário no formato de uma matriz com campos de livre preenchimento. A partir do método IDM-TRIZ (desenho inventivo baseado em TRIZ) o *software* STEPS realiza a integração das fases do método e análise de inúmeras soluções iniciais até a definição de conceitos inovadores de soluções ranqueadas.

A solução Innovation WorkBench® (*Ideation International*, disponível em: <http://www.ideationtriz.com/new/iwb.asp>) é uma ferramenta de uso profissional para solucionar problemas tecnológicos desafiadores e fornecer soluções rápidas. O *software* possui licenças temporárias (7 ou 30 dias) e se integra a outras ferramentas para geração de ideias disponíveis no sítio. Há um formulador de problemas para análise crítica e transferência de conhecimento, que foca a interação de causa e efeito entre funções úteis e prejudiciais dos sistemas, com apoio de apresentações gráficas e relatórios.

O *software* TRIZ (*Statistical Design Institute*, disponível em: <http://www.stat-design.com/Software/TRIZ.html>) inicia o processo de geração de soluções com a identificação da contradição técnica e sua tradução, considerando os parâmetros de engenharia descritos na teoria. A partir de simulações e análises integradas, o melhor princípio de invenção é selecionado e, por fim, aplicado à contradição técnica original.

A plataforma TriSolver (*TriS Europe Innovation Academy*, disponível em: <http://www.trisolver.eu/index.html>) possui versões básica e profissional, direcionadas a melhorar o pensamento criativo a partir dos princípios de inovação TRIZ. Com a capacidade de moderar sessões de *brainstorming* e *workshops*, documentar e avaliar ideias, atua como um espaço de trabalho virtual para geração de ideias e exibição de todo o conhecimento e reunião das informações relevantes.

Finalmente, o Goldfire Innovator™ (*Invention Machine Corporation*, disponível em: www.invention-machine.com) se promove como a única solução que aborda o todo

o ciclo de vida do produto, com funções e conteúdo abrangentes que auxiliam o processo de inovação, métodos agregados e comprovados de análise de problemas, além de informações de patentes e artigos científicos, que orientam os usuários para soluções.

Empresas como a CREAX (<https://www.creax.com/en/home>) oferecem, por meio de suas equipes de *designers* e engenheiros criativos, as habilidades analíticas e criativas para guiar empreendedores a ideias inovadoras, trabalhando conceitos como melhores práticas de negócios e gestão, resolução de problemas técnicos baseada em TRIZ e radar de potencial evolutivo.

Portanto, o estudo, pesquisa e aplicação da TRIZ, apesar de seu surgimento nos anos 1940, têm despertado grande interesse por ‘sociedades’ que, em termos de competitividade, surgem como atores de peso na conquista e criação de mercado em vários ramos de atividade e setores industriais.

Nesse sentido, com a sofisticação dos meios e métodos necessários à geração de diferenciais competitivos em produtos, o uso da TRIZ se caracteriza como uma forma de atrelar a vantagem competitiva de empresas e mesmo nações às inovações.

Em um outro olhar, lançar mão da TRIZ num mundo globalizado se caracteriza como um método atualíssimo de indução à interseção de campos, culturas e disciplinas para gerar combinações de ideias diferentes em número maciço (JOHANSSON, 2008), indispensáveis à inovação de impacto.

A aplicação da teoria nada mais é do que um esforço no sentido de romper barreiras associativas, permitindo a conexão de ideias e conceitos que nem sempre são facilmente identificados de maneira lógica e dedutiva (JOHANSSON, 2008), mas que podem ser facilitados pelo conjunto de ferramentas e elementos da análise TRIZ.

2.3 Patentes

A posse dos direitos de exploração industrial, umas das formas de concessão do monopólio da propriedade intelectual, é conferida pelo estado e, no caso do Brasil, pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Disciplinada principalmente pela lei 9.279/96, por tratados internacionais e por atos normativos do INPI, a patente:

“(...) é um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgados pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou

jurídicas detentoras do direito sobre a criação. Em contrapartida, o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente” (INPI, 2015).

Desta forma, a proteção conferida pela patente é, ao mesmo tempo, um recurso valioso para que uma invenção se torne um investimento rentável, dados os custos de pesquisa e desenvolvimento de um produto, mas também um obstáculo à exploração comercial da informação tecnológica (BONINO *et al.*, 2010).

Dentro da estrutura de uma patente, o campo de reivindicações reúne formulações acerca dos componentes e dos detalhes específicos da invenção, que definem a matéria para a qual a proteção é solicitada, ou seja, que refletem sua exata aplicação.

O ciclo de uma patente está representado no Quadro 5 (aspecto internacional) e na Figura 9 (panorama nacional). No Brasil, o prazo de vigência das patentes de invenção é de 20 anos a contar da data de depósito, não sendo inferior a 10 anos a contar da data de concessão. Os critérios de patenteabilidade são: novidade, aplicação industrial, atividade inventiva e suficiência descritiva (INPI, 2015).

O período de graça é concedido por alguns países como um intervalo de tempo no qual a divulgação da invenção pelo próprio autor não prejudica o critério de novidade. A partir do primeiro depósito (prioritário) há um prazo de 12 meses para protocolar depósitos correspondentes em outros países onde se deseja proteger a invenção. Dezoito meses após o depósito se encerra o período de sigilo, e a informação técnica passa a estar disponível. O período de exame varia consideravelmente (sendo de 60 meses, em média), de acordo com a área de classificação inicial da patente e da solicitação de prioridade em situações específicas (INPI, 2015).

QUADRO 5 – Ciclo de vida de uma patente, aspecto internacional geral. Fonte: Adaptado de BONINO *et al.*, 2010.

FASE	PERÍODO	INFORMAÇÃO DISPONÍVEL
Depósito do pedido	Data de depósito	Apenas alguns metadados
Publicação do pedido	18 meses após o depósito	Texto completo e metadados
Concessão da patente	2 anos ou mais após o depósito*	Texto completo revisado e metadados revisados
Patente expirada ou cancelada	20 anos após o depósito (ou antes, em casos específicos)	Texto completo revisado e metadados revisados

* No Brasil, o *backlog* (período de análise de um pedido de patente) pode chegar a 15 anos em algumas áreas técnicas.

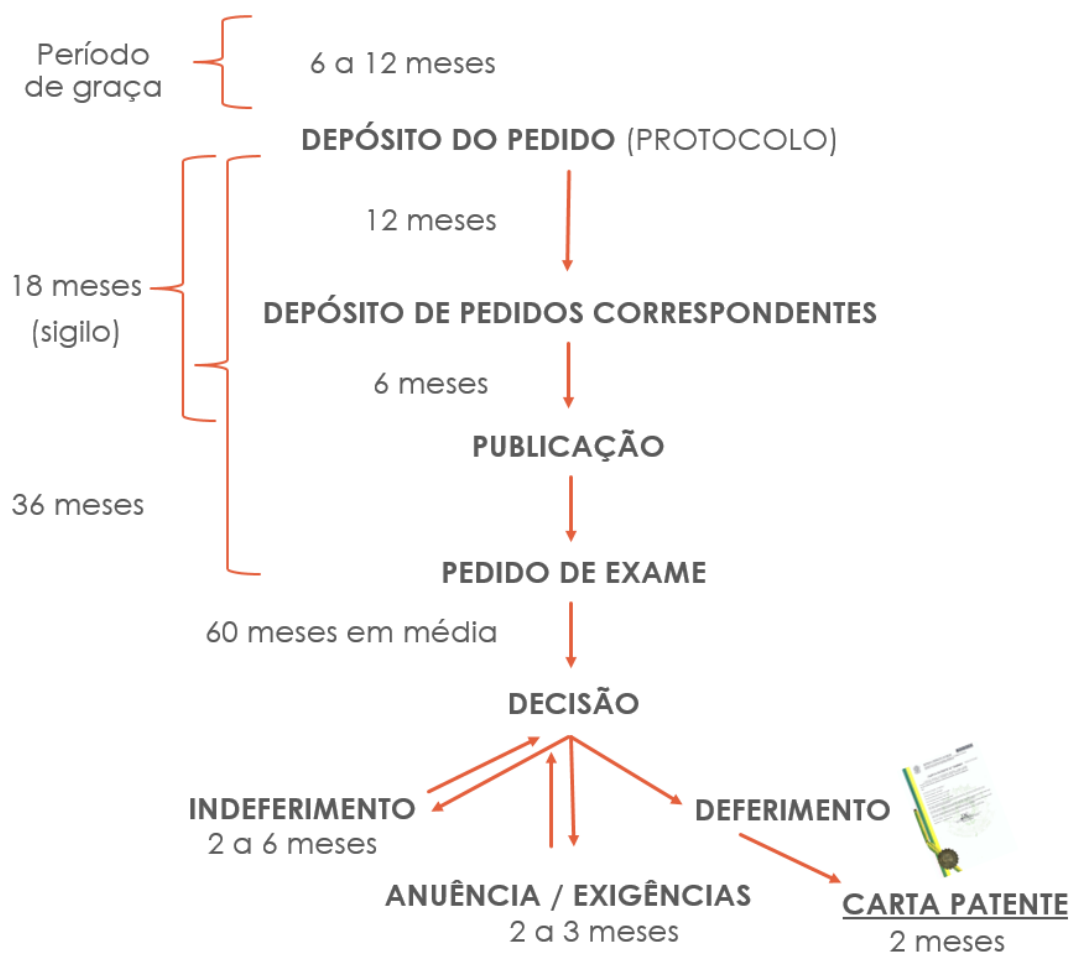


FIGURA 9 – Ciclo de uma patente, considerando panorama nacional. Fonte: Elaboração própria.

A proteção e comercialização de ativos intangíveis das instituições de ciência e tecnologia (ICT) adquiriu força no país a partir da Lei da Inovação (2004), permitindo-as ampliar seus horizontes de atuação, incluindo maior interação com o setor privado. Aumentos foram observados tanto nos pedidos de proteção quanto no número de contratos e nos valores de rendimentos obtidos a partir destes (BRASIL, 2013a).

Entre 2007 e 2013, o número total de depósitos de pedidos de patentes e o número de pedidos pendentes de análise no INPI aumentaram 37% e 46%, respectivamente (GUIMARÃES, 2015).

Até 2012, setenta por cento (N=112) das instituições públicas e 66,7% (N=22) das instituições privadas de biotecnologia, por exemplo, possuíam pedidos de patente requeridos ou concedidos (BRASIL, 2013a).

Documentos e diretrizes formais que possam ser considerados instrumentos de uma política de inovação e de propriedade intelectual são observados em 67,5% das instituições públicas e em 75,8% das instituições privadas mencionadas no relatório FORMICT (Formulário para Informações sobre a Política de Propriedade Intelectual das Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação do Brasil) de 2012 (BRASIL, 2013a).

Estes instrumentos das políticas de inovação institucionais incluem, por exemplo, termos de confidencialidade (implementados em 95,5% das instituições), formalização do desenvolvimento de projetos de cooperação com terceiros (89,5%), acordos de parcerias (85,7%) e de alianças estratégicas (79,7%), atividades de ensino relacionadas à inovação (78,9%), contratos de titularidade de PI (76,7%), de prestação de serviços (73,7%), de transferência tecnológica (TT) e licenciamento (66,2%).

Ainda no mesmo relatório, foram contabilizados 1372 contratos de tecnologia, sendo 850 (62%) de exploração ou licenciamento de patentes, 169 (12,3%) de TT, além de permissão de uso ou compartilhamento de laboratórios, equipamentos e instalações para pesquisa e inovação tecnológica, cotitularidade, licenciamento de direitos de PI, entre outros.

Os rendimentos obtidos com estes contratos foram da ordem de R\$ 49,7 milhões em TT no setor público e de R\$ 71,9 milhões no setor privado (BRASIL, 2013a). Estes são valores ínfimos comparados ao orçamento governamental de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em 2012, da ordem de R\$ 4,5 bilhões (ANPEI, 2012).

Os gastos com registro e manutenção da PI foram da ordem de R\$ 5 milhões e R\$ 1 milhão nos setores público e privado, respectivamente (BRASIL, 2013a).

Das atividades desempenhadas pelos NITs, a orientação aos pesquisadores mostrou-se implementadas em 60% das instituições pesquisadas e em implementação em 36,7% delas; outras atividades relacionadas apresentaram percentuais de implementação concluída de 41,7% (apoio ao empreendedorismo), 26,7% (negociação de ativos de PI) e 16,7% (avaliação de tecnologia) (BRASIL, 2013a).

2.3.1 Patente como fonte de informação tecnológica e indicador de desempenho

As patentes revelam soluções para problemas técnicos e representam fonte inesgotável de informações. Bonino *et.al.* (2010) destacaram o valor da informação

tecnológica que esses documentos revelam, ao afirmar que 80% das patentes nos Estados Unidos apresentam tecnologias não mencionadas na literatura científica. O escritório de patentes europeu reafirma esta declaração quando relata que mais de 80% do conhecimento técnico do homem está descrito na literatura de patentes (EPO, 2016).

Em contraste com todas as outras fontes, apenas patentes têm estrutura uniforme para a representação da informação, relatam o estado da técnica e o estado da arte e descrevem fragilidades em técnicas anteriores.

Além disso, há formas distintas de analisar estas informações e diversos tipos de atividades de análise e monitoramento de patentes, assim como métodos de busca (dos mais simples aos mais avançados, manuais ou automatizados), que podem ser realizados em plataformas de acesso livre, pago, ou misto (BREITZMAN; MOGEE, 2002; REYMOND; QUONIAM, 2016).

Vários são os mecanismos de uso do sistema patentário: Patentes secundárias, por exemplo, são as que descrevem novos usos para um determinado item (molécula, composto, dispositivo), usadas, por exemplo, pelas grandes farmacêuticas para estender o prazo de exclusividade de exploração comercial de substâncias já patenteadas (ABIFINA, 2016). Há ainda a possibilidade de exploração de oportunidades baseadas no binômio equivalência patentária e equivalência técnica (INPI, 2015).

A crise econômica, o ajuste fiscal e o conseqüente contingenciamento de recursos tendem a impedir a ampliação de programas de estímulo e reduzir oportunidades de expansão em diversos mercados. Em contrapartida, ações como a revisão de marcos regulatórios, redução do *backlog* das análises de patentes, estreitamento de relações entre diferentes instituições e órgãos executores de políticas com objetivos comuns, estímulo à internacionalização da pesquisa e do desenvolvimento no Brasil são possíveis e vem sendo postos em prática durante o delicado momento político e econômico atual (ABIFINA, 2016).

Recentemente, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) mudou a forma de avaliação da produção dos pesquisadores, passando a considerar a participação em patentes (concedidas ou depositadas) como indicador de produtividade no currículo *Lattes*. O órgão também tem divulgado a importância da proteção estratégica do conhecimento como ferramenta para inovação em saúde pública (OLIVEIRA; MELLO, 2014), considerando que as patentes são reconhecidamente indicadores de produção tecnológica (SUAREZ; LANZOLLA, 2007).

De uma maneira geral, o acúmulo de conhecimentos e inovações incrementais é que gera inovações radicais, por uma questão temporal (VOROS, 2003; ANTUNES, 2013). De forma complementar, considerando o tempo para concessão de uma patente – e sabendo que no INPI é de seis anos, em média - os dados de patentes concedidas não refletem a evolução mais recente da atividade tecnológica (DRUMMOND, 2009). Assim, há que se considerar as limitações do sistema patentário, tanto em estudos de prospecção tecnológica quanto em relação aos períodos de fomento dos projetos (QUINTELLA *et al.*, 2011).

Em uma revisão sobre inovação e desempenho internacional, Siqueira (2009) comparou o percentual de artigos e patentes originados em diferentes países e publicados ou depositados nos Estados Unidos. Este percentual, juntamente com a razão entre patentes concedidas e artigos publicados, foi considerado indicador da capacidade dos países em converter conhecimento em riqueza, além de refletir a concretização do esforço em tecnologia.

Os achados demonstram o baixo desempenho do Brasil (que contribui com apenas 1,2% dos artigos publicados e com 0,06% das patentes depositadas) quando comparado a países como Japão (contribuição 52X maior), Estados Unidos (32X), Alemanha (20X), França (10X), Coreia e Reino Unido (8X cada) (SIQUEIRA, 2009).

Números sobre desempenho e capacidade operacional de instituições nacionais evidenciam as lacunas a serem preenchidas para que todos os potenciais benefícios das parcerias possam ser explorados, e permitir que as instituições atuem em patamares mais elevados de complexidade tecnológica (TORRES, 2015).

2.3.2 Análise de patentes e monitoramento tecnológico

O fator chave na tomada de decisão sobre estratégia tecnológica é a qualidade da informação recolhida e analisada. Na maioria dos casos, as patentes representam uma fonte muito importante de informação (RUSSO *et.al.*, 2013).

A busca de anterioridade e análise de patenteabilidade, como ferramentas de análise de mercado baseadas em patentes, pode influenciar processos decisórios, facilitar a apropriação com qualidade da propriedade industrial, melhorar a gestão da inovação, ampliar a visão de soluções para gargalos tecnológicos e introdução de melhorias em produtos existentes (ABBAS *et al.*, 2014).

Em 2017, a pesquisa em bases de propriedade intelectual (busca de anterioridade de patentes) passou a fazer parte do roteiro das propostas de pesquisas na área de tecnologia e inovação submetidas ao CNPq, sendo exigência para concessão de bolsas em projetos com viés tecnológico (CNPq, 2017).

O grau de inovação interfere diretamente no sucesso dos produtos, pois confere um diferencial na qualidade, no atendimento da necessidade ou da expectativa dos consumidores e na sua aplicabilidade aos requisitos do mercado (COOPER; KLEINSCHMIDT, 1987), como pode ser interpretado a partir do Quadro 6.

QUADRO 6 – Fatores de influência no sucesso de produtos. Fonte: Adaptado de COOPER; KLEINSCHMIDT, 1987.

FATOR	DESCRIÇÃO
Superioridade	Principal fator de influência no sucesso comercial. A superioridade é desdobrada nos benefícios oferecidos aos clientes, qualidade do produto, custo, grau de inovação, grau de percepção do produto como superior e como uma solução para uma necessidade real.
Desenho	Definição do produto e atividades vitais de pesquisa preliminar, avaliações e validações da tecnologia e do mercado, análise econômico-financeira e patentária.
Sinergia mercado-tecnologia	Aceitação da tecnologia ou de sua forma de aplicação pelos clientes para que possam ser implementadas nos produtos.
Variáveis influentes	Variáveis controláveis (como o grau de domínio das atividades de pré-desenvolvimento, mercadológicas e tecnológicas) são mais importantes que as variáveis não controláveis (como mudanças de mercado, questões políticas).

Ao longo das últimas décadas, percebe-se o aumento no número de técnicas, instrumentos e práticas que evoluíram para articular e avaliar as expectativas em ciência e tecnologia (métodos de cenários, de previsões e avaliações de tecnologias, mapas e técnicas prospectivas).

Cada um, em sua maneira diferente, procurou fornecer alguma forma de competência antecipatória (muitos deles por meio da análise de patentes) através da qual poderá tornar possível tomar decisões mais prudentes do ponto de vista estratégico sobre o futuro (BORUP *et.al.*, 2006; ANTUNES, 2012).

2.3.3 Citações posteriores como indicadores de valor de um patente

Desde 1978, com o primeiro trabalho de destaque sobre análise de citações (ELLIS *et. al.*, 1978), o número de citações posteriores (*forward citations*) vem sendo utilizado

como um indicador de qualidade e impacto de uma patente (MICHEL; BETTELS, 2001).

Em geral, patentes muito citadas indicam uma nova descoberta, um grande avanço tecnológico, que desencadeia um fluxo de invenções subsequentes (SUAREZ; LANZOLLA, 2007; BESSAND; TIDD, 2009).

Metade das patentes são citadas apenas uma ou duas vezes e apenas 1% delas são citadas 24 vezes ou mais, sendo seis o número médio de citações de uma patente em 10 anos (BESSAND; TIDD, 2009; FALLAH *et al.*, 2009).

Algumas observações se fazem necessárias, como por exemplo, a influência do tempo sobre o número de citações: Documentos que citam uma patente são geralmente - e pelo menos - 12 meses mais recentes do que a patente citada, em função do período de sigilo e atrasos na publicação de pedidos depositados.

Em consequência, patentes similares, e que são concedidas quase simultaneamente, raramente citar-se-ão e novas patentes raramente ganham muitas citações, porque leva tempo para que elas sejam reconhecidas e citadas por documentos mais recentes. Ou seja, o acúmulo de citações se constrói ao longo do tempo e, em geral, uma análise restrita a esse indicador favorecerá patentes mais antigas (HARHOFF *et al.*, 2002).

Fallah e colaboradores acreditam que citações cumulativas não continuam a crescer indefinidamente e observaram visualmente um perfil de achatamento ao longo de 20 anos (FALLAH *et al.*, 2009). De forma complementar, patentes em diferentes campos tecnológicos tendem a ser citadas em taxas diferentes (HARHOFF *et al.*, 2002).

A contagem de citações posteriores de uma patente, isoladamente, não é a melhor maneira de analisar seu valor, por muitas razões. Exemplos incluem listas de citação incompletas ou inválidas (BRINN *et al.*, 2003), citações automáticas, auto-citações, associação não linear com o valor da patente (ABRAMS *et al.*, 2013) e o tempo necessário para que uma patente seja reconhecida e citada por documentos de patentes mais recentes.

No entanto, grupos como Brinn *et al.* (2003) e Oliver *et al.* (2016) confirmaram as citações futuras como um fator primordial no *ranking* de patentes, ainda mais significativo que sua idade (intervalo de anos a partir da prioridade), a contagem de itens nas reivindicações, o tamanho da família e os depósitos internacionais. Estes grupos de autores descobriram que as patentes negociadas e mais relevantes tinham número de citações exponencialmente maiores do que o amplo conjunto de patentes

emitidas entre 2005 e 2014, bem como do conjunto ligeiramente reduzido de patentes litigadas em vários campos.

2.4 TRIZ, patentometria e inovação

Análises patentométricas podem ser fundamentadas em motivações comerciais ou técnicas. A avaliação de propriedade intelectual comercial explora dados como o tamanho da família patentária e o número de citações para estimar o valor das patentes e das tecnologias envolvidas. (ZHANG, *et al.*, 2014) Os mapas de patentes, de caráter técnico, estão orientados a resumir problemas específicos e as respectivas soluções, contando com apoio de ferramentas de mineração de dados (HARHOFF *et al.*, 2002; RUSSO *et al.*, 2013; REYMOND; QUONIAM, 2016).

Informações temporais podem ser incluídas na análise para identificar tendências e estratégias de competidores, permitindo a adoção de contramedidas. As informações das patentes podem ainda ser usadas como fundamentação para a derivação de novas invenções, como no caso da TRIZ, em que a análise estruturada e sistemática permite inferir novas invenções por analogia (BONINO *et al.*, 2010).

A classificação internacional de patentes (CIP, ou IPC na sigla em Inglês) é amplamente utilizada quando se deseja realizar uma busca com algum tipo de recorte por área do conhecimento ou aplicação específica. Este sistema sofre atualizações a cada três meses para níveis mais detalhados e a cada três anos para os níveis principais, de forma a incluir campos tecnológicos emergentes (JANNUZZI *et al.*, 2005).

Para realizar as análises com base na TRIZ, os especialistas geralmente preferem operar com palavras simples, com um alto grau de generalização funcional e de fácil compreensão, a fim de lidar com informações amplas, mas simples. Esse processo se inicia pela transferência da terminologia especial ao léxico comum da engenharia para palavras funcionais orientadas para a ação, o que pode ser feito gerando uma lista de sinônimos (SAVRANSKY, 2000).

Em se utilizando termos, para abranger mais amplamente uma tecnologia, por exemplo, a busca em documentos de patentes deve ser feita também no campo das reivindicações. Isto porque muitas vezes há interesse em disfarçar o conteúdo principal e a aplicação do conhecimento explícito pode não ficar clara no título nem no resumo, campos mais comumente utilizados em análises deste tipo (FARIA, 2015).

A TRIZ se utiliza basicamente das patentes como fonte de informação, e segundo os autores da teoria original, uma única heurística inédita pode ser encontrada em cerca de 10.000 patentes escolhidas aleatoriamente ou em cerca de 1.000 patentes nos Níveis 3-5 (SAVRANSKY, 2000).

Um dos exemplos de tentativa de classificação automática de patentes usando categorias da TRIZ é apresentado por Loh *et. al.* (2006), em um estudo piloto, que coleta e analisa patentes sob o olhar dos princípios inventivos da TRIZ.

O princípio fundamental da análise TRIZ é a inventividade e, segundo especialistas, esta exige flexibilidade de imaginação (SAVRANSKY, 2000). Entretanto, Chechurin & Borgianni (2016), em sua recente e ampla revisão sobre TRIZ, apontam diversas experiências fracassadas e soluções de baixo desempenho obtidas por meio da aplicação da teoria quando comparadas a conceitos elaborados a partir de outros métodos.

Os autores apontam ainda a necessidade de profundo conhecimento teórico para aplicar eficientemente as ferramentas disponíveis e gerar melhores resultados em problemas realmente complexos (CHECHURIN; BORGIANNI, 2016).

Ao mesmo tempo, os autores reafirmam a diversidade de contribuições da TRIZ nas publicações na área da propriedade intelectual (CHECHURIN; BORGIANNI, 2016), tais como estimar o valor/qualidade de uma solução técnica; identificar a capacidade de as soluções técnicas evoluírem e anteciparem versões futuras; reunir automaticamente dados sobre a aplicação e frequência das ferramentas TRIZ e seus construtos, de forma a contribuir para outros desenvolvimentos ou alternativas à TRIZ clássica; agrupar documentação técnica baseada em conceitos da TRIZ; apoiar a busca de soluções existentes de acordo com os requisitos de solução de problemas.

Neste contexto, cabe destaque a linha da análise de oportunidades tecnológicas (*Technology Opportunities Analysis*, TOA), desenvolvida por Porter & Detampel (1995), que combina monitoramento e análise bibliométrica e patentométrica para investigar quais tecnologias estão emergindo, como elas se relacionam, onde e quem as desenvolve, como evoluem ao longo do tempo e quais as forças e fraquezas de instituições que pretendem adotá-las e explorá-las.

Alguns exemplos interessantes incluem Kayser *et al.* (2014), que utilizaram patentes para analisar tendências e identificar relações entre produtos e tecnologias, executando a mineração de texto como preparativo para o exercício de *Roadmapping* exploratório e estruturante.

Lenhari *et al.* (2014), por sua vez, listam fatores relevantes no processo de seleção de ideias em P&D que podem ser favorecidos pelo uso da TRIZ, como a contribuição para estratégia corporativa e para o campo tecnológico, a promoção e fortalecimento de relações (inter)institucionais, possibilidade de TT e impacto social.

Carvalho & Jesus (2015), por sua vez, fazem uma excelente revisão e, ao mesmo tempo, proposta de aplicação da TRIZ para embasar pesquisas na evolução da teoria, sendo dois dos raros autores a divulgar o método pouco conhecido no Brasil.

Outras revisões sobre a TRIZ são apresentadas por autores como Livtin *et al.* (2007), que compilaram uma lista de trabalhos, denominando-a de corpo do conhecimento em TRIZ. Segundo os autores, as publicações reunidas constituem o cerne da teoria, reunindo conceitos básicos, componentes e ferramentas, visando informar novos usuários e abrir discussões e outros desenvolvimentos para especialistas. O trabalho, entretanto, apenas lista os documentos por temas e subtemas componentes da teoria, sendo um ponto de partida, mas não uma fonte de conceitos e fundamentação teórica ou de casos de aplicação prática (Livtin *et al.*, 2007).

Além de sermos reconhecidamente fracos na conversão de conhecimento em riqueza – razão entre patentes concedidas e artigos publicados –, temos um grande *backlog* no Brasil associado a uma enorme falta de cultura patentária. Isto posto, a indução da TRIZ como ferramenta a ser utilizada intensivamente como forma de minimizar o *gap* tecnológico brasileiro em algumas importantes áreas – com destaque para aquelas de elevada intensidade tecnológica –, se constitui, ainda que tardiamente, em oportunidade de orientar o desenvolvedor brasileiro.

Em assim procedendo formataríamos o caminho a ser trilhado em termos de inovação em produtos, pelo menos para o mercado nacional. Nem isso a empresa industrial brasileira tem conseguido fazer, como demonstra a evolução das taxas percentuais de inovação, apuradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio das Pesquisas de Inovação Tecnológica.

Entre 2001 e 2014, a contribuição das empresas nacionais para a inovação encontra-se sempre abaixo de 40% (em geral). Levando em conta apenas o desenvolvimento de produto novo para o mercado nacional, chega a ser inferior a 10% considerando médias, pequenas e microempresas (Tabela 2).

TABELA 2 – Participação percentual de empresas industriais nacionais que implementaram inovações, por faixa de pessoal ocupado, ao longo do período de 2001 a 2014, de acordo com a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica. Fonte: Adaptado de IBGE (2005; 2007; 2010; 2013; 2016).

Faixas de pessoal ocupado	Taxa de inovação					Produto novo para o mercado nacional					Processo novo para o setor no Brasil				
	2001 a 2003	2003 a 2005	2006 a 2008	2009 a 2011	2012 a 2014	2001 a 2003	2003 a 2005	2006 a 2008	2009 a 2011	2012 a 2014	2001 a 2003	2003 a 2005	2006 a 2008	2009 a 2011	2012 a 2014
De 10 a 29			36,9					3,3					2,0		
	31,1	28,9		33,8	33,4	2,1	2,1		2,7	2,6	0,7	0,9		1,2	1,8
De 30 a 49			35,2					3,2					1,6		
De 50 a 99	34,9	40,6	40,1	38,6	45,4	2,3	3,7	4,6	4,4	5,4	0,8	1,2	2,2	3,9	3,3
De 100 a 249	43,8	55,5	43,0	43,4	50,8	3,9	6,5	6,4	7,6	8,8	1,7	3,8	3,1	5,4	6,3
De 250 a 499	48,0	65,2	48,8	52,3	55,7	5,8	9,4	9,0	12,5	12,9	3,4	6,1	4,5	9,0	7,5
Com 500 ou +	72,5	79,2	71,9	55,9	65,7	26,7	33,4	26,9	20,8	24,3	24,1	27,1	18,1	16,4	16,7
Total	33,3	33,4	38,1	35,6	36,4	2,7	3,2	4,1	3,7	3,8	1,2	1,7	2,3	2,1	2,6

O mesmo se evidencia em estudos internacionais, como o *Global Innovation Index 2016 Report*, no qual o Brasil encontra-se na 69ª posição do ranking geral. Apesar de ter uma pontuação razoável na caracterização do ambiente nacional de P&D (30ª posição, ascendente), o país ocupa a 100ª posição quando se trata da taxa de eficiência em inovação (IER=0,6, descendente), ou seja, no retorno financeiro feito sobre investimentos em inovação (GII, 2016).

Até recentemente não eram evidenciadas redes de inovação no país, ou seja, redes de P&D com orientação para o mercado (DAL POZ, 2006).

As tradicionais redes de P&D são necessárias, mas não suficientes, para gerar inovação, em função do complexo panorama da ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil. Há que se ampliar a capacidade de absorção de conhecimento gerado nas ICTs dentro e fora do país, sobrepondo o desafio de conciliar arranjos institucionais diante da dinâmica inovativa, identificando visões compartilhadas por especialistas e adotadas como parte do desenho do futuro desejado, para uma construção coletiva (GADELHA, 2014).

2.5 Biotecnologia e Saúde

A biotecnologia tem o poder de curar, alimentar e movimentar o mundo (CHACUR, 2012) e combina disciplinas como Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Embriologia e Biologia Celular, Engenharia Química, Tecnologia da Informação, Robótica, Bioética e Biodireito, entre outras.

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), as empresas de biotecnologia são aquelas que utilizam uma ou mais técnicas biotecnológicas em suas atividades produtivas (OECD, 2005).

No estudo sobre biotecnologia no Brasil, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) sugere uma definição sobre este campo do conhecimento: “*A Biotecnologia compreende uma grande variedade de técnicas, metodologias e tecnologias de pesquisa e de produção industrial, que são aplicáveis em diversos setores, sem exclusividade*” (ABDI, 2012, p. 6).

Dentro do segmento do conhecimento biotecnológico, reside a área da saúde humana, que inclui as macromoléculas terapêuticas e anticorpos monoclonais produzidos com o emprego da tecnologia de DNA recombinante. Também estão incluídos outros terapêuticos, substratos artificiais, diagnósticos e tecnologias de liberação controlada de fármacos (OECD, 2005).

Comumente tais produtos são classificados em três grupos, sendo eles as proteínas terapêuticas (a exemplo da insulina utilizada em tratamentos contra diabetes e das enzimas corretivas de doenças genéticas); os anticorpos monoclonais (utilizados tanto em tratamentos quanto em conjuntos, ou *kits*, para diagnóstico) e as vacinas (usadas na profilaxia de doenças da infância e da vida adulta).

Esta área do conhecimento contribuía para gerar 0,9 a 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro antes da Lei da Inovação. Após 2004, essa contribuição vem aumentando ainda que discretamente, tendo alcançado seu maior valor em 2014 (1,74%), ainda abaixo do valor estimado como ideal para igualar o Brasil a outras nações reconhecidamente engajadas na inovação (BRASIL, 2015).

Atualmente, biotecnologia e saúde humana constituem uma das mais importantes frentes de inovação, respondendo por cerca de 20% do gasto mundial com atividades de P&D e uma área de elevado interesse estratégico para a sociedade (GADELHA, 2012).

Os medicamentos biológicos são ótimos exemplos de inovações do setor biotecnológico. Apesar de representar apenas 20% do mercado mundial de fármacos, sua taxa de crescimento é a maior do setor farmacêutico: suas vendas aumentaram 64% entre 2002 e 2012 (GUIMARÃES, 2014). A Tabela 3 apresenta a dinâmica do mercado desses grupos de produtos entre 2010 e 2014.

TABELA 3 - Mercado mundial dos medicamentos biológicos, em bilhões de dólares americanos. Fonte: Adaptado de GUIMARÃES, 2014.

PRODUTO/ANO	2010	2014	VARIAÇÃO ANUAL %
Proteínas terapêuticas	72	107	8,2
Anticorpos monoclonais	48	86	12,4
Vacinas	29	46	9,7
Total	149	239	9,9

A complexidade das moléculas envolvidas, de suas interações com os componentes celulares e a variabilidade dos processos biológicos tornam consideráveis os desafios para o desenvolvimento e produção de medicamentos biológicos. Muitas empresas concentram esforços nos biossimilares, em função da projeção de extinção, até 2020, de patentes de doze produtos que atualmente concentram um mercado global de 76 milhões de dólares (GADELHA; COSTA, 2013).

Apesar de se apresentar como um nicho cheio de possibilidades na indústria brasileira, o mercado dos biossimilares também oferece barreiras à entrada de novos produtores, tanto nos

aspectos regulatórios (referentes à pesquisa clínica, registro, intercambialidade, nomenclatura), como nos aspectos técnicos (capacitação técnica, mais espaço para P&D) e, ainda, no que concerne ao sistema nacional de farmacovigilância (GUIMARÃES, 2014).

Isso justifica, em parte, a falta de investimento em P&D para desenvolvimento e fabricação de alguns produtos para doenças que acometem populações negligenciadas, por não serem biológicos altamente lucrativos (GADELHA, 2014).

Com a rápida evolução tecnológica e a ampliação dos conhecimentos sobre mecanismos imunológicos e plataformas para desenvolvimento de novos produtos, estas barreiras vêm sendo ultrapassadas, muitas vezes, por meio do estabelecimento de parcerias entre instituições de ensino e pesquisa, produtores nacionais, órgãos regulatórios e outras instâncias governamentais (RAMOS, 2016).

Ainda assim, sendo um setor dinâmico, fortemente regulado e com inúmeros grupos atuantes em todo o mundo, faz-se necessário direcionar esforços e otimizar recursos para obtenção de produtos e serviços com maior potencial benéfico e no menor tempo possível.

Dessa forma, evita-se o distanciamento e a obsolescência tecnológica, bem como a manutenção/ampliação do déficit na balança comercial atualmente observado (GADELHA; COSTA, 2013). Tais esforços devem contemplar, por exemplo, o estímulo ao processo de criação coletiva do conhecimento e sua disseminação.

O déficit na balança comercial no setor saúde é produto da necessidade de importação de diversos produtos, além dos pagamentos tecnológicos, como serviços oriundos de transferências de tecnologia (TT) e licenças para exploração de patentes (GADELHA, 2003).

Atrelado ao panorama desfavorável, a alteração do perfil demográfico da população brasileira projetada para 2030 (Figura 10) indica um aumento de quatro a seis vezes da população com mais de 65 anos, o que implica uma modificação na demanda por saúde. Está previsto o aumento da necessidade por serviços de atenção à saúde e por medicamentos de base biotecnológica distintos daqueles impostos pela demanda atual (NORONHA, 2014).

Isso pode ser exemplificado pelo aumento do número de mortes por doenças e complicações associadas à terceira idade (Figura 11) em detrimento de causas como doenças infecciosas e parasitárias, mais comuns entre 30-50 anos. Aspectos relevantes em saúde pública incluem o predomínio crescente das doenças crônicas, de pessoas em uso contínuo dos serviços de saúde, incluindo cuidados multiprofissionais e espaços de longa permanência.

O estudo *Brasil: saúde amanhã* (NORONHA, 2014) estima que apenas a mudança na estrutura demográfica, sem alterações tecnológicas ou epidemiológicas significativas,

implicaria, em 20 anos, um incremento de gastos com atenção à saúde (serviços e produtos de média e alta complexidades) da ordem de 37%.

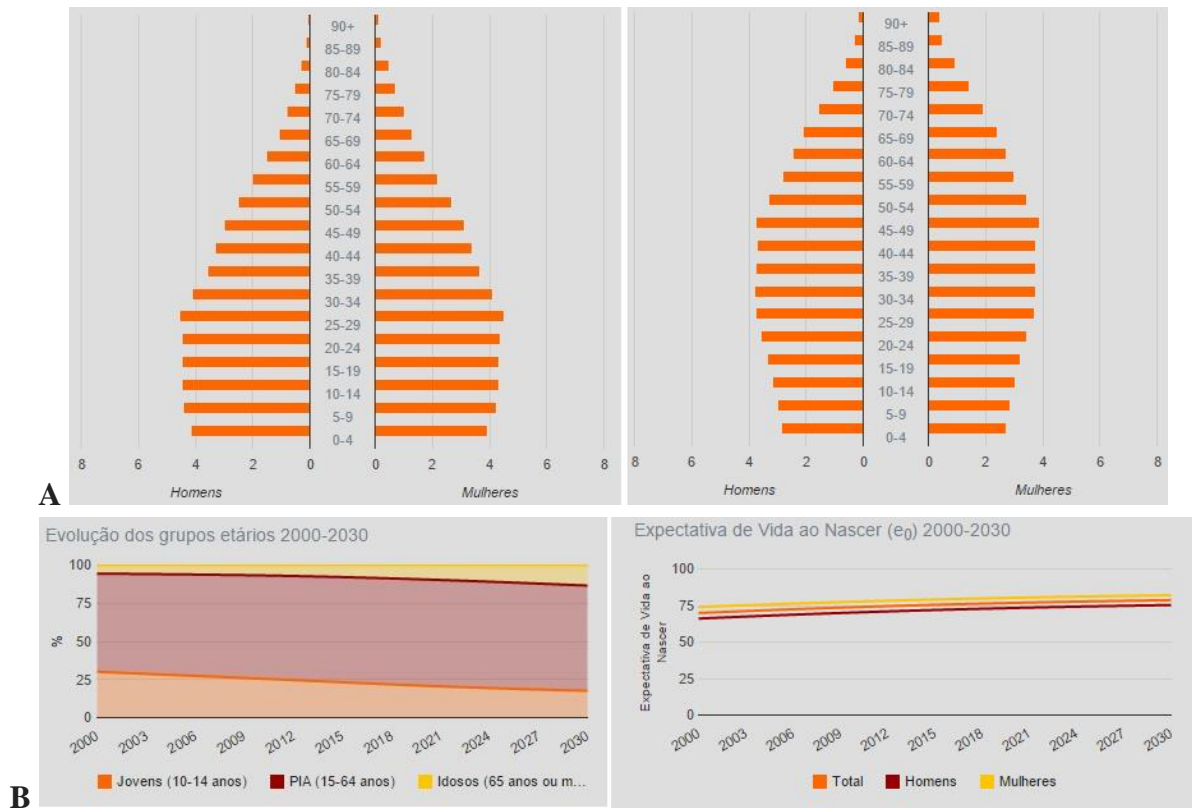


FIGURA 10 - Alteração do perfil da população brasileira entre 2010 e 2030: mudanças nas composições etárias da pirâmide populacional (A) e ampliação da expectativa de vida (B). Fonte: IBGE, 2015.

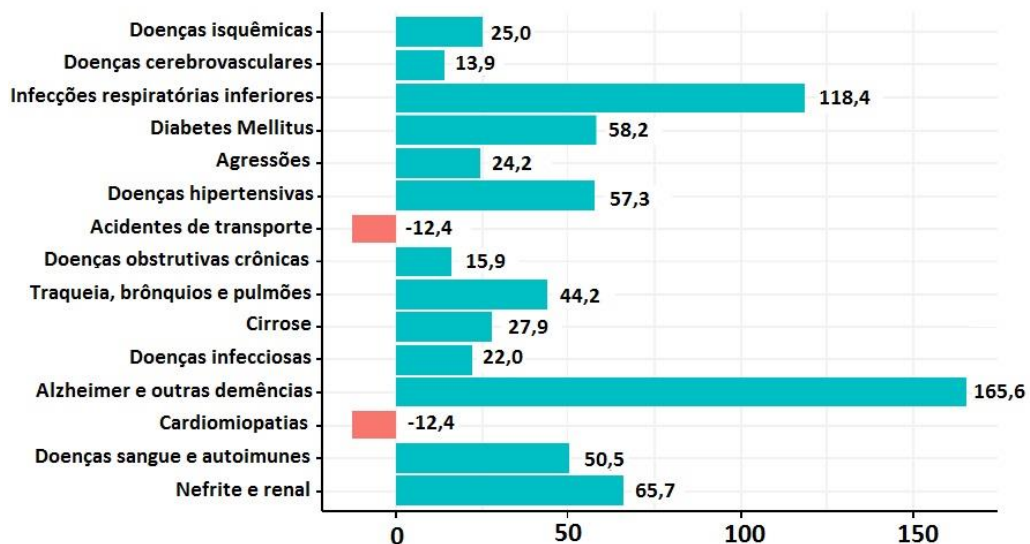


FIGURA 11 - Variação (%) na taxa de mortalidade por 100.000 habitantes para as 14 maiores causas de morte entre 2011 e 2033. Fonte: NORONHA, 2014.

Diante deste cenário, é possível inferir que há necessidade de mudança do padrão tecnológico e produtivo em saúde, para evitar a pura ampliação do padrão de consumo de medicamentos, por exemplo. Em termos de políticas públicas, considerando o sistema de saúde universal, é imperativo definir que padrão tecnológico se deseja alcançar, definir quais tecnologias precisarão ser desenvolvidas e incorporadas e, assim, planejar ações e mudanças que precisam ser implementadas para construir o futuro desejado (GADELHA, 2014).

Parece mais necessário que nunca promover a inovação na área da saúde, tanto em nível corporativo, quanto setorial ou mesmo nacional, na elaboração e execução de políticas públicas. Para tal, é imperativa a identificação de tecnologias emergentes específicas e tendências tecnológicas, bem como seus potenciais fornecedores, a avaliação, por especialistas, dessas tecnologias e das eventuais dificuldades e oportunidades para sua difusão (TIGRE, 2014).

Em geral, o que se observa nas empresas de base biotecnológica brasileiras é uma limitada capacidade inovadora (IBGE, 2013) e baixo desempenho no que diz respeito à exploração dos direitos de propriedade intelectual (BRASIL, 2013a).

Efeitos negativos dessa constatação podem ser observados em diferentes níveis: primeiramente, falta de visão da alta gerência, de técnicos e pesquisadores sobre a diversidade de ferramentas disponíveis para gestão tecnológica ou da inovação (e seu potencial), ou, ainda, a adoção de modelos prontos e inadequados, gerando produtos pouco informativos.

Em segundo nível, apura-se uma baixa taxa de inovação, dispersão de esforços internos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), iniciativas isoladas em diferentes instituições, frequente atraso e fracasso de projetos, muitos deles sem viabilidade técnica e/ou econômica.

Em último nível, observa-se o déficit na balança comercial, a dependência econômica e tecnológica, seguida pela reduzida capacidade de incorporação de conhecimento convertido em inovação e o distanciamento entre indústria e academia no que diz respeito à PD&I.

2.5.1 Sistema Nacional de Inovação em Saúde

O heterogêneo conjunto de arranjos institucionais, que incluem empresas, ICTs, agências regulatórias, órgãos governamentais de avaliação e implementação de políticas, tecnologias e de propriedade intelectual, com atividades e relações interinstitucionais complexas, constitui o Sistema Nacional de Inovação em Saúde (SNIS) (PEREIRA *et al.*, 2004; GADELHA; COSTA, 2013).

Esse sistema, por sua vez, oferece à sociedade produtos e serviços de saúde de forma direta (medicamentos vendidos em farmácias, atendimentos médico-hospitalares) ou indireta (programas de atenção à saúde).

As indústrias e instituições que compõem o SNIS apresentam alto grau de inovação, de intensidade de conhecimento (científico e tecnológico) e dinamismo, considerando suas taxas de crescimento e de competitividade. O SNIS é alvo frequente de intervenções de fomento, como indução de parcerias, financiamentos e montagem de infraestruturas. Mais no setor privado que no público, também são alvo de expressivos investimentos, não só no Brasil, mas em todo o mundo (GADELHA, 2012).

2.5.2 Complexo Econômico-Industrial da Saúde

O sistema produtivo da saúde, designado como Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS) (GADELHA, 2003), tem na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (BRASIL, 2011) e no Plano Brasil Maior (BRASIL, 2013b) seus mais recentes instrumentos políticos de consolidação (GADELHA, 2012). Caracterizado como um sistema de inovação e produção, o CEIS contempla três subsistemas interdependentes (Figura 12):

- *Subsistema de Base Química e Biotecnológica, que envolve a indústria farmacêutica, de vacinas, hemoderivados e reagentes para diagnóstico.*
- *Subsistema de Base Mecânica, Eletrônica e de Materiais, que inclui as indústrias de equipamentos médico-hospitalares e materiais médicos.*
- *Subsistema de Serviços, que abrange a produção hospitalar, laboratorial e serviços de diagnóstico e tratamento.* (GADELHA, 2012; p.18).

Os objetivos das políticas e iniciativas de fortalecimento do CEIS incluem a substituição das importações, o barateamento do custo dos medicamentos para o Sistema Único de Saúde (SUS) e o incremento da inovação (DELGADO, 2014). É cada vez mais evidente a necessidade de desenvolver competências locais (tecnológicas, organizacionais e relacionais) para inovar, incluindo infraestrutura, recursos e custos.

Competências complementares também precisam ser exploradas, como a capacidade de apropriação de tecnologias e conhecimentos externos (BARBOSA *et al.*, 2008), geração de conhecimento, inserção da inovação na estratégia da organização, gestão e proteção da PI, entre outras.

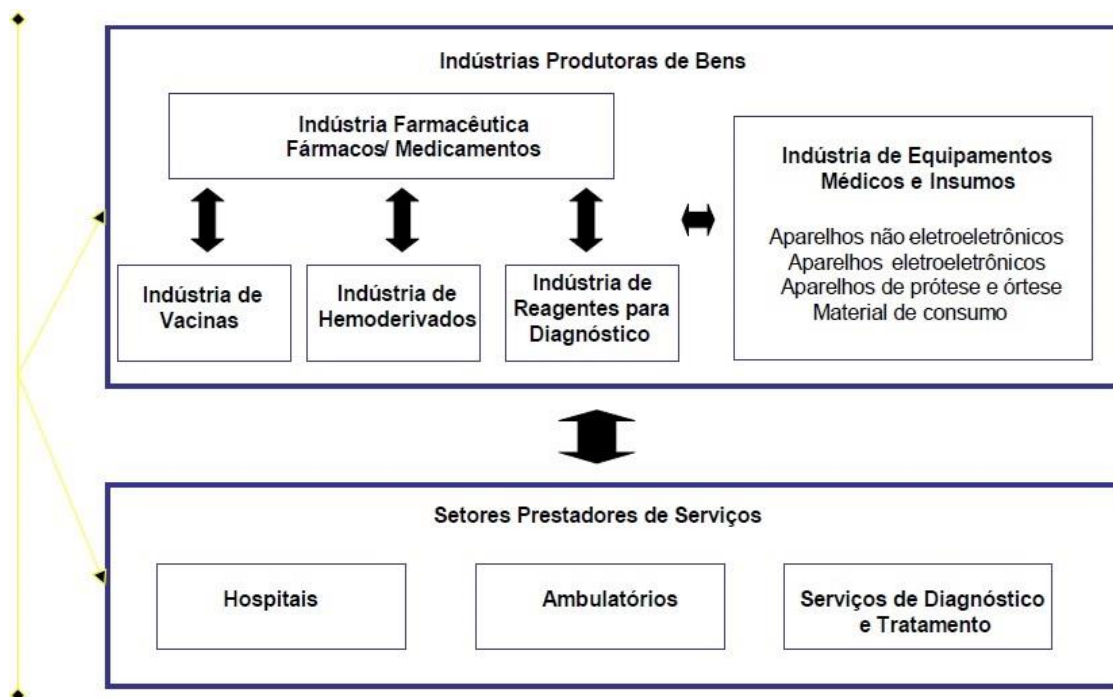


FIGURA 12 - Morfologia do Complexo Econômico-Industrial da Saúde. Fonte: Adaptado de GADELHA, 2003.

As Parcerias para Desenvolvimento Produtivo (PDP) são atualmente uma das bases do CEIS e utilizam a força criativa da academia, a capacidade produtiva da indústria e o poder de compra do Estado para transformar boas ideias em produtos no menor tempo possível (RAMOS, 2016).

Por outra perspectiva, estudos como o do Programa “Brasil: Saúde Amanhã - Prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro”, iniciado há quatro anos e organizado pelo consórcio Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Ministério da Saúde (MS), exercita uma reflexão sobre um horizonte de 20 anos (inicialmente), ou seja, 2030, visando traçar diretrizes.

Estruturado em uma etapa inicial de diagnóstico de diversos campos temáticos, incluindo a biotecnologia, evoluindo para a realização de estudos paralelos conduzidos por diversos atores do governo e da academia, culmina com a constituição de redes de prospecção estratégica. Estas redes e suas atividades são detalhadas na terceira e última etapa do programa, que teve início em 2015 (NORONHA, 2014).

Considerando que a saúde é um indicador de desenvolvimento, de geração de emprego e renda (TIGRE, 2014) e que o setor movimentou mais de 10% do produto interno bruto (PIB) em 2016 (GADELHA, 2017), iniciativas como as descritas acima fazem todo sentido.

Tais ações têm o potencial e a missão de resultar em projetos estruturantes para o desenvolvimento produtivo do país, fortalecendo a tripla hélice da inovação, formada por governo, academia e indústria. Entretanto, ainda observa-se a falta de mecanismos efetivos de gestão para concatenar iniciativas, recursos e competências existentes (MOREL, 2012).

2.5.3 Patentes em biotecnologia – impacto, relevância e valor

Os documentos de patente concentram mais de 2/3 de toda a informação tecnológica (WIPO, 2015). Além disso, as vantagens do uso do sistema de patentes no monitoramento e avaliação da tecnologia dependem da cobertura mundial e tecnológica, da universalidade do formato de documentos, do crescimento contínuo e do potencial de reduzir 30% dos custos e esforços em P&D (GUERRANTE; RODRIGUES, 2013).

O argumento anterior é, obviamente, fortemente apoiado pela indústria biofarmacêutica, mas isso não significa que não seja válido. O sistema de patentes tornou possível que empresas desse setor superassem o processo arriscado, extenso, laborioso e dispendioso de desenvolver novos medicamentos para salvar ou manter vidas em todo o mundo (HERLLING, 2007).

As patentes incentivaram a pesquisa básica e o desenvolvimento de tecnologias protegidas por patentes, por exemplo, para testar moléculas ou caminhos que podem ser aplicados em condições ou doenças distintas das que foram reivindicadas em um documento de patente específico (HERLLING, 2007).

Os cadernos especializados da OECD mostram que havia mais de 10.409 documentos de patentes em biotecnologia com materiais depositados no regime do Tratado de Cooperação de Patentes (PCT) até 2011 (OECD, 2013).

Tais invenções compõem 177 famílias triádicas, aquelas depositadas nos três maiores escritórios de patentes do mundo – sendo eles o europeu (EPO), o japonês (JPO) e o americano (USPTO) – e que são compostas, em média, por 58 documentos cada.

Contra-pondo-se ao franco crescimento da produção científica nacional, encontra-se o fraquíssimo desempenho do Brasil na produção tecnológica, cujo principal indicador é o número de patentes depositadas e concedidas em todo o mundo.

Nos estudos da OECD, foram identificadas mais de 19.000 empresas de biotecnologia ao redor do globo. Apenas 903 eram sediadas no Brasil, mas um número reduzido delas (151) possui 10 ou mais colaboradores (OECD, 2013). Explorando o conceito da própria OECD, a Fundação Biominas mostra, em estudo publicado em 2009, que esse número pode ser bem

menor, pois apenas 253 empresas privadas de Biociências foram identificadas no Brasil, das quais 109 (43%) estão envolvidas em biotecnologia e 78 (30,8%) em Saúde Humana (BIOMINAS, 2009).

Com esse perfil, não é de se estranhar que as patentes biotecnológicas brasileiras contribuam apenas com 0,4% das patentes mundiais, apesar de terem dobrado em número (de 29 para 60) de 2000 a 2010 (OECD, 2013).

O estudo realizado pela ABDI descreve o perfil das patentes em biotecnologia depositadas no INPI entre 1996 e 2011. Além dos códigos da classificação internacional de patentes (CIP) mais utilizados, áreas de concentração e de aplicação dessas patentes, o estudo destrincha os depositantes mais frequentes e indica um aumento do número de depósitos por residentes no período analisado, apesar de a grande maioria dos depósitos ser originada de inventores e empresas estrangeiras (ABDI, 2012).

Este aumento pode ser atribuído, em parte, ao fortalecimento da cultura da propriedade industrial e dos NITs nas empresas e instituições públicas.

O custo de desenvolvimento de um fármaco é muito maior que o custo de copiá-lo, daí a proteção por patente ser a melhor solução para esse setor (MENDES, 2012). Entretanto, isso não se aplica a todas as invenções biotecnológicas e, em alguns casos, a divulgação preventiva passa a ser a melhor estratégia de proteção da titularidade do produto ou do processo.

Os aspectos regulatórios, o acesso a capital, a mercados estrangeiros e a insumos importados são apontados no estudo como principais obstáculos para a tradução mais direta entre as patentes e a comercialização das inovações pelas empresas brasileiras (ABDI, 2012).

Considerando tais dificuldades, a demanda reprimida do INPI para análise dos depósitos de patentes, o binômio dinamismo *versus* obsolescência tecnológica, bem como o ciclo de vida do desenvolvimento tecnológico (cujo tempo, custos e riscos são elevados), é possível entender o baixo desempenho das empresas brasileiras em inovação, seja ela atrelada ou não ao sistema patentário.

Levando em conta que o tempo médio de exame no INPI (*backlog*) é maior que 10 anos, o período de monopólio temporário garantido pela patente, em geral, passa dos 20 anos, já que refere-se à data da concessão e não do pedido. Por conta disso, em muitos casos as patentes deixam de ser um estímulo à inovação e se transformam em ferramenta de inibição de concorrência (GUIMARÃES, 2015).

Este *backlog* acaba protegendo a indústria que importa medicamentos patenteados e prejudicando a que produz medicamentos localmente, além de inibir as atividades locais de P&D com potencial de gerar produtos industriais (GUIMARÃES, 2015).

A biotecnologia é caracterizada como uma cadeia produtiva com alto valor agregado. Assim, os mercados de produto final desta cadeia de produção estarão sempre presentes quando nos concentramos em interesses comerciais relacionados às patentes correspondentes.

O estudo aqui proposto é uma forma de avaliar a sinergia de ações e atividades relacionadas à conversão de conhecimento em inovações, que podem impactar diretamente a competitividade das empresas que atuam na área de biotecnologia. Por meio da aplicação do método proposto é possível estabelecer um processo sistemático de geração de ideias e de obtenção de informações tecnológicas relevantes para aumentar o impacto das inovações em produtos e processos biotecnológicos e o desempenho das instituições do CEIS, por exemplo.

Após a revisão bibliográfica apresentada e, considerando a relevância dos temas reunidos, buscou-se definir os métodos para desenvolvimento do trabalho, incluindo o delineamento da pesquisa, fontes de informação, estratégia de busca, recortes metodológicos, ferramentas e procedimentos para análise das informações, que serão apresentados a seguir.

3 Metodologia da Pesquisa

Esta seção descreve os procedimentos de pesquisa, incluindo estratégias e recortes metodológicos para obtenção, organização e exame dos dados, bem como ferramentas utilizadas na análise dos resultados e em sua representação.

“Instrumentos de coleta e de análise devem contribuir para geração e disponibilização de informação confiável, que tenha sido validada por significado e contexto, que realmente seja determinante para o sucesso das escolhas estratégicas feitas com base neste conjunto de informações.” (MARQUES; FONSECA, 2014, p. 172).

3.1 Delineamento da pesquisa

A classificação da pesquisa foi feita com base nos critérios propostos por Vergara (2013) e Minayo (2006). Quanto ao objetivo, esta pesquisa classifica-se como exploratória, porque busca ampliar o conhecimento sobre um tema, por meio da revisão da literatura pertinente, e também propor uma nova abordagem ou aplicação de conceitos esclarecidos a partir desta revisão.

Como forma de atingir os objetivos, a pesquisa é de natureza aplicada e prática, sendo mescladas as abordagens quantitativa e qualitativa na análise do perfil dos documentos de patentes recuperados. Do ponto de vista dos procedimentos de pesquisa, são utilizados:

1. Pesquisa bibliográfica e análise bibliométrica, para embasar a fundamentação teórica que precede a criação de uma hipótese e o método para sua investigação.
2. Análise patentométrica, para gerar os resultados necessários à comprovação da hipótese de trabalho. Além disso, estes achados subsidiam a discussão de resultados prévios frente aos obtidos durante a análise.

3.2 Fontes de informação e recortes metodológicos

A principal fonte de dados foi a base *online* Derwent Innovations IndexSM (DII), um banco de dados produzido pela Thomson Reuters ScientificTM, de acesso via portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), disponível em: www.periodicos.capes.gov.br/.

A data disponibilizada é a data de indexação do documento de patente na base, ou seja, posterior à sua concessão em cerca de 18 meses normalmente (GUERRANTE; RODRIGUES, 2013). A base considera como patente-base aquela que foi indexada primeiro e não permite, nas funcionalidades básicas, analisar os resultados por ano de depósito ou de publicação das patentes, o que inviabiliza uma análise da evolução temporal utilizando estes parâmetros.

A plataforma permite buscas em vários campos, exportação de até 500 registros por vez, elaboração de estatísticas, cobre mais de 80 países, 47 autoridades de patentes em todo o mundo e trabalha com famílias estendidas, definidas por invenção.

A DII oferece ao usuário o que se chama valor agregado, ou seja, serviços adicionais como títulos reescritos e resumos em inglês refeitos por especialistas para serem mais informativos. Os especialistas também harmonizam depositantes e invenções, categorizando-os por códigos próprios classificatórios (RUOTSALAINEN, 2008) e disponibilizam a contagem de citações posteriores, atualizadas semanalmente, originadas nos seis principais escritórios (europeu, da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), americano, alemão, do reino unido e japonês).

Como estratégia de busca, na ferramenta de pesquisa básica da base *online*, utilizou-se os códigos CIP amplos C12N* e G01N-033* (truncados e combinados), com intervalo de tempo restrito ao período entre 1980 e 2015, ou seja, o prazo de 35 anos que abrange as invenções da biotecnologia moderna.

Este universo temporal foi estabelecido em função do que é conhecido como marco da biotecnologia moderna: 16 de junho de 1980, quando o primeiro microorganismo geneticamente modificado foi liberado para ser patenteado nos Estados Unidos (DIAMOND V. CHAKRABARTY, 1980).

Os códigos utilizados na busca reúnem produtos e processos desenvolvidos com base na tecnologia do DNA recombinante (Quadro 7). O primeiro código (C12N) está relacionado com a mutação ou engenharia genética e o uso de microrganismos, e o segundo (G01N-033) para métodos de medição, teste, investigação ou análise de materiais.

QUADRO 7 – Códigos CIP selecionados para a pesquisa e a descrição dos produtos e subprodutos incluídos em cada categoria. Fonte: Adaptado de INPI, 2015.

CIP	DEFINIÇÃO
C12N	Micro-organismos, enzimas e suas composições; propagação, preservação, ou manutenção de micro-organismos ou tecido; engenharia genética ou de mutações e meios de cultura
G01N33	Investigação ou análise de materiais por métodos específicos não abrangidos em outros grupos; amostragem, preparação para investigação (manuseio para análise automática)

De forma mais detalhada, este conjunto engloba compostos e preparações de compostos com ácidos nucleicos ou nucleotídeos, materiais de medição ou ensaio, tais como peptídeos e imunoglobulinas, microorganismos, preparações medicinais contendo antígenos ou anticorpos, processos químicos, físicos ou físico-químicos em geral, bem como aparelhos para enzimologia ou microbiologia.

Esta lista confirma a adequação da estratégia ao foco proposto pelo trabalho no setor tecnológico do mercado de diagnóstico, para incluir invenções relacionadas à prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças infecciosas, não-infecciosas e neoplasias, e produtos como vacinas, reativos, fármacos e biofármacos.

Os registros recuperados inicialmente foram filtrados para a área da Biotecnologia e Microbiologia Aplicada. Este filtro automático disponibilizado pela base é resultado da subdivisão das patentes em seções, que refletem áreas de conhecimento amplas e, neste caso, reúne documentos relacionados à produção de farmacêuticos e outros produtos químicos de fermentação, microbiologia, vacinas e antibióticos, cultura de células e tecidos e engenharia genética (seção D16).

Uma verificação rápida sobre o perfil do grupo inicial de documentos mostrou que os principais permanecem representados após aplicação deste filtro (dados não apresentados), o que permitiu prosseguir com as análises utilizando este subgrupo.

Em seguida, os registros foram ordenados pelo número de citações posteriores que receberam de outras patentes, função também disponibilizada pela ferramenta. Os documentos que compõem o conjunto correspondente a 0,3% das patentes mais citadas foram selecionados, armazenados e analisados, visando reunir as invenções de maior nível de inventividade ou grau de inovação, de acordo com as premissas da TRIZ.

3.3 Ferramentas e métodos de análise das informações

Em termos gerais, as etapas do trabalho seguiram os modelos de Porter & Palop (2012) e de Guerrante & Rodrigues (2013), representado na Figura 13. Uma vez formulada a questão, ou seja, definido o escopo da pesquisa, foram realizadas as etapas de busca, importação, limpeza e análise dos dados, seguidas pela sua visualização, integração e discussão, resumo e comunicação.

A análise dos documentos foi realizada em três fases, descritas a seguir, de acordo com o tipo de informação obtida.



FIGURA 13 – Esquema de desenvolvimento das atividades que compõem a mineração de textos. Fonte: Adaptado de Porter & Palop (2012).

3.3.1 Fase 1 – Perfil geral dos documentos de patente

A primeira parte da análise voltou-se ao perfil geral dos documentos recuperados e foi realizada por meio do uso combinado dos aplicativos Excel® (2016) e Vantage Point® (NEWMAN, 2011). As patentes foram categorizadas de acordo com:

- Áreas do conhecimento, definidas automaticamente pela base de dados;
- Códigos CIP (4 e 8 dígitos) utilizados na classificação das invenções;
- Métodos e técnicas biotecnológicas utilizadas, agrupadas de acordo com os CIP;
- Evolução temporal dos documentos ao longo do período 1980-2015;
- Idade dos documentos, considerando as datas de prioridade e concessão das patentes;
- Depositantes (principais contribuições em número de patentes e ao longo do tempo);
- Principais inventores (número total e contribuições mais frequentes);
- País de origem (considerando depósito prioritário e escritório de concessão da patente);
- Número de reivindicações listadas em cada documento.

Ainda nesta fase, com base no campo que lista os depositantes (detentores das patentes), foi feita a análise de redes de colaboração, para verificar o perfil colaborativo dos inventores e depositantes (cotitularidade nas patentes). Esquemas de visualização dessa rede foram elaborados por meio do software Gephi™ (2016).

3.3.2 Fase 2 – Análise das citações posteriores

O número de citações que cada patente recebeu, disponibilizado pela base de dados, serviu para organização dos documentos nesta fase e para o cálculo do número médio de citações anuais.

3.3.3 Fase 3 – Análise TRIZ

Em seguida, as patentes foram analisadas de acordo com as premissas e elementos da TRIZ, através da leitura de registros individuais. Foi adotada, com pequenas adaptações, a sistemática do formulário padrão para relatórios de estudo experimental de patentes e o fluxograma básico da investigação de patentes, desenvolvidos por Savransky (2000).

A partir desses elementos, foi desenvolvido um esquema básico em Excel® (2016), para detalhar cada patente, considerando os níveis de inventividade, princípios inventivos e parâmetros de engenharia inicialmente formulados por Altshuller (1996), generalizados por especialistas do Colégio Virtual TRIZ (ALTSHULLER, 1998; CARVALHO, 2008) e baseados na resolução de conflitos por abordagem transdisciplinar (LI *et al.*, 2012).

Foram utilizados os principais campos de informação disponibilizados em cada documento, como título, resumo e uso/vantagem. As reivindicações também foram revistas, uma vez que definem as características fundamentais e mais relevantes da inovação, bem como os aspectos legais que elas abrangem (EMERICK, 2007; PETRUZZELLI *et al.*, 2015). No caso de inconsistências ou dúvidas, o estado da técnica e o resumo da invenção foram lidos para clarificação.

Para definir o nível de inventividade, sem interferência da contagem de citações, os documentos foram organizados de forma aleatória e ocultado o número de citações posteriores recebidas.

Adotou-se as definições de Savransky (2010) e Souchkov (2010), incluindo análise do estado da técnica, grau de inovação considerando a idade da patente e tipo de conhecimento necessário (trivial, comparativo, fora do padrão) para chegar à solução descrita.

Para visualização das nuvens de palavras utilizou-se a ferramenta gratuita *online* Wordle™ (2014), disponível em <http://www.wordle.net/>, fixando em 100 o número máximo de palavras nas nuvens para melhorar a visualização.

Os arquivos de texto extraídos dos títulos, resumos, usos/vantagens dos documentos de patentes passaram por etapas de limpeza para unificar termos (formas singular e plural), excluir redundâncias, como *useful*, *used*, *new*, *also*, *claimed*, muito frequentes nos campos analisados, e, na análise TRIZ, para unificar termos e permitir a identificação individual dos princípios inventivos e parâmetros de engenharia.

Por fim, para a análise combinada TRIZ x citações, foram reexibidos todos os campos dos documentos e estes foram agrupados pelo número de citações recebidas e o nível de inventividade resultante da classificação.

O Quadro 8 apresenta um esquema resumido da estratégia de busca e de limpeza dos dados prévia à análise patentométrica, esclarecendo critérios e recortes metodológicos adotados. No Quadro 9 detalha-se o método de análise das patentes do grupo das 167 mais citadas (167+), incluindo os campos e tipos de informações consideradas. Por fim, o Quadro 10 resume as estatísticas geradas a partir dos campos analisados nos documentos recuperados.

QUADRO 8 – Esquema de recuperação de dados, estratégia de limpeza prévia à análise patentométrica e aplicativos utilizados, segundo critérios e recortes metodológicos adotados no presente estudo. Fonte: Elaboração própria.

Estratégia de busca	
Palavra-chave	“C12N*” AND “G01N-033* no campo CIP
Período	1980 a 2015 *
Resultados iniciais	
Total	Ntotal
Filtro de área	Biotecnologia e Microbiologia aplicada = N' (aproximadamente 4% menor)
1% mais citadas	N'' x 0,01
0,3% mais citadas	N x 0,003
Cobertura da informação recuperada, por campo disponível	
100%	Ano, Título, Resumo, País, Tamanho da família, CIP (inteiro e parcial de 4 dígitos), Inventores e Depositantes
Ação de limpeza ou agrupamento utilizada**	
Inventores	
Total recuperado inicialmente = N total	
Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> genérico = N	
Depositantes	
Total recuperado inicialmente = N total	
Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> genérico = N'	
Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> específico de nomes institucionais = N''	
Limpeza manual para nomes próprios e para instituições, excluindo setores, departamentos e outras representações = N'''	
Exclusão de registros de depositantes individuais (DWPI = XXX-I)*** = N	
Software usado	Ações da análise de redes de colaboração
Vantage Point®	Criação da matriz de coocorrência de depositantes; exportação
Excel®	Limpeza manual de campos e caracteres indesejados; salvo como .csv
Gephi®	Montagem da rede, utilizando funcionalidades de exclusão de <i>auto-loops</i> ; cálculo do grau médio de centralidade, aplicação do algoritmo de distribuição de Fruchterman-Reingold, ranqueamento na aparência da rede, visualização do componente-gigante e do intervalo de grau para evidenciar colaborações.

* Recorte temporal adotado para reunir documentos representativos da biotecnologia moderna e respeitando o prazo médio de 18 meses para indexação dos documentos de patentes na base de dados utilizada.

** Não foi utilizada limpeza de duplicatas, por se tratar de documentos de patentes como documentos resultantes da pesquisa. Este tipo de documento é indexado de acordo com seu número identificador único.

***DWPI: *Derwent Patent Assignee Code* = código de depositante asignado pela base Derwent.

QUADRO 9 - Método de análise das patentes do grupo 167+. Campos analisados e tipo de informação obtida. Parte 1 de 2. Fonte: Elaboração própria.

CAMPOS ABORDADOS NA ANÁLISE PATENTOMÉTRICA	
CAMPO	DESCRIÇÃO
Nº patente	Código WIPO de dois caracteres referente ao país de publicação, número de série atribuído a cada documento de patente pelo órgão emissor de patente (de até 10 dígitos) e código de <i>status</i> que, indica o tipo de documento ou estágio da publicação - primeiro membro da família a entrar no banco de dados
Nº básico da patente	Identificador único estruturado pelo Vantage Point
Nº citações	Número total de vezes que uma patente publicada foi citada por outras patentes no banco de dados.
Ano Prioridade	Ano apresentado na folha de rosto do documento (<i>priority</i>)
Idade P1	Ano Prioridade subtraído do último ano busca (2015)
Ano Publicação	Ano apresentado na folha de rosto do documento (<i>date of publication</i>)
Idade P2	Ano Publicação subtraído do último ano busca (2015)
Citações / Ano	Média do número de citações recebidas dividido pela idade P2 ou idade C
Ano Concessão	Ano apresentado na folha de rosto do documento (<i>publication of the grant</i> ou <i>date of patent</i>)
Idade C	Ano Concessão subtraído do último ano busca (2015)
Título	Título em inglês conciso e descritivo, escrito pelo criador de resumo do Derwent para destacar o conteúdo e a inovação da invenção divulgada na especificação de patente
CIP - 8 dígitos	Código controlado pela WIPO e atribuído a documentos de patentes do escritório que publicou o documento
CIP - classe - 4 dígitos	Código de classes (segundo nível hierárquico da Classificação) e subclasses (terceiro nível): símbolo da seção seguido por um número de dois dígitos, seguidos por uma letra maiúscula
Área do conhecimento	O campo de pesquisa usa classes norte-americanas e internacionais para indicar a área de conhecimento geral pesquisada pelo examinador do escritório de patentes para garantir que a invenção é inovadora e envolveu uma etapa inventiva
Método biotecnológico	Métodos, técnicas e plataformas biotecnológicas descritas pela OECD: DNA/RNA, Nanobiotecnologia, Proteínas e outras moléculas, Processos biotecnológicos, Cultura e engenharia de células e tecidos, Vetores, Bioinformática
Depositante	Indivíduo(s) ou órgão corporativo para quem todos os direitos ou os direitos limitados da patente são transferidos legalmente, juntamente com um código único de quatro letras atribuído pela base
Inventor	Nome do inventor no formato SOBRENOME INICIAIS. O sobrenome tem no máximo 30 caracteres seguidos de um espaço e até 3 iniciais. Os registros informados antes de 1992 restringem-se a no máximo oito inventores, com a exceção das patentes soviéticas, que mantiveram um limite de três. Os nomes de inventores de patentes japonesas não estão incluídos.
País prioridade	País mencionado na folha de rosto do documento (<i>priority</i>)
Escritório concessão	Código WIPO de dois caracteres referente ao país de publicação que precede o número da patente
Patente BR	Número da patente solicitada ou concedida no Brasil que pertence à família
Nº de Reivindicações	Número de reivindicações incluídas no documento de patente

QUADRO 9 - Método de análise das patentes do grupo 167+. Campos analisados e tipo de informação obtida. Parte 2 de 2. Fonte: Elaboração própria.

CAMPOS ABORDADOS NA ANÁLISE PATENTOMÉTRICA	
CAMPO	DESCRIÇÃO
Resumo	Preparado pelo criador de resumo do Derwent depois da revisão das reivindicações e da revelação da invenção. Escrito em inglês, é sucinto, preciso e relevante, abrangendo o mais amplo escopo da invenção, de acordo com o que foi definido na reivindicação principal. Inclui, por muitas vezes, outras categorias como Inovação, Descrição detalhada, Uso, Vantagem.
Amplitude das reivindicações	Resumo das reivindicações solicitadas (abrangência, natureza, usos/aplicações, tipos e variações), extraído do documento de patente
Problema	Resumo extraído do documento de patente após a leitura do estado da técnica, ou <i>background</i> , listando o problema ou necessidade tecnológica, soluções prévias e inconsistências de invenções anteriores correlatas
Vantagens	Vantagens listadas no resumo de alerta escrito pela Derwent, resultantes da novidade e descritas pelo inventor
Uso	Aplicações listadas no resumo de alerta escrito pela Derwent, incluindo em outras áreas
Uso / Vantagens	Combinação dos campos 'Uso' e 'Vantagens' para criar resumo auxiliar à análise TRIZ
Princípios TRIZ	40 princípios inventivos: <i>Segmentation; Removal/Extraction; Local quality; Asymmetry; Merging; Unversality; Nested structures; Anti-weight/Counterweight; Preliminary anti-action; Preliminary action; Beforehand cushioning; Equipotentiality; Reverse; Spheroidality - Curved; Dynamism; Partial, Satiated or excessive actions; Another dimension; Mechanical vibration; Periodic action; Continuity of useful action; Skipping; Convert harm into benefit; Feedback; Intermediary; Self-service and self-organization; Copying; Inexpensive short-lived objects; Mechanics substitution; Pneumatics and hydraulics; Flexible shells and thin films; Porous materials and membranes; Color changes; Homogeneity; Discarding and recovering; Paramaters and properties changes; Phase transitions; Thermal expansion; Strong oxidants; Inert atmosphere; Composite materials</i>
Parâmetro	33 parâmetros de engenharia referentes aos grupos <i>Physical and Geometric (weight, length, area, volume, speed, force, stress or pressure, shape, temperature, brightness, power); Technique-independent negative (duration of action, energy spent by the subsystem, waste of energy, waste of substance, loss of information, waste of time, amount of substance, harmful factors acting on subsystem, harmful side effects); Tecnique-independent positive (stability, strength, reliability, accuracy of measurement, accuracy of manufacturing, manufacturability, convenience of use, repairability, adaptability, complexity, complexity of control, level of automation, productivity)</i>
Nível de Inventividade	1 - Racionalização ou atividade regular; sem conflitos maiores; otimização; pequenas ou sutis mudanças em parâmetros; 2 - Modernização ou melhoria; problemas comuns; analogias e redução de contradições; nenhuma alteração do princípio funcional; 3 - Princípio novo ou invenção fora de paradigma; problema fora do padrão; métodos combinados ou de outras disciplinas; efeito positivo ou mudança no princípio funcional; 4 - Síntese ou quebra de paradigma; problema extremo; super-efeitos ou mudanças em sistemas adjacentes; 5 - Descoberta ou novo paradigma; problema único; invenções científicas e técnicas (ciência & engenharia); super-efeitos ou mudanças na sociedade

QUADRO 10 - Informações extraídas e estatísticas geradas durante a análise patentométrica do grupo 167+.
Fonte: Elaboração própria.

CAMPO	ESTATÍSTICAS GERADAS							
	N abs	N %	Mín	Máx	Méd	Mediana	Classes	Nuvem
Nº patente								
Nº básico da patente								
Nº citações	X	X	X	X	X	X	X	
Ano Prioridade								
Idade P1			X	X	X	X	X	
Ano Publicação								
Idade P2			X	X	X	X	X	
Citações / Ano	X	X	X	X	X	X	X	
Ano Concessão	X	X						
Idade C			X	X	X	X	X	
Título								X
CIP - 8 dígitos	X							
CIP - classe - 4 dígitos	X							
Área do conhecimento	X	X						
Método biotecnológico	X	X						
Depositante	X	X					X	
Inventor	X	X					X	
País prioridade	X	X						
Escritório concessão	X	X						
Patente BR	X	X						
Nº de Reivindicações	X	X	X	X	X	X	X	
Resumo								X
Amplitude das reivindicações								
Problema								
Vantagens								
Usos								
Usos / Vantagens								X
Princípios TRIZ								X
Parâmetros de engenharia								X
Nível de Inventividade	X	X					X	

Na próxima seção, além dos resultados obtidos com base no conjunto de métodos e ferramentas descritos ao longo deste capítulo, serão apresentados outros subprodutos desta pesquisa, como um manuscrito encaminhado para publicação e dois esquemas esclarecendo e exemplificando as análises patentométricas e baseadas na TRIZ.

4 Resultados

Os achados iniciais desta pesquisa foram reunidos em um manuscrito original intitulado “*Patent forward citation and TRIZ analysis: a good combination for finding real outstanding innovations?*” submetido em 23 de novembro de 2016 para publicação no periódico *Technological Forecasting and Social Change*. Até o momento da redação deste trabalho, o manuscrito estava sendo avaliado por revisores indicados pela editora Elsevier, conforme atestado pelo ANEXO 5.

Posteriormente, os critérios adotados no processamento dos dados foram revisados para ampliar a capacidade informativa da pesquisa. Nesta segunda etapa, foram recuperados 57.799 dos 28.476.755 documentos disponíveis no *Derwent Innovations Index*® quando da coleta de dados, realizada em fevereiro de 2017.

Aplicando os critérios e recortes metodológicos apresentados na seção 3.2. e 3.3, as análises patentométricas foram realizadas a partir de um grupo de 55.609 documentos, dos quais foram selecionadas as patentes com maior número de citações posteriores: o primeiro subconjunto foi composto por 551 documentos (equivalente a 1% das patentes mais citadas) e o segundo, por 167 (0,3%) (Quadro 11).

QUADRO 11 – Resultados obtidos a partir das estratégias de busca e limpeza dos dados recuperados para a análise patentométrica. Fonte: Elaboração própria.

AÇÃO DE LIMPEZA OU AGRUPAMENTO UTILIZADA		
INVENTORES	Arquivo N = 551 (1% mais citadas)	Arquivo N = 167 (0,3% mais citadas)
Total recuperado inicialmente.	3.190	1.103
Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> genérico	3.151	1.089
Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> específico de nomes próprios	Não realizada	867
DEPOSITANTES		
Total recuperado inicialmente.	1.718	623
Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> genérico	1.685	598
Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> específico de nomes institucionais	1.431	515
Limpeza manual para nomes próprios e para instituições, excluindo setores, departamentos e outras representações	1.353	505
Exclusão de depositantes individuais (DWPI = XXX-I)	514	208

O ANEXO 6 apresenta o esquema de análise do grupo 167+ exemplificado com as informações extraídas da patente com maior número de citações posteriores (EP 200362).

4.1 Perfil das patentes

A primeira parte da análise foi capaz de mostrar o perfil básico dos documentos, referente aos inventores e depositantes mais comuns, países prioritários e evolução temporal. Um documento foi excluído da análise (WO9117244-A), por se referir a uma invenção fora da área da saúde humana, dando lugar à 168ª patente mais citada no total de documentos e, que por esta razão, passou a ser a 167ª mais citada dentro da área de estudo (EP315062-A).

Os cinco principais campos do conhecimento nos quais se enquadram os documentos recuperados nos conjuntos original (N=55.609) e finais (N=551 e N=167) são os mesmos: Química, Farmacologia e Farmácia, Equipamentos e Instrumentos e Engenharia, além da própria Biotecnologia (Tabela 4), corroborando a representatividade dos subconjuntos em relação ao conjunto original de patentes.

TABELA 4 – Cinco principais campos do conhecimento representados nas patentes de biotecnologia moderna aplicada à saúde humana, considerando os três grupos de estudo (167 patentes mais citadas, 551 patentes mais citadas e o total de 55.609 patentes). Fonte: Elaboração própria.

CAMPO DO CONHECIMENTO	%/167	%/551	%/55.609
Biotecnologia e microbiologia aplicada	100	100	100
Química	100	100	100
Farmacologia e farmácia	99,4	97,8	97,5
Equipamentos, instrumentos e automação	59,9	54,4	65,7
Engenharia	59,9	52,6	63,3

Diferentes áreas de conhecimento, correlatas ou não com a biotecnologia estão representadas nestes documentos, como as ciências de polímeros, da computação, nuclear, nutricional, de imagem, bem como medicina geral e interna, agricultura, energia e combustíveis, metalurgia, construção e óptica (Tabela 5). Estas informações destacam não só a interdisciplinaridade, mas também a contribuição da biotecnologia em diferentes áreas.

As análises subsequentes foram realizadas no grupo dos 167 documentos com maior número de citações posteriores, que representam as 0,3% patentes mais citadas no grupo das 55.609 patentes totais. Para facilitar, este grupo será referido como 167+.

O total de códigos CIP completos identificados no grupo 167+ foi de 1038. Foi calculada uma média de seis códigos diferentes atribuídos a cada patente e uma média anual de 30 códigos distintos neste grupo, indicando amplo potencial de aplicação dessas invenções ou expansão de seu uso (ALTUNTAS *et al.*, 2015). A Tabela 6 apresenta os 10 códigos CIP completos mais frequentemente observados no grupo das 167 patentes mais citadas.

TABELA 5 – Áreas do conhecimento representadas no grupo 167+. Fonte: Elaboração própria.

ÁREA DO CONHECIMENTO	N/167	%/167
Biotecnologia e microbiologia aplicada	167	100
Química	167	100
Farmacologia e farmácia	166	99,4
Equipamentos, instrumentos e automação	100	59,9
Engenharia	100	59,9
Ciência de polímeros	31	18,6
Medicina geral e interna	18	10,8
Agricultura	15	9,0
Ciência e tecnologia nuclear	7	4,2
Ciência da computação	6	3,6
Energia e combustíveis	3	1,8
Ciência e tecnologia nutricional	3	1,8
Ciência da imagem e tecnologia fotográfica	3	1,8
Metalurgia e engenharia metalúrgica	2	1,2
Construção	1	0,6
Óptica	1	0,6

TABELA 6 – Dez principais códigos CIP no grupo 167+. Fonte: Elaboração própria.

CÓDIGO CIP	N	%	CÓDIGO CIP	N	%
C12N-015/09	116	69,5	G01N-033/50	63	37,7
C12Q-001/68	114	68,3	G01N-033/566	61	36,5
G01N-033/53	87	52,1	C12P-019/34	55	32,9
C07H-021/04	86	51,5	C07H-021/00	48	28,7
C12N-015/00	72	43,1	C07H-021/02	48	28,7

As classes CIP (4-dígitos) foi de 102, listados no Quadro 12. Não foram evidenciados CIP exclusivamente utilizados nos documentos mais recentes, impossibilitando a identificação de classes emergentes dentro do grupo de invenções analisadas. O ANEXO 7 lista os códigos CIP utilizados para classificar as patentes estudadas.

A Figura 14 lista os principais métodos, plataformas e técnicas identificados no grupo 167+, de acordo com a classificação da OECD (2013) e das classes CIP utilizadas para identificar as patentes. DNA / RNA / Proteínas (engenharia, síntese, identificação) estavam presentes em 110 (66%) das patentes, seguidos por dispositivos, sensores e aparelhos desenvolvidas em nanobiotecnologia (N = 46, 28%).

Terapia genética e vetores de RNA estavam presentes como técnicas predominantes em apenas duas patentes, mas foram mencionados como métodos secundários em uma quantidade

considerável de documentos, assim como técnicas de bioinformática. Outras combinações de métodos também foram observadas, mas em número reduzido, por isso não foram representadas.

QUADRO 12 – Representatividade dos códigos da classificação internacional das patentes agrupados (CIP 4-dígitos) no grupo 167+. Fonte: Elaboração própria.

CIP 4díg	N	CIP 4díg	N	CIP 4díg	N	CIP 4díg	N	CIP 4díg	N	CIP 4díg	N
C12N	167	C07G	9	C08J	3	G05D	2	G01C	1	C09D	1
G01N	167	A01N	8	G01F	3	G06G	2	G01D	1	C12W	1
C12Q	135	A61B	8	H01J	3	G06K	2	G01M	1	C25F	1
C12P	105	C07F	8	A23J	2	G06T	2	G02B	1	D01F	1
C07H	101	A01K	7	A61L	2	A23C	1	G03C	1	E06B	1
C07K	83	C07B	6	A61N	2	A47L	1	G03G	1	F21V	1
A61K	69	C08F	6	B81B	2	A61D	1	G07F	1	F23N	1
C12M	55	C09K	6	C03C	2	A61F	1	G09G	1	C01H	1
C12R	33	C08G	5	C04B	2	A61M	1	G11B	1	C02F	1
A61P	25	C08L	5	C12O	2	A63F	1	G12B	1	C02H	1
B01J	22	G11C	5	C12S	2	B03C	1	H01F	1	C02P	1
C40B	21	H01L	5	C25B	2	B05C	1	H01M	1	C07M	1
B01L	15	B01F	4	G01B	2	B21D	1	H01R	1	C08B	1
C07D	14	B32B	4	G01J	2	B23P	1	H04N	1	C08H	1
G06F	14	C09B	4	G01T	2	B29C	1	H05B	1	B82B	1
B01D	10	A01H	3	G03F	2	B67D	1	H05K	1	B82Y	1
C07C	10	B05D	3	G05B	2	B81C	1	C08K	1	C01B	1

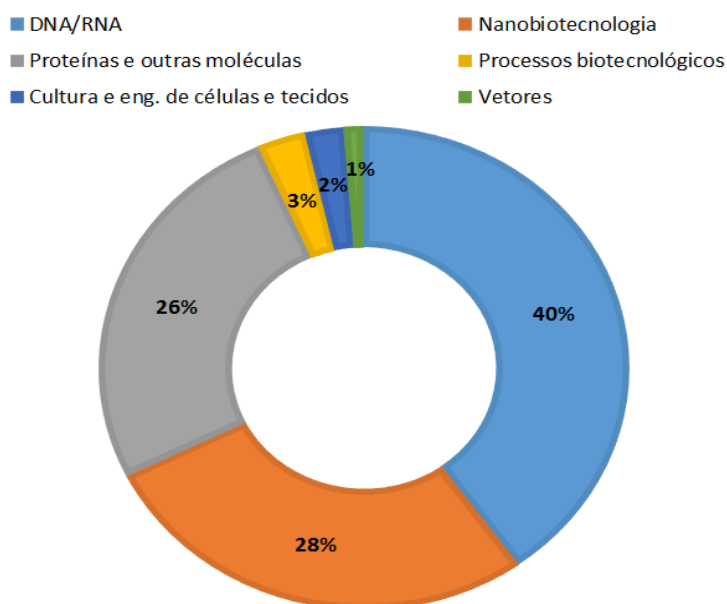


FIGURA 14 - Métodos, plataformas ou técnicas biotecnológicas identificados no grupo 167+ (percentual de ocorrência). Fonte: Elaboração própria.

Mais uma vez, a disposição das patentes nos grupos de classificação de métodos biotecnológicos (Figura 14) reforça a pertinência da estratégia de busca em relação ao campo de conhecimento escolhido como modelo do estudo.

Na Figura 15 pode ser observada a evolução e sobreposição temporal dessas patentes, considerando os anos de prioridade, publicação e concessão. Observa-se um pico nos anos 1996 e 1997, com maior número de patentes sendo depositadas e concedidas, mas sem correlação com as características analisadas. O decréscimo observado no número de patentes a partir de 1997 provavelmente se deve ao fato de que patentes mais recentes tendem a ter um número menor de citações e, portanto, não foram integradas ao grupo 167+.

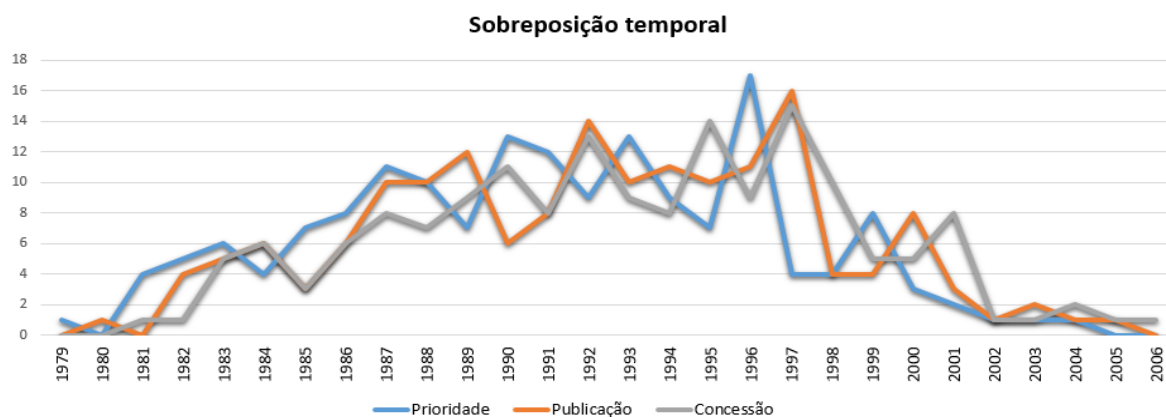


FIGURA 15 – Evolução e sobreposição temporal das 167 patentes mais citadas (Número de documentos x anos). Fonte: Elaboração própria.

A Figura 16 apresenta a idade das patentes analisadas, considerando a data de concessão. A maioria das patentes possui entre 20 e 29 anos (55,7%), mas elas variam entre 9 e 34, com média de 22 anos.

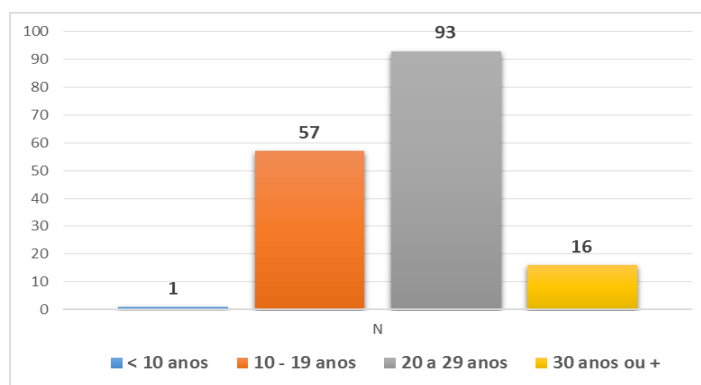


FIGURA 16 – Idade das patentes do grupo 167+, considerando o ano em que foram concedidas e o ano de 2015 como último ano na busca (Número de documentos x categorias de idade, em anos). Fonte: Elaboração própria.

Foram identificados 505 detentores das 167 patentes mais citadas (média de três depositantes por patente), sendo 297 (58,8%) deles indivíduos e 208 (41,2%) instituições, incluindo universidades, empresas, órgãos governamentais e institutos de pesquisa.

A Tabela 7 apresenta a contribuição dos diferentes depositantes no grupo 167+. A maior parte deles (424/505, ou 84%) possui apenas uma patente. Uma produtividade maior pode ser observada nos depositantes institucionais, já que 54 deles (26%) possuem duas ou mais patentes concedidas, contrapondo os apenas 27 (9%) dos depositantes individuais.

Cabe ressaltar que as informações da Tabela 7 não consideram as parcerias que resultaram em cotitularidade das patentes. Estes dados serão apresentados juntamente com a análise de redes.

TABELA 7 – Contribuição, em número de patentes (Nº PAT) e percentual dos depositantes do grupo 167+. DEP = depositantes (todos), IND = indivíduos, INST = institucionais. Fonte: Elaboração própria.

Nº PAT	DEP	%DEP	IND	%IND	INST	%INST
1	424	84,0	270	90,9	154	74,0
2	59	11,7	25	8,4	34	16,3
3 ou +	22	4,4	2	0,7	20	9,6
TOTAL	505	100	297	100	208	100

A Tabela 8 apresenta os detentores de três ou mais patentes dentro do grupo 167+. Juntos, eles contribuem com 94 (56,3%) do total de patentes.

A Figura 17 ilustra outro perfil da contribuição dos detentores representados na Tabela 8. Trata-se de uma linha do tempo dos documentos concedidos entre o período de 1983 e 2006, que também desconsidera a cotitularidade das patentes.

Nesta linha do tempo, observa-se que alguns depositantes concentram sua contribuição em períodos mais restritos, como a Cambridge Antibody Technology (CAMB-N), Medical Research Council (MRCX-C) e Medimmune LTDA (ASTR-C), entre 1992 e 1993.

Em outros casos, evidencia-se contribuições mais amplas, a exemplo da Genentech Corp (GENE-N), Chiron Corp (CHIR-C) e Affymax (AFFY-N), com patentes concedidas ao longo de vários anos, indicando maior constância no desempenho em inovação e na estratégia de proteção de suas invenções.

Fusões e aquisições, comuns neste setor, podem alterar esse perfil. Se considerarmos, por exemplo, que a Affymerix é uma *spin-off* da Affymax, este aglomerado somaria um total de 12 patentes no grupo 167+, ultrapassando em número a Genentech, apesar da concentração da sua contribuição continuar a mesma (entre 1990 e 1997).

De uma maneira geral, observou-se que as colaborações podem ser as mesmas em algumas invenções pateadas, mas também foram observadas diferentes parcerias de cotitularidade em patentes distintas, o que reflete a combinação de *expertises* específicas entre os detentores.

TABELA 8 – Contribuição, em número de patentes, absoluto e percentual, dos depositantes com 3 ou mais patentes dentro do grupo 167+. O código entre parênteses (XXX-X) é atribuído pela base de dados, como forma de identificação única do depositante. Fonte: Elaboração própria.

DEPOSITANTES INSTITUCIONAIS	N	%/167
GENE TEC CORP (GENE-N)	9	5,4
AFFYMAX INC (AFFY-N)	8	4,8
CAMBRIDGE ANTIBODY TECHNOLOGY (CAMB-N)	6	3,6
CHIRON CORP (CHIR-C)	6	3,6
MEDICAL RES COUNCIL (MRCX-C)	6	3,6
CETUS ONCOLOGY CORP (CETU-C)	5	3,0
UNIV CALIFORNIA (REGC-C)	5	3,0
AFFYMETRIX INC (AFFY-C)	4	2,4
APPLERA CORP (APLR-C)	4	2,4
HOFFMANN LA ROCHE & CO AG F (HOFF-C)	4	2,4
PERKIN-ELMER CORP (PEKE-C)	4	2,4
ABBOTT BIOTECHNOLOGY LTD (ABBO-C)	3	1,8
BAYER CORP (FARB-C)	3	1,8
CELLTECH R&D LTD (CLLT-C)	3	1,8
CIBA CORNING DIAGNOSTICS CORP (CIBA-C)	3	1,8
ISIS PHARM INC (ISSP-C)	3	1,8
KOSTER H (KOST-I)	3	1,8
MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY (MASI-C)	3	1,8
MEDIMMUNE LTD (ASTR-C)	3	1,8
NANOGEN INC (NANO-N)	3	1,8
NORTHROP M A (NORT-I)	3	1,8
SEQUENOM INC (SEQU-C)	3	1,8

Apesar de não ter sido feita uma análise aprofundada sobre inventores, o Quadro 13 destaca nomes mais frequentemente citados como desenvolvedores das invenções descritas nos documentos. Do total de 867 inventores (média de cinco por patente), 759 (87,5%) são citados em apenas uma patente, 74 (8,5%) em duas e 34 (3,9%) estão na lista de inventores de três ou mais patentes.

Com relação à contribuição de diferentes países no grupo de 167 patentes mais citadas, a maioria dos documentos é prioritariamente depositada nos Estados Unidos (US, N=133/167) e concedida pelo escritório internacional da WIPO (N=112/167) (Figura 18).

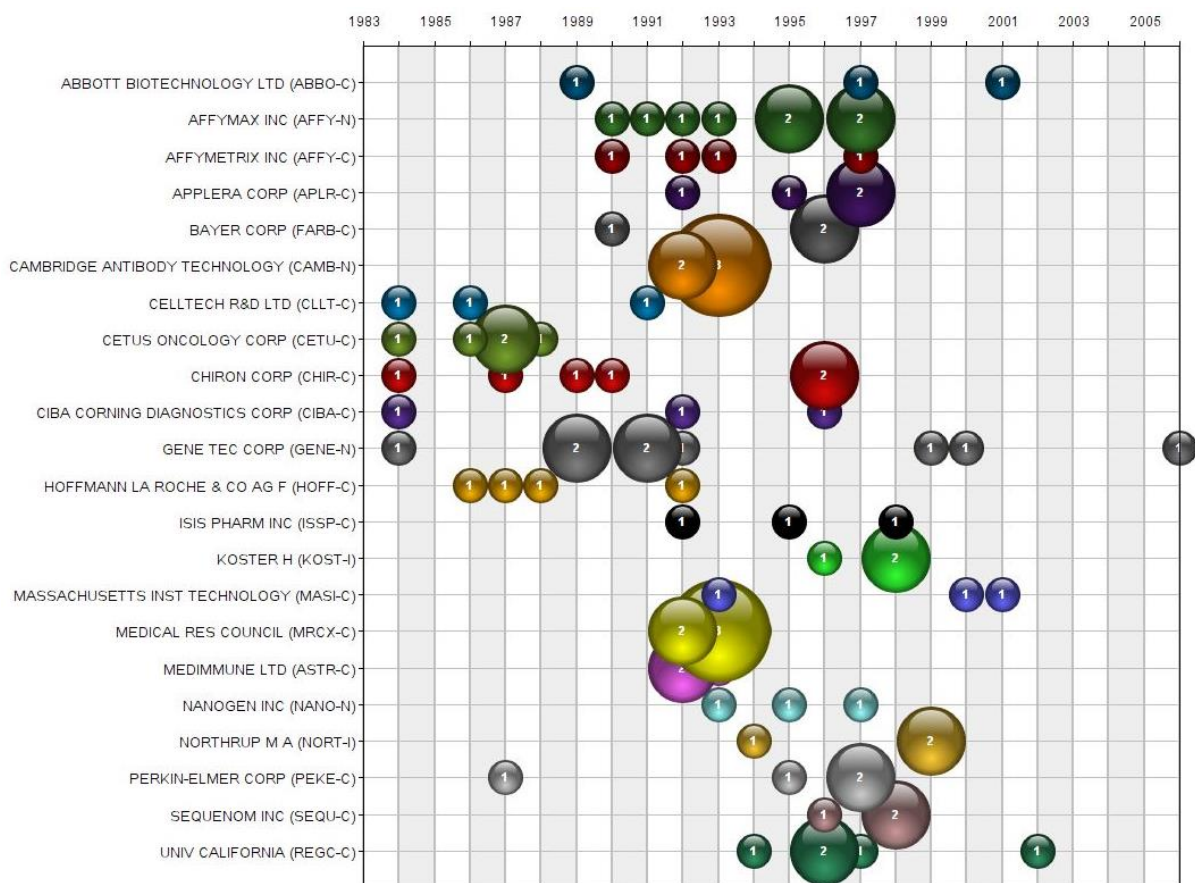


FIGURA 17 – Distribuição temporal dos documentos dos principais despositantes no grupo das 167 patentes mais citadas. Fonte: Elaboração própria.

Outros países de prioridade são o Reino Unido (GB, N=17/167), Japão (JP, N=5/167), França (FR) e Dinamarca (DK), com três patentes cada, Suíça (CH, N=2/167), além de Finlândia (FI), Alemanha (DE), Países Baixos (NL) e Suécia (SE), cada um com uma patente.

Quanto a outros escritórios, observam-se 45 patentes concedidas pelo EP, três patentes concedidas pelos escritórios da França e dos Estados Unidos e uma patente concedida por cada um dos escritórios da Austrália (AU), Bélgica (BE), Alemanha e Israel (IL).

No grupo 167+ nenhuma patente foi depositada prioritariamente no Brasil ou concedida primariamente pelo INPI. Apenas 14% (24/167) das patentes desse grupo possuem um membro da família depositado em nosso país.

No grupo 167+, há famílias bastante heterogêneas: patentes isoladas, depositadas e concedidas em apenas um escritório/país (e ainda assim bastante citadas), bem como famílias de tamanhos variados, com diversos países na lista dos documentos correlatos. Apenas 24 (14,4%) das patentes desse grupo possuem um membro da família concedido no Brasil.

QUADRO 13 – Inventores citados em três ou mais patentes do grupo 167+. Fonte: Elaboração própria.

INVENTOR	N	INVENTOR	N	INVENTOR	N
HOOGENBOOM H R J M	7	BONNERT T P	3	LITTLE D P	3
WINTER G P	7	CHISWELL D J	3	NIELSEN P B	3
GRIFFITHS A D	6	CLACKSON T P	3	NORTHROP M A	3
HORN G T	6	DAVID G S	3	PA FODOR S	3
MARKS J D	5	DOWER W J	3	SMITH A J H	3
BANKS MULLIS K	4	ERLICH H A	3	SOLAS D W	3
FODOR S P A	4	HIGGINS G S	3	TU E	3
HELLER M J	4	JACKSON R H	3	URDEA M S	3
HOLLIGER K P	4	JESPERS L S A T	3	WATERHOUSE P M	3
JOHNSON K S	4	KEICHI SAIKI R	3	WINKLER J L	3
MCCAFFERTY J G	4	KOESTER H	3		
POPE A R	4	KOSTER H	3		

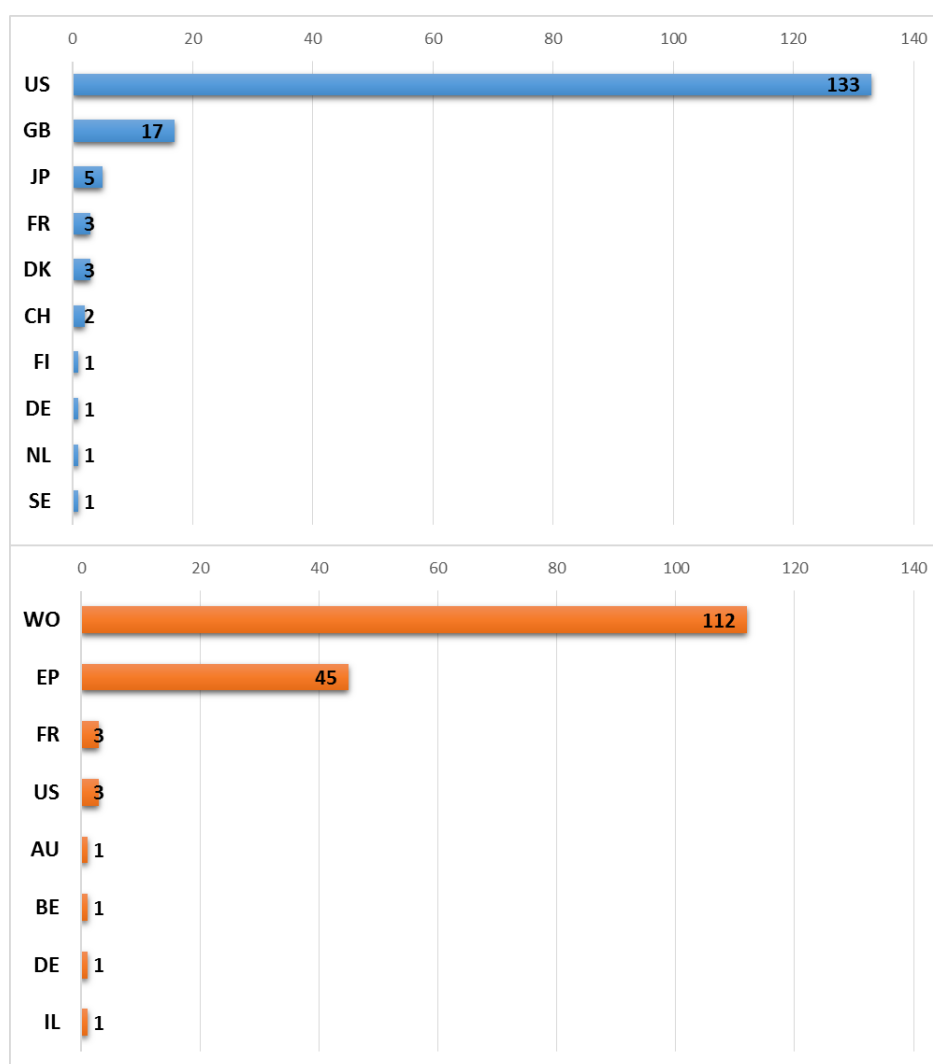


FIGURA 18 – Países de origem (prioridade, em azul) e escritórios de concessão (em laranja) das 167 patentes mais citadas (País ou escritório X Número de documentos). Fonte: Elaboração própria.

Quanto ao número de reivindicações, a variação foi de 5 a 329, com média de 44 reivindicações por patente. A maioria dos documentos solicita até 39 proteções para a mesma invenção (N=99, 73,3%) (Figura 19).

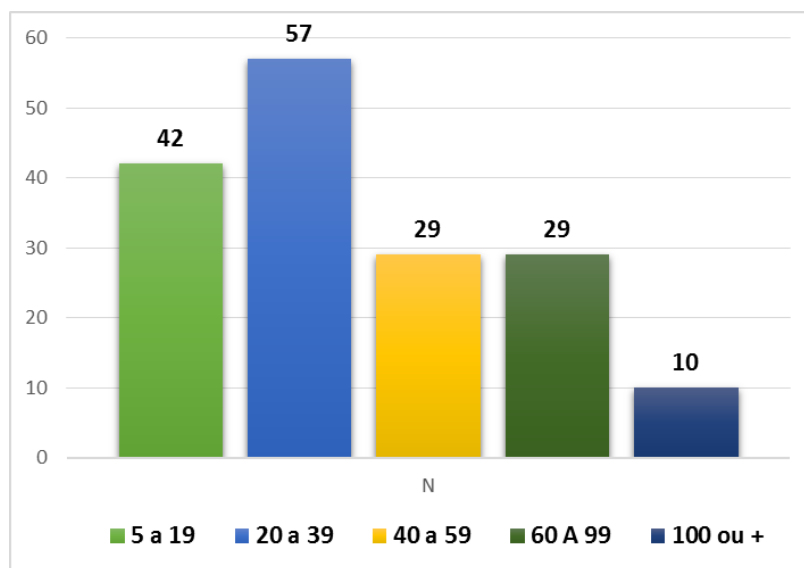


FIGURA 19 – Número de reivindicações nas 167 patentes mais citadas (Número de documentos X Categorias de variação na quantidade de reivindicações listadas). Fonte: Elaboração própria.

A título de ilustração comparativa, as redes de colaborações dos grupos 551+ e 167+ das patentes mais citadas estão representadas na Figura 20.

No primeiro grupo, a rede possui 512 nós (depositantes não-individuais) e 551 ligações (patentes resultantes de colaboração) (Figura 20A). O grau médio de centralidade, ou número médio de colaborações, desta rede é de 2,15 e o componente-gigante reúne 108 instituições (21% da rede). O filtro de intervalo de grau (excluindo patentes que não resultaram de colaborações) permite visualizar 420 (82%) dos depositantes.

A rede das 167 patentes mais citadas (Figura 20B) possui 208 nós e 190 arestas, grau médio de centralidade de 1,82 e componente-gigante com 15 instituições (7,21% da rede). Neste caso, o filtro de intervalo de grau excluiu 40 registros e manteve 80,7% das instituições visíveis, com pelo menos uma colaboração em patente (N=168/208).

No grupo 167+ as colaborações ainda são comuns, mas acontecem de forma ainda mais restrita. Esta concentração do conhecimento em poucos atores é esperada quando se trata de patentes, já que reflete o isolamento de grupos de depositantes com interesses, *expertises* e estratégias de patenteamento comuns.

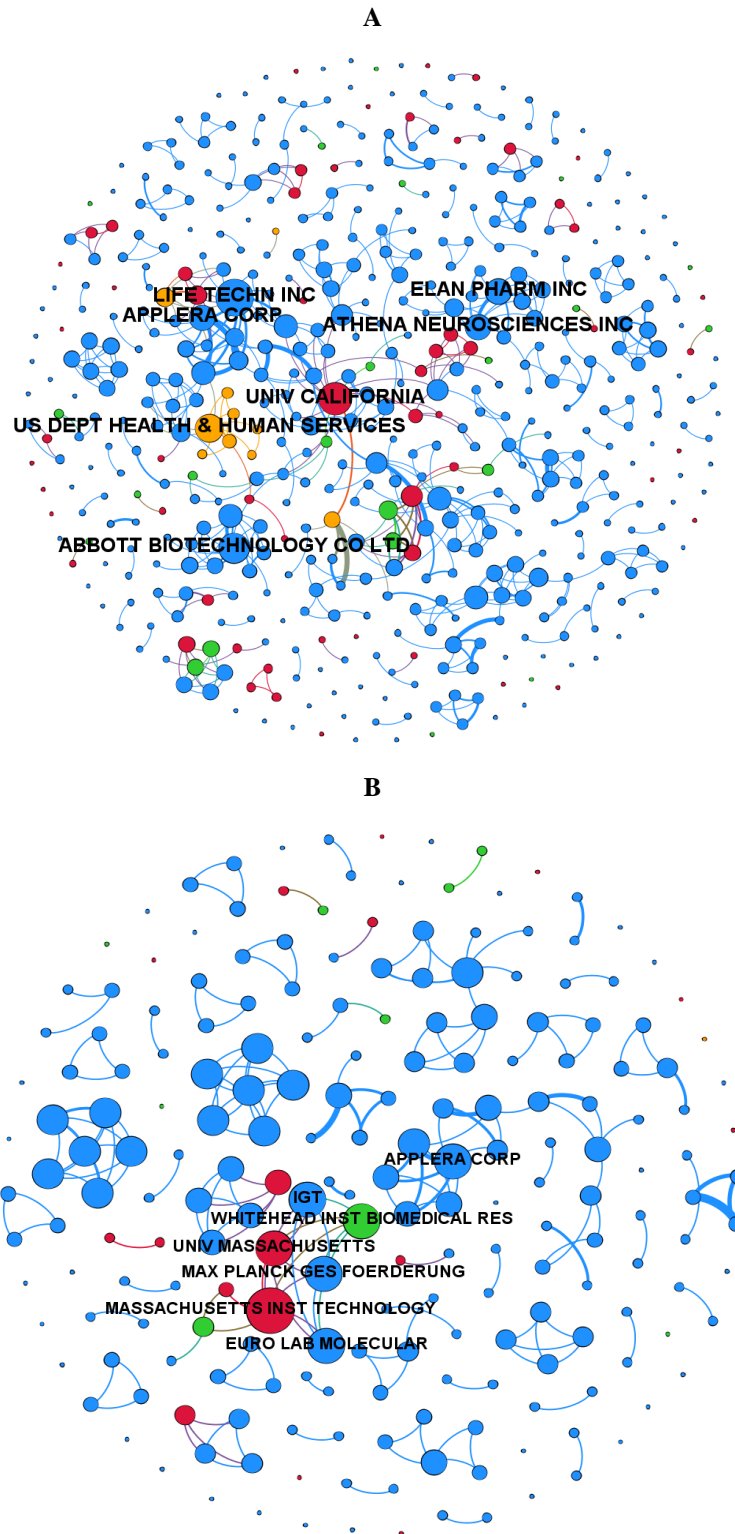


FIGURA 20 – Redes de colaboração das 551 (A) e 167 (B) patentes mais citadas, com destaque para as instituições de maior relevância. Cada nó representa uma instituição. Duas instituições são consideradas conectadas se compartilham a propriedade de uma patente. Arestas mais grossas indicam colaborações mais frequentes. As cores distintas indicam se a instituição é corporativa (azul), de pesquisa (verde), governamental (laranja) ou uma universidade (vermelho). IGT = Inventia Genetic Technologies Pty Limited. Fonte: Elaboração própria, a partir do *software* Gephi™ (2016).

4.2 Citações posteriores

Do arquivo original, de 55.609 patentes, 40% (N=22.028) não receberam nenhuma citação (Tabela 9). Das 33.041 patentes que receberam citações, 27% (N=8.811) foram citadas apenas uma vez e 25% (N=8.260) duas vezes.

TABELA 9 – Número de citações posteriores recebidas pelos documentos do conjunto original de 55.609 patentes. Fonte: Elaboração própria.

Nº de Citações	Nº de Documentos
0	22.028
1 ou +	33.041
2 ou +	24.230
3 ou +	15.970
TOTAL	55.609

A Figura 21 apresenta o perfil das patentes do grupo 167+ considerando a análise do número de citações posteriores contabilizadas pela base de dados. Vale lembrar que esse universo pode incluir as auto-citações, mas que estas não devem impactar significativamente o número total registrado, conforme detalhado a seguir.

O número máximo de citações foi atribuído à patente EP 200362 (N=4288, média de 194 citações/ano) e o mínimo, às patentes WO 200164344 e EP 315062, que receberam 179 citações cada. Porém, como as idades dessas patentes são diferentes, o número médio de citações por ano foi de 12 para a WO 200164344 e 6 para a EP 315062.

Até o momento da coleta dos dados, a maioria das patentes havia recebido menos de 500 citações no total (N=143, 85,6%), com média de 379. Considerando a média de citações ponderada pela idade das patentes, a maioria das patentes possui até 24 citações (N=148, 88,6%), com média de 17 citações anuais.

Não foi observada uma associação ente patentes mais antigas e maior número de citações: documentos mais recentes (15 ou menos anos) estavam entre aqueles com número de citações acima da média, bem como patentes mais antigas (30 ou mais anos) estavam presentes no grupo de documentos com citações abaixo da média.

A Tabela 10 resume informações sobre os 10 documentos mais citados, incluindo, além do número absoluto e média anual de citações, os anos de prioridade, publicação e concessão dessas patentes. Esta tabela pode ser utilizada para visualizar a falta de associação entre idade da patente, número de reivindicações e o número total ou a média de citações anuais recebidas ao longo do tempo.

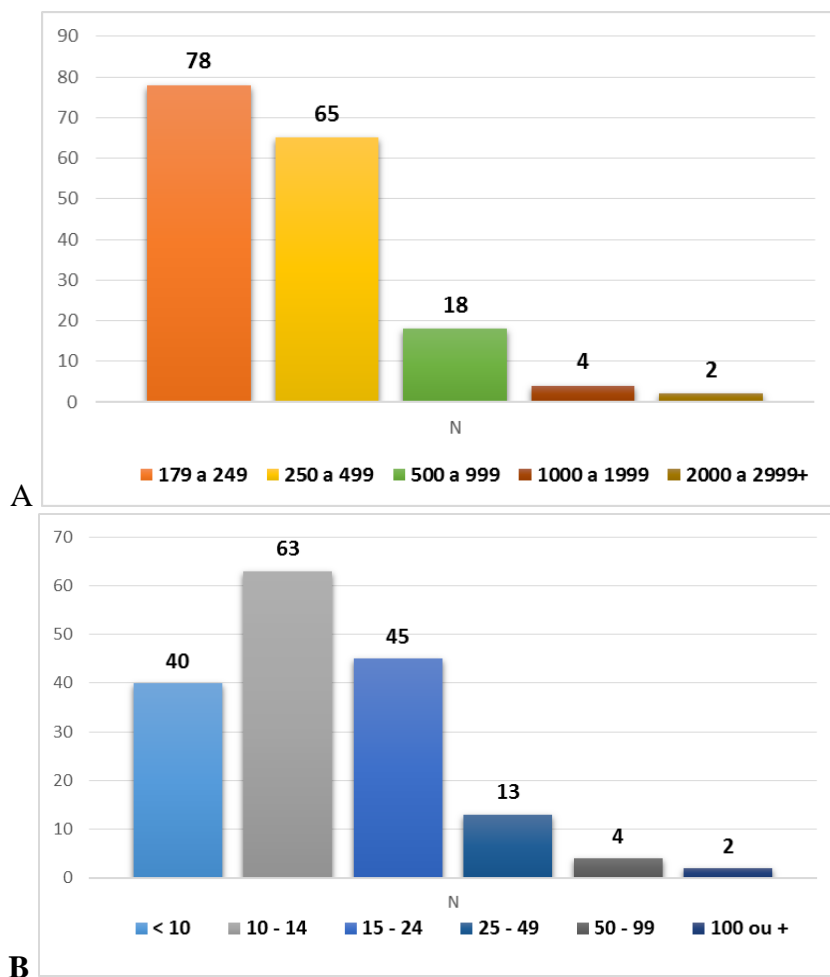


FIGURA 21 – Número absoluto (A) e média anual (B) de citações posteriores das 167 patentes mais citadas (Número de documentos X Categorias de acordo com número de citações recebidas) Fonte: Elaboração própria.

TABELA 10 – Dez patentes mais citadas e informações relacionadas (Ncit = Número absoluto de citações; Ano Pr = Ano da prioridade; Ano Pu = Ano de publicação; Ano C = Ano de concessão; Idade = Anos decorridos entre a concessão e 2015; NR = número de reivindicações; Cit/Ano= número médio de citações recebidas anualmente até 2015). Fonte: Elaboração própria.

N° da patente	Ncit	Ano Pr	Ano Pu	Ano C	Idade	NR	Cit/Ano
EP 200362	4288	1985	1986	1993	22	13	194,91
EP 125023	2907	1983	1984	1984	31	21	93,77
WO 9015070	1860	1989	1990	1990	25	46	74,40
WO 9211018	1796	1990	1992	2003	12	5	149,67
WO 9206191	1525	1990	1992	1992	23	25	66,30
EP 258017	1443	1986	1987	1988	27	34	53,44
EP 120694	883	1983	1984	1985	30	33	29,43
WO 9005910	848	1988	1989	1990	25	114	33,92
WO 9522625	740	1994	1995	1995	20	32	37,00
WO 9306213	739	1991	1993	1993	22	22	33,59

4.3 Níveis de inventividade TRIZ

A análise baseada em TRIZ foi realizada para classificar o nível inventivo das invenções descritas nas patentes do grupo 167+ (Tabela 11). Não foi possível identificar invenções de nível 1 nem de nível 5 neste corte. Entretanto, alguns documentos descrevem produtos com um grau de inovação de maior destaque quando comparados aos representantes do nível de inventividade 4, o que resultou em sua classificação como 4,5.

Soluções intermédias (de nível inventivo 3) foram as mais frequentes, presentes em 44% (N = 73) das patentes. Os percentuais de invenções observados nos níveis mais altos de inventividade são maiores do que os valores esperados, de acordo com as premissas da TRIZ.

TABELA 11 – Nível de inventividade das inovações do grupo 167+, percentual observado (%o bs) e teórico, esperado (% esp). Fonte: Elaboração própria.

Nível Inventividade	N	% obs	% esp
1	0	0,0	32
2	57	34,1	45
3	73	43,7	19
4	31	18,6	<4
4,5	6	3,6	<1
TOTAL	167	100	100

4.4 Análise combinada de citações e nível de inventividade

Das 42 patentes que receberam número de citações total acima da média, ou seja, 379 citações ou mais, nove (21,4%) foram classificadas no nível de inventividade 4, uma proporção maior do que as 22 das 125 (17,6%) patentes com número de citações abaixo da média. O inverso acontece com as invenções classificadas no nível 2 (19% x 39,2%) (Tabela 12). Todas as patentes classificadas com maior nível de inventividade (N = 6) receberam número de citações acima da média do grupo 167+.

TABELA 12 – Análise combinada do número de citações total (N Cit To) e do nível de inventividade (N Inv) das inovações do grupo 167+. Fonte: Elaboração própria.

N Cit To	379 ou +		até 379	
	N	%	N	%
2	8	19,0	49	39,2
3	19	45,2	54	43,2
4	9	21,4	22	17,6
4,5	6	14,3	0	0,0
TOTAL	42	100	125	100

O Quadro 14 reapresenta a Tabela 10, incluindo os níveis de inventividade TRIZ das soluções apresentadas nos documentos com o maior número de citações do grupo 167+.

QUADRO 14 – Dez patentes mais citadas e informações relacionadas (Ncit = Número absoluto de citações; Ano Pr = Ano da prioridade; Ano C = Ano de concessão; Idade = anos decorridos entre a concessão e 2015; Cit/Ano= número médio de citações recebidas anualmente até 2015; Pat Br = número da patente concedida no Brasil; NR = número de reivindicações; N Inv = Nível de inventividade). Fonte: Elaboração própria.

Nº Patente	N Cit	Ano Pr	Ano C	Idade	Cit/Ano	Pat Br	NR	N Inv
EP200362-A2	4288	1985	1993	22	194,91	-	13	4,5
EP125023-A1	2907	1983	1984	31	93,77	-	21	4,5
WO9015070-A	1860	1989	1990	25	74,40	BR9007425	46	3
WO9211018-A1	1796	1990	2003	12	149,67	BR1101125	5	2
WO9206191-A	1525	1990	1992	23	66,30	-	25	2
EP258017-A	1443	1986	1988	27	53,44	BR8704332	34	4
EP120694-A	883	1983	1985	30	29,43	-	33	3
WO9005910-A	848	1988	1990	25	33,92	-	114	4
WO9522625-A1	740	1994	1995	20	37,00	-	32	3
WO9306213-A1	739	1991	1993	22	33,59	-	22	3

4.5 Nuvens de palavras

As Figuras 22, 23 e 24 representam nuvens de palavras geradas a partir dos campos dos títulos, resumos e combinação uso/vantagem dos documentos, respectivamente, utilizando o aplicativo *online* Wordle™.

Nessas três nuvens, os termos mais comuns incluem os ácidos nucleicos, anticorpos, suas variantes e fontes (sequências, proteínas e células), formas de utilizar estes elementos (na busca de alvos, como sondas, promovendo ligações e interações), bem como as aplicações destas invenções como métodos voltados à detecção dos elementos citados e ao diagnóstico de doenças.

Nuvens de palavras também foram usadas para a representação gráfica dos achados relacionados à análise TRIZ. Os princípios inventivos mais frequentemente observados foram qualidade local, segmentação (ou fragmentação), cópia, fusão e intermediários (Figura 25). Os parâmetros de engenharia mais utilizados desenvolver as invenções foram quantidade de substância, complexidade, precisão na medição, produtividade e área (Figura 26).



FIGURA 25 – Nuvem de palavras gerada a partir dos princípios TRIZ mais frequentemente observados no grupo 167+. Fonte: Elaboração própria.



FIGURA 26 – Nuvem de palavras gerada a partir dos parâmetros de engenharia mais frequentemente observados no grupo 167+. Fonte: Elaboração própria.

O capítulo a seguir discute os achados e sintetiza a contribuição científica desta pesquisa. Para tal, a literatura relacionada aos temas aqui reunidos e os subprodutos desenvolvidos no presente trabalho, em resposta aos problemas e questões levantadas inicialmente, são considerados.

5 Discussão

As taxas crescentes nas quais acontece a inovação tecnológica no mundo, documentadas por futurólogos como Canton & Uhlig (1999) requerem de uma organização a capacidade de, muito além de reagir aos desenvolvimentos tecnológicos, ser capaz de articular-se em redes, cooperando com outras empresas, governo, universidades e instituições de pesquisa (STEEN, 2010) e colocando-se em condições de criar inovações – ser pioneiro.

Perez (1985) argumenta que o novo paradigma tecnológico tem como características a tendência em direção ao aumento da intensidade da informação, a mudança da produção em massa para processos de produção flexíveis e do foco na automação para o da sistematização.

As organizações que desejam adequar-se a tal paradigma tecnológico necessitam aproveitar ao máximo o potencial, não somente de seus equipamentos e instalações, mas, principalmente, dos seus colaboradores. Rearranjar o *modus operandi* no sentido de tornar a inovação uma atividade permanente e não algo que se faz raramente e que interrompe e/ou atrapalha a rotina também é essencial (CANTON; UHLIG, 1999).

Ao analisar o tema, Christensen (2012) observou que, apesar dos esforços de empresas consideradas bem organizadas para a inovação, cerca de 60% de todos os produtos não chegam ao mercado. Dos 40% que são lançados, 40% não se provam lucrativos, 35% apenas pagam o custo de seu desenvolvimento e somente 25% resultam em lucros.

O autor argumenta que há duas causas principais: a incapacidade de resolver problemas complexos surgidos no desenvolvimento de novos produtos é indicada como o principal fator por detrás dos 60% de produtos não lançados. O segundo grande motivo, causador não somente do aborto de potenciais lançamentos, mas, também, dos fracos resultados de produtos que chegam ao mercado, é o direcionamento de novos produtos para mercados errados (CARVALHO, 2008; CHRISTENSEN, 2012).

A TRIZ foi desenvolvida para ser um método sistemático para a resolução de problemas e aprendizagem organizacional (SAVRANSKY, 2000), uma vez que se tornou uma forma de apropriação do conhecimento tecnológico consolidado, com base na informação original de documentos de patentes de uma determinada área.

Consequentemente, os elementos TRIZ podem enriquecer as atividades de prospectiva e previsão tecnológica, levar a pesquisa para soluções satisfatórias para gargalos técnicos e identificar tendências e oportunidades tecnológicas como cenário de fundo para novas invenções (CARVALHO, 2008; BONINO *et al.*, 2010).

Como a base de informações dessas atividades são os documentos de patentes, o potencial resultado desses estudos é o direcionamento do investigador no sentido de soluções ideais para problemas técnicos de variada complexidade.

Entretanto, são comuns as críticas a respeito do uso limitado da TRIZ no seguimento industrial e sobre sua eficácia, como muito bem revisado por Chechurin & Borgianni (2016). Razões como a falta de alinhamento entre as expectativas da indústria sobre aplicações da teoria, cizânias entre a estrutura de cursos tradicionais e os treinamentos disponíveis sobre TRIZ, além do intenso treinamento necessário para dominar a teoria eficientemente são frequentemente apontadas.

Os mesmos autores resumem essa contradição, ou paradoxo, em que a teoria permite conhecer e divulgar soluções técnicas criativas de primeira classe, mas ainda assim não consegue consolidar seu papel primordial no contexto da engenharia de *design* e das práticas de desenvolvimento de novos produtos, onde a inovação é um mantra (CHECHURIN; BORGIANNI, 2016).

Considerando as dificuldades e iniciativas fracassadas anteriormente mencionadas, há que se pensar em formas e ferramentas (indicadores) para avaliação e monitoramento do sucesso do modelo de aplicação da TRIZ em curto, médio e longo prazo, nas dimensões tecnológica, corporativa, setorial e nacional.

Uma boa opção seria apurar transições tecnológicas, verificando quais tecnologias ou soluções originadas pela TRIZ se transformaram, ao longo de um período de tempo, em operações comerciais, atrelando a indicadores como número de produtos lançados, seu impacto institucional e mercadológico, além das parcerias de sucesso originadas a partir dessas patentes. Outras sugestões referem-se à sua popularização em aplicativos acessíveis ao grande público (WANG *et.al.*, 2010) e ensino estruturado em cursos de nível superior (HERNANDEZ *et.al.*, 2013; JAFARI *et.al.*, 2013; CHECHURIN; BORGIANNI, 2016).

Combinações de diferentes elementos mostraram-se muito úteis na aplicação da TRIZ. A complementariedade de TRIZ e Biologia foram inicialmente sugeridas já nos primórdios do desenvolvimento da teoria e reforçados, tanto na versão ARIZ-85B do algoritmo para solução de problemas inventivos quanto em trabalhos posteriores (VINCENT; MANN, 2002; CHECHURIN; BORGIANNI, 2016).

Liang *et. al.* (2008) apresentaram a combinação de mineração de texto com análise de contradições e princípios inventivos da TRIZ para identificar patentes relevantes. Um pouco mais tarde, Li *et. al.* (2012) desenvolveram um modelo baseado em métodos computacionais

e processamento da linguagem natural (NLP) para classificar patentes de acordo com a estimativa do seu nível de inventividade.

Aplicando o método de previsão e análise TRIZ, Lin *et.al.* (2010) avaliaram a maturidade tecnológica da indústria farmacêutica e renunciaram a direção da inovação tecnológica neste setor, com base em documentos de patentes e informações mercadológicas datadas de 2000 a 2009. Os autores fazem ainda uma proposta de aplicação prática dos achados visando alavancar o desenvolvimento de uma província chinesa, tendo este trabalho como referência para políticas e estratégias governamentais baseadas em tendências de evolução tecnológica.

Uma interessante combinação de ferramentas de estímulo à criatividade e atividade de prospecção é discutida por El Kerdini & Hooge (2013). As autoras criam um modelo em que ferramentas da TRIZ são usadas para desenvolver uma visão compartilhada comum, analisar de forma pragmática o sistema em estudo e sua evolução, independentemente de sua complexidade. Como resultado, apontam um conhecimento mais aprofundado sobre o objeto de estudo e o desenvolvimento de mais cenários de futuros possíveis.

Pires (2014) compara e combina os métodos FMEA (Análise dos Modos de Falha) e TRIZ para fornecer a usuários interessados forma (método criativo), conceito (embasamento técnico) e aplicabilidade prática para vencer a inércia psicológica que impede solução de gargalos e problemas técnicos complexos.

Estudos relativamente recentes comparando a efetividade da abordagem TRIZ no estímulo à geração de soluções inventivas, aplicando os conceitos dos princípios inventivos e da idealidade, são descritos por Hernandez *et al.* (2013) e Jafari *et al.* (2013). Os autores concluem que o uso da teoria melhora as medidas de novidade e variedade, relacionadas à efetividade da ideação, quando comparada a outros métodos.

A definição das fontes de informação que subsidiariam o presente trabalho considerou a confiabilidade, disponibilidade, facilidade de obtenção dos documentos e suporte mínimo ao processamento de dados bibliográficos (FREIRE, 1991). Essa escolha considerou também fatores como indexação restritiva em contraponto à superabundância de dados das fontes.

Em análises biblio e patentométricas, é tarefa árdua e nada trivial acessar e processar a gama de dados disponíveis, de forma a agregar valor, oferecendo informações objetivas, de qualidade, com eficiência, seja para estudos acadêmicos ou institucionais. Para tal, é essencial trabalhar combinando “*inteligência humana e artificial na coleta, seleção, combinação e organização dessas informações, de forma que possam efetivamente ser traduzidas em conhecimento útil ao processo inovador*” (MARQUES; FONSECA, 2014, p.174).

A análise dos documentos recuperados, na etapa de revisão bibliográfica, permite perceber a TRIZ como método e conjunto de ferramentas para aumentar a eficiência na ideação de novos produtos, identificação de soluções inventivas para gargalos tecnológicos, processos de apoio às atividades de prospecção tecnológica e gestão da inovação. E a inovação *”muito mais do que uma palavra da moda é a essência da sustentabilidade das organizações”* (GRANDO, 2014, p.7).

Ao revisar os documentos recuperados, pode-se concluir que a TRIZ é um método efetivo para ideação e pode levar a um número maior (e mais diversificado) de soluções, por dar acesso a ideias originadas em diferentes campos do conhecimento. O ambiente criado pela aplicação da teoria melhora a qualidade e aumenta consideravelmente a quantidade de combinações de ideias e conceitos gerados em exercícios individuais ou coletivos.

Não é nossa intenção explicar em detalhe os fundamentos da TRIZ, ou seus instrumentos, já que é abundante a literatura nessa área e um completo levantamento do estado da técnica de todas estas publicações é inviável, além de possivelmente incluir material com baixo impacto sobre a comunidade científica. Mas levamos em conta o potencial da teoria em possibilitar inovação sistemática, reduzir o escopo da pesquisa e melhorar a capacidade da equipe envolvida em resolver problemas técnicos, já que dá abertura a novas formas de pensar e gerar potenciais soluções.

Em campos tecnológicos ricos em conhecimento, especialmente naqueles direcionados às necessidades humanas, a liberdade de explorar e desenvolver produtos está combinada a uma obrigação social de entrega ao final do ciclo de desenvolvimento (BORUP *et al.*, 2006). Para a indústria de transformação, onde destacam-se a química fina e da biotecnologia, a política de PI tem particular importância, haja vista o dinamismo dessas áreas (GUIMARÃES, 2015).

Expectativas são tanto causa quanto consequência do avanço científico e da atividade tecnológica (BORUP *et al.*, 2006), onde promessas viram dívidas, dívidas viram frustrações e a crença nas promessas geradas na ciência e na tecnologia impulsionam novas formas de se preparar para o futuro.

Portanto, há que se intensificar o processo de transformação de ideias em produtos, aumentando a chance de sucesso de iniciativas e reforçando a missão da inovação para o crescimento, desenvolvimento e sustentabilidade (ANTUNES, 2012), seja das organizações ou dos países. A materialidade das ideias e invenções, sob a forma de objetos ou serviços originados na ciência e na tecnologia promovem o desenvolvimento sustentável e servem como indicadores efetivos de expectativas e promessas sobre o futuro.

Apesar da crise econômica, do ajuste fiscal e do consequente contingenciamento de recursos dos Ministérios da Saúde e da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações, que tendem a impedir a ampliação de programas e recursos, ainda espera-se o crescimento desses setores.

Oportunidades de expansão e de aperfeiçoamento da política industrial de saúde, por exemplo, em relação à fabricação local de equipamentos de saúde e ao desenvolvimento de infraestrutura para ampliação das redes de cuidados complexos, podem balancear ou reduzir os efeitos desse ambiente desfavorável (GADELHA, 2014).

Ações como a revisão de marcos regulatórios, redução do *backlog* das análises de patentes, estreitamento de relações entre diferentes instituições e órgãos executores de políticas com objetivos comuns, além do estímulo à internacionalização de P&D no Brasil são possíveis e vem sendo postos em prática durante o delicado momento político e econômico (ABIFINA, 2016).

A TRIZ é baseada em um grupo de heurísticas e instrumentos, tais como análises preliminares, uma matriz de contradição, princípios de separação, análise de substância-campo (Su-Field), abordagens padrão de problemas inventivos, o método do agente e o ARIZ (SAVRANSKY, 2000). As aplicações mais comuns para TRIZ estão nas áreas de *design* e desenvolvimento de produtos, uma vez que é comumente usada como uma ferramenta ou metodologia para orientar o desenvolvimento de produtos e processos novos, inéditos e inovadores, evitando problemas tecnológicos de muitas áreas de conhecimento diferentes (ILEVBARE *et al.*, 2013, RUSSO *et al.*, 2014, EKMEKCI; KOKSAL, 2015).

O presente trabalho seguiu a sugestão de Savransky (2000) e abraçou TRIZ como ponto de partida e conceito de coordenação para testar uma nova teoria de sistemas técnicos e processos inovadores e tecnológicos inovadores.

Como os conceitos TRIZ são centrados na seleção e estudo de patentes de alto nível, investigamos a hipótese de que as patentes mais relevantes em uma área específica estariam na interseção daquelas com maior nível de inventividade (classificado como 5, de acordo com TRIZ) e número mais elevado de citações posteriores.

A análise de patentes é regularmente utilizada pelas empresas de P&D, uma vez que fornece orientação para a pesquisa, indica restrições e possibilidades de propriedade intelectual, identifica redes de *expertise* e cooperação, monitora tecnologias emergentes e de destino, suporta análise de mercado e certamente enriquece estudos de prospectiva tecnológica (ZHANG *et al.*, 2014).

Os documentos de patentes contêm dados inéditos que não estão disponíveis em outros lugares, muitas vezes nem sequer em publicações técnico-científicas (MOREIRA, 2005; LIANG *et al.*, 2008). Patentes de âmbito mais amplo e/ou maior grau de novidade geralmente influenciam aplicações fora do campo do conhecimento tecnológico, das instituições e das redes de colaboração nas quais foram originadas (PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

Os negócios de base biotecnológica, de alto valor agregado, são estabelecidos para atender necessidades da sociedade, especialmente relacionadas à saúde humana e manutenção da vida.

No que se refere à área de biotecnologia, uma das indústrias mais inovadoras, as patentes são levadas a sério como meio efetivo de proteção da propriedade intelectual e desempenham um papel crítico e estratégico no desempenho das empresas (PETRUZZELLI *et al.*, 2015). Apesar do que acontece em outros campos tecnológicos, manter um segredo industrial ou fazer uma publicação preventiva não são práticas comuns nesta área, e as patentes de biotecnologia atraem a atenção como indicadores de resultados de P&D.

A análise de patentes geralmente é focada em documentos em torno de alvos específicos ou aplicações terapêuticas, uma vez que produtos biotecnológicos fortes, relevantes e individuais baseados em patentes geralmente resultam em grandes contratos de comercialização e/ou licenciamento (PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

No entanto, a análise de patentes também pode ser usada para abordar questões maiores e patentes globais, como as realizadas por Glover (2007) e Kesselheim *et al.* (2013), avaliando o cenário de descoberta de fármacos e o impacto da exclusividade de mercado na inovação, respectivamente. A própria WIPO afirma que esse interesse na análise de patentes poderia trazer resultados mais amplos e mais sábios, exemplificados por tecnologias de mapeamento, orientando estratégias de preços e usando propriedade intelectual para regulamentar medicamentos biosimilares e “*me-too*” (WIPO, 2015).

O uso da contagem citações que uma publicação ou patente tem, como critério para avaliar a qualidade da pesquisa, é uma estratégia discutível, mas frequentemente usada para realizar a seleção de trabalhos, já que por mais de uma vez foi estabelecida ligação direta entre este indicador e a utilidade prática do documento (ABBAS *et al.*, 2014).

Originalmente, as citações indicam a base tecnológica sobre a qual uma patente específica é construída (TRAJTENBERG, 1990) e são adicionadas tanto pelo candidato quanto pelo examinador. Por razões estratégicas, às vezes há desvios: os candidatos parecem reter citações relevantes, e os examinadores não parecem estar engajados em uma busca que caracterize

exaustivamente o estado da técnica, embora seja menos provável que isso ocorra na biotecnologia (LAMPE, 2012). Esse é outro aspecto positivo de testar nossa teoria nesta área.

Harhoff *et al.* (2002) desafiaram o valor da citação de patentes com base em dois argumentos principais. O primeiro é que o cronograma do sistema de patentes torna impossível que um documento cite outros que estejam sendo analisados ao mesmo tempo, ainda que sejam potencialmente de grande contribuição para a área. Um intervalo de pelo menos 12 meses é comum, mas em geral é necessária uma quantidade substancial de tempo para que uma patente seja tecnicamente reconhecida e citada em novas invenções, o que, nas análises de citações posteriores, favorece documentos mais antigos.

O segundo argumento é a redundância de citações resultantes de requerentes/examinadores citando os mesmos documentos em pedidos de patentes/exames distintos. No entanto, apesar de toda essa argumentação, os autores reconhecem que a análise de citações é uma ferramenta de crescente interesse e uso na área de propriedade intelectual (MICHEL; BETTELS, 2001; HARHOFF *et al.*, 2002).

Brinn *et al.* (2003) desenvolveram e testaram pelo menos três hipóteses sobre a relação entre patentes e citações, e concluíram, com algumas reservas, que as citações posteriores não refletem o valor de uma patente, pelo menos, não com precisão. Como exemplos, autores distintos referiram que as citações acrescentadas pelos examinadores podem não ser o resultado de uma pesquisa extensiva ou podem reter estrategicamente documentos importantes (ALCACER *et al.*, 2009; LAMPE, 2012).

No entanto, é de salientar a forte influência que algumas patentes exercem sobre os desenvolvimentos tecnológicos subsequentes, e que é largamente medida pela contagem de citações posteriores (LEE *et al.*, 2012; PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

Ao superar o problema da enorme quantidade de documentos onde a informação deve ser extraída com precisão e rapidez, Russo *et al.* (2013) desenvolveram um método para obter uma visão geral de nichos de tecnologia com base em um conjunto de valiosos documentos de patentes que podem ser usados como o estado da técnica para o desenvolvimento de produtos de referência e identificação de oportunidades tecnológicas.

Oliver *et al.* (2016) reafirmaram as citações posteriores como o maior preditor de uma patente de alto valor e o fator mais significativo na identificação de patentes que provavelmente serão compradas.

Apesar da natureza subjetiva pela qual os códigos CIP são atribuídos a patentes (SILVERMAN, 2002, BRINN *et al.*, 2003, EISINGER *et al.*, 2013), as recomendações são

para a análise de conjuntos de dados constituídos por patentes do mesmo campo tecnológico e/ou indústria (BRINN *et al.*, 2003, WIPO, 2015).

Em um relatório especial, Russo sintetizou elegantemente a biotecnologia moderna, mencionando grandes conquistas e movimentos na área, como proteínas humanas produzidas em bactérias, especialmente anticorpos, tratamentos imunológicos e de pequenas moléculas e genômica (RUSSO, 2003).

O presente trabalho se concentrou nos reagentes para diagnóstico *in vitro* (IVD) como um modelo para testar a hipótese de combinar TRIZ e contagem de citação direta resultando em um método de análise de patentes novo e bem sucedido. Assim, concentrou-se em patentes com códigos CIP relacionados a produtos, dispositivos e processos com fins diagnósticos ou aplicações pretendidas, originados em métodos biotecnológicos.

No presente trabalho, a aplicação do filtro de área disponível na plataforma de fonte de dados excluiu 4,7% dos documentos (2.730 de 57.799 patentes originais). Nenhum deles estava entre os mais citados. Acreditamos que esta exclusão melhorou positivamente a análise, uma vez que os perfis de ambos os grupos permaneceram muito semelhantes, no que se refere aos principais atores e disciplinas que não a biotecnologia.

Todas as principais realizações biotecnológicas do período de 35 anos (1980-2015) foram representadas na lista das 167 patentes mais citadas, nas quais o presente trabalho se concentrou, por reunir 0,3% dos documentos originalmente recuperados. As invenções com maior grau de inovação, tais como a síntese e amplificação de DNA/RNA, a sequenciamento de proteínas e genes, a clonagem e a produção de animais transgênicos poderiam ser identificadas após a adoção da contagem de citações como um ponto de corte para seleção de patentes, para superar a questão do volume de dados .

Nossos dados corroboram as conclusões de uma análise anterior e ampla sobre a concentração geográfica dos depósitos e concessões de patentes (WIPO, 2015). Observamos também que a maioria das patentes selecionadas provêm de organizações baseadas nos Estados Unidos (133/167, 79,6%), seguidas pela Europa (29/164, 17,4%) e Ásia (5/167, 3%). A pouca importância dada ao Brasil no cenário biotecnológico mundial é confirmada pelo baixo percentual de patentes do grupo das mais citadas com depósitos no INPI (14%).

Em relação aos principais atores no contexto da biotecnologia moderna, nossos dados apoiam conclusões anteriores (PETRUZZELLI *et al.*, 2015), definindo o grupo Affymax/Affymetrix, Genentech e Chiron como empresas importantes. Documentos de outros pioneiros (Eli Lilly, Bayer, Biogen e RhônePouenc) também foram recuperados pela

presente pesquisa. De acordo com a WIPO (2015), estas também eram empresas detentoras das primeiras patentes biotecnológicas identificáveis.

Três dos dez principais atores (Genentech, Hoffman La Roche e University of California) são os mesmos nos 55.609 documentos originais e nas 167 patentes mais citadas. Essas instituições têm uma história brilhante na área da biotecnologia, refletindo o valor de suas patentes, considerando o grande número de vezes que são citadas e os produtos de biotecnologia mais vendidos que disponibilizaram ao mercado, tanto como empresas independentes, quanto na participação em consórcios de colaboração bem sucedidos (GIOVANETTI; JAGGI, 2013; WIPO, 2015).

Aquisições e fusões recentes entre empresas de biotecnologia-biotecnologia e farmacêutico-biotecnologia podem alterar esta paisagem em poucos anos, dependendo das estratégias de gestão de portfólio para a adotada. A distinção entre empresas farmacêuticas e de biotecnologia está se distorcendo, e os “biofármacos” têm sido utilizados como um descritor mais preciso (WIPO, 2015).

No complexo cenário da CT&I, além do fomento ao estabelecimento de redes fortes e ativas de P&D, devem ser estimuladas e fortalecidas as capacidades de absorção de conhecimento das instituições, viabilizando o *catch up* tecnológico (DAL POZ, 2006).

A análise de redes de colaboração é um recurso que permite enxergar a perspectiva da produção coletiva de conhecimentos (circulação de informações, interações e aproximação de atores apesar da distância). A rede das patentes do grupo 167+ é composta por 208 depositantes, com 190 ligações por cotitularidade, grau médio de centralidade 1,82, componente gigante representando 7% da rede completa e 80% dos documentos resultando de colaborações. Estas medidas indicam alta centralização do conhecimento e baixa interconectividade dessa rede, apesar da alta frequência das colaborações (STEEN, 2010).

Os depositantes com maior número de colaborações em patentes não são, à exceção da Applera Corp, aqueles com maior número de patentes concedidas, corroborando outros achados que não associam diretamente a produtividade com a cooperatividade das instituições (FONSECA *et al.*, 2016).

A análise dos textos dos campos de resumos e reivindicações resultou na identificação de patentes sobre métodos, técnicas e plataformas de biotecnologia: DNA/RNA, proteínas e outras moléculas, cultura e engenharia de células e tecidos, processos biotecnológicos, vetores (genes, RNA), bioinformática e nanobiotecnologia, de acordo com a classificação da OECD (2013).

A maioria dos documentos descreveu invenções relacionadas ao DNA, RNA e sequenciamento de proteínas, engenharia e síntese, e uma quantidade significativa de patentes revelou aparelhos, sensores e métodos com propósitos de diagnóstico baseado em funcionalidades de nanobiotecnologia. Também é importante mencionar a combinação de métodos como uma característica dessas patentes, permitindo aplicações distintas e potenciais em um mesmo documento.

Estas classes de produtos corroboram a estratégia de busca e englobam os principais produtos do mercado biotecnológico em termos de faturamento, a saber, proteínas terapêuticas, anticorpos monoclonais e vacinas (GUIMARÃES, 2014).

Comparando esses achados com os dados de Evens & Kaitin (2014), pode ser confirmada a tendência de desenvolvimento de produtos baseados em tecnologia de DNA recombinante e engenharia molecular para proteínas (especialmente anticorpos) como tecnologias predominantes. As aplicações potenciais listadas no grupo 167+ também se correlacionaram com as áreas terapêuticas indicadas por Evens & Kaitin (2014), principalmente neoplasias, doenças infecciosas ou genéticas e hematologia.

As plataformas de nanobiotecnologia também foram identificadas pela incorporação de códigos CIP relacionados a métodos de medição, teste, investigação ou análise de materiais. Esta área pode ser correlacionada com as bem conhecidas tendências de miniaturização e paralelismo de reações de detecção, monitoramento e tratamento nessa área, exigidas pelas micro e nano escalas de concentração de substâncias para a maior parte das moléculas alvo.

O número total de classes CIP, conferidas pelos códigos em formato de quatro dígitos, indica o potencial de expansão das tecnologias descritas em um grupo de patentes: quanto maior este potencial, maior a probabilidade de aplicação dessa tecnologia em outras invenções (ALTUNTAS *et al.*, 2015).

De forma complementar, o poder de uma patente pode ser calculado como o número médio de diferentes classes CIP conferidas a cada patente de um grupo e, quanto mais alto, maior a chance de essas invenções serem associadas a tecnologias e setores distintos e maior seu potencial para criar novos setores (ALTUNTAS *et al.*, 2015).

No grupo 167+, observa-se patentes com altíssimo potencial de expansão e poder: 102 classes CIP distintas são usadas na classificação das 167 invenções, com uma frequência de 1.234, o que resulta em um poder de 7,4.

A contagem absoluta de citações posteriores nos 167 documentos variou de 179 a 4288, com média ponderada no tempo de 17 citações por ano. A maioria das patentes recebeu, ao longo do tempo e considerando o recorte temporal do estudo, 24 citações posteriores.

Mesmo as patentes menos citadas do grupo 167+ tiveram um elevado índice de citações, superando o número médio absoluto em 10 anos ($N = 6$) formulado por Bessand & Tidd (2009). Ainda de acordo com esses autores, 75% das patentes são citadas em um máximo de cinco vezes e apenas 1% delas obtém uma alta contagem de citações de 24 ou mais vezes, em geral (BESSAND; TIDD, 2009). Esses achados indicam que esse grupo é, de fato, composto por patentes de alto valor, que concentram o conhecimento crítico da biotecnologia moderna.

No conjunto original de patentes, 40% (22.028/55.609) não foram citadas sequer uma vez, 60% receberam ao menos uma citação, 44% duas ou mais, e 29% três ou mais citações posteriores. Esses achados corroboram conclusões anteriores (HARHOFF *et al.*, 2002; BESSAND; TIDD, 2009) sobre um grande número de patentes nunca citadas.

A análise de citações do conjunto 167+ indica altíssima velocidade de difusão tecnológica das invenções descritas, segundo o indicador desenvolvido por Altuntas *et al.* (2015), portanto, patentes que possuem invenções altamente difundidas, aplicadas e valiosas. A velocidade de difusão tecnológica (VDT), nada mais é do que o número total de citações posteriores, dividido pelo número de patentes consideradas, ou seja, a média do número de citações recebidas por cada documento (neste caso $VDT = 63.240 / 167$; $VDT = 379$).

Uma limitação esperada de nosso trabalho estaria relacionada ao fato de que as patentes concedidas recentemente teriam menos citações (HARHOFF *et al.*, 2002; FALLAH *et al.*, 2009), mas elas poderiam conter elementos inovadores significativos. No entanto, a análise dos documentos menos citados (0 ou 1 citação) revelou patentes recentes (2014-2015) e antigas (1985-1986) na data de acesso primário designado pela base, indicando que elas não foram citadas porque não foram reconhecidas como tecnicamente relevantes, não exclusivamente porque são novas.

A análise TRIZ começou com a classificação das invenções descritas nos documentos selecionados de acordo com os princípios inventivos e os parâmetros de engenharia (SAVRANSKY, 2000).

Os cinco princípios inventivos mais citados nas patentes do grupo 167+ foram qualidade local, segmentação, cópia, fusão e intermediários. Quantidade da substância, complexidade, precisão de medição, produtividade e área foram os parâmetros de engenharia mais relevantes

nos documentos. A maioria dos princípios inventivos (35 de 40) e quase todos os parâmetros de engenharia estão representados (31 de 33) nos documentos selecionados.

O princípio da qualidade local reflete, basicamente, a busca por funções adicionais e novas para objetos e sistemas, seja pela melhoria das características intrínsecas ou do ambiente externo. A segmentação é um princípio complementar, porque descreve a divisão do objeto em partes independentes, tornando-o modular, ou o aumento do seu grau de fragmentação, assim como a fusão de partes ou objetos (idênticos ou semelhantes) para desempenhar operações paralelas ou simultâneas.

O uso ou a fusão temporária com carregadores intermediários é muito comum nos sistemas e processos biológicos, para ultrapassar barreiras e desviar de mecanismos de controle indesejados, que impeçam a obtenção do resultado almejado.

Estes quatro princípios podem ser ligados às tendências evolutivas de compartimentalização de sistemas, paralelismo, aumento de funcionalidades (evolução funcional) e miniaturização. A produção ou uso de cópias (simplificadas, visuais ou virtuais) do objeto original refletem tanto a necessidade de amplificação dos sinais e substâncias a níveis seguramente detectáveis, quanto a tendência evolutiva de automação dos sistemas.

Outros princípios inventivos frequentemente identificados foram a ação prévia (antecipação de ações ou alterações necessárias ou pré-organização visando ação mais efetiva), as estruturas aninhadas (projetadas uma dentro da outra, ou sobrepostas) e a homogeneidade (promoção da interação de objetos do mesmo material ou com as mesmas propriedades).

Quanto aos parâmetros de engenharia mais comumente observados nas patentes do grupo 167+, apesar de classificados, à luz da TRIZ, em grupos distintos (físicos, positivos e negativos), sua coocorrência corrobora e reforça as tendências evolutivas apontadas pelos princípios inventivos discutidos anteriormente.

Nas invenções descritas nos documentos analisados, a precisão da medição é altamente desejável; os ambientes apresentam baixa quantidade (ou concentração) das substâncias a serem identificadas ou medidas; múltiplas e complexas funções devem ser realizadas por dispositivos de tamanho reduzido, com alta produtividade (seja de resultados, seja de subprodutos que possibilitem a obtenção desses resultados).

A complexidade reside em contrabalançar características dos objetos ou consequências das ações, eliminando as contradições desses sistemas. A idealidade, nestes casos, parece caminhar no sentido do acúmulo do maior número de funções, a serem desempenhadas em

operações paralelas e simultâneas, sem nenhuma interferência prejudicial do ambiente e tendo o menor tamanho possível.

Os parâmetros de qualidade mais comumente usados na validação de ensaios ou kits diagnósticos - sensibilidade e especificidade - foram adaptados nesta análise para o termo confiabilidade (*reliability*).

A biotecnologia poderia contribuir para a lista de 40 princípios inventivos, acrescentando “complementaridade” como segundo item para o princípio da homogeneidade. Em uma descrição simplista, as soluções baseadas na homogeneidade se relacionam com a interação de objetos com um determinado objeto do mesmo material, ou material com propriedades idênticas (SAVRANSKY, 2000).

Para incorporar a característica crucial na composição básica das moléculas-alvo utilizadas na maioria das técnicas de biotecnologia, a complementaridade deve ser considerada como um grupo de soluções que permite que as moléculas interajam umas com as outras, aproveitando a semelhança em espelho das sequências nucleotídicas. A neutralização de efeitos indesejados ou o estímulo à expressão de fatores positivos, em geral, é proporcionada por esta característica.

Por uma perspectiva alternativa, esta poderia ser representada na lista de parâmetros de engenharia, adicionando o termo “sequência de nucleotídeos” no primeiro agrupamento, relacionado com características físicas e geométricas comuns.

No cenário sugerido, “complementaridade” e “sequência de nucleotídeos” certamente apareceriam na classificação dos cinco princípios e parâmetros mais utilizados, já que são características e conceitos básicos de métodos de biotecnologia para amplificar, sequenciar, detectar e produzir moléculas novas ou alvo.

Outros termos, como diversidade e redundância também seriam formas de contribuição, ou padrões comuns à biotecnologia. Em muitas técnicas *upstream* (antecessoras ou preparatórias), há necessidade de se gerar ou trabalhar com alto nível de redundância para obter soluções específicas adequadas.

Não foi possível identificar a incorporação de novos princípios ou parâmetros nas publicações mais recentes, acessadas na revisão bibliográfica no presente estudo. Isto valoriza os presentes achados sugerindo novas contribuições para a teoria.

A classificação de nível inventivo foi a segunda parte da análise TRIZ e resultou na identificação de soluções técnicas inovadoras entre as principais realizações biotecnológicas patenteadas entre 1980 e 2015.

O avanço em direção a tecnologias revolucionárias e inovações radicais é normalmente associado à primeira fase do ciclo de vida da tecnologia, o que significa incerteza no mercado e esforços de P&D de alto risco (VOROS, 2013). Por outro lado, também significa uma maior oportunidade para quebrar paradigmas, rastrear novas ondas e rotas tecnológicas, e dar origem a novas indústrias, abordagens de mercado e inovações (PETRUZZELLI *et al.*, 2015).

É preciso ter em mente que nem todas as invenções se tornam um produto, e quando o fazem, leva algum tempo. Como sugerido por alguns autores (SUAREZ; LANZOLLA, 2007, PETRUZZELLI *et al.*, 2015), um alto grau de inovação pode retardar a difusão da invenção patenteada. A escolha de usar um intervalo de tempo tão amplo para a pesquisa está de acordo com essa argumentação. Ao mesmo tempo, estamos cientes das limitações provenientes de patentes concedidas recentemente (<15 anos) que foram recuperadas.

A biotecnologia em si, o DNA e a engenharia genética estão na lista das descobertas e invenções humanas mais importantes (SAVRANSKY, 2000). Técnicas, processos e sistemas radicalmente inovadores dentro de uma ciência relativamente nova, como a biotecnologia, também poderiam ser considerados soluções de nível 5, uma vez que se situam entre ciência e engenharia, ultrapassando assim os limites do conhecimento e da tecnologia.

No presente trabalho, 37 patentes (22%) representavam documentos de alto nível inventivo. Seis deles mereciam um destaque na classificação, uma vez que se relacionavam com amplificação de DNA, produção de anticorpos recombinantes, imunoterapia, cultura de células e tecidos *in vitro*, animais transgênicos, polimorfismos como biomarcadores, genomas virais e bacterianos em detalhe. Estas patentes revelam grandes realizações biotecnológicas, podendo ser duplamente ou subjetivamente classificadas na fronteira dos níveis 4 a 5.

De acordo com a nossa hipótese inicial, as principais soluções para os problemas inventivos da biotecnologia foram observadas no grupo de documentos com o maior número de citações posteriores. De fato, às seis invenções de maior nível de inventividade, destacadas em sua classificação como 4,5, foram atribuídas citações posteriores acima da média.

No entanto, apesar do que se esperava, soluções de nível 2-4 estavam representadas nos 167 documentos de patentes mais citados, sendo o nível 3 o mais comumente usado na classificação (N=73, 44%).

Apesar disso, o grupo resultante de patentes exemplificou tecnologias, tendências e estado da arte, representando um resumo fiel das principais realizações dos últimos 35 anos neste campo tecnológico.

Como acontece em outras áreas, soluções de médio grau inovativo são aplicadas para solucionar uma diversidade de problemas e gargalos técnicos, fazendo com que as inovações, mesmo aquelas de maior valor em se tratando de propriedade intelectual, apresentem diferentes formas técnicas para chegar ao mesmo objetivo.

As invenções deste grupo estão imersas em complexidade, mas voltadas a trazer conveniência e rapidez, no caminho das tendências de evolução funcional e automação. Estes achados alinham-se ao dilema discutido por Christensen (2012): as características e tendências da maior parte das patentes do grupo 167+ não buscam por uma idealidade direcionada ao excesso de desempenho, mas sim voltada a agregar funções que possam responder novas perguntas e atender novas necessidades.

Em geral, estas são descobertas científicas com grande potencial para redefinir bases atuais de competição e agregar valor a produtos e processos já existentes. São exemplos da segunda onda de inovações que sucede um pioneirismo científico e tecnológico que estabelece novos paradigmas, como é o caso da própria biotecnologia moderna.

A Figura 27 resume os principais achados das análises combinadas TRIZ e citações, apresentando as especificidades e tendências identificadas no grupo 167+.

O universo de pesquisa e o recorte metodológico impõem algumas limitações ao presente trabalho. A primeira é referente ao período em que o levantamento de dados foi feito, tendo em vista que as atualizações nas bases de dados são realizadas diariamente. Assim, uma busca para subsidiar estudos bibliométricos ou patentométricos nunca é exaustiva.

A segunda limitação remete ao conteúdo específico das bases, tanto de patentes quanto de publicações científicas, considerando as diferenças existentes de cobertura no espaço, no tempo, critérios de indexação e do nível de disponibilidade dos documentos.

Além disso, o sistema CIP sofre atualizações a cada três meses para os níveis mais detalhados e a cada três anos para as classificações principais, de forma a incluir novos campos tecnológicos emergentes (BONINO *et al.*, 2010). Dessa forma, classes e subclasses podem sofrer alterações após a coleta, promovendo diferenças em resultados de buscas realizadas posteriormente.

Apesar de os documentos de patentes reunirem cerca de 80% de toda informação tecnológica, há que se preocupar com os 20% restantes e com aqueles setores que não utilizam o sistema patentário como referência para as informações tecnológicas que geram, preferindo a proteção conferida pelo uso de segredo industrial ou pela publicação defensiva (MARQUES; FONSECA, 2014; OLIVEIRA, 2014).

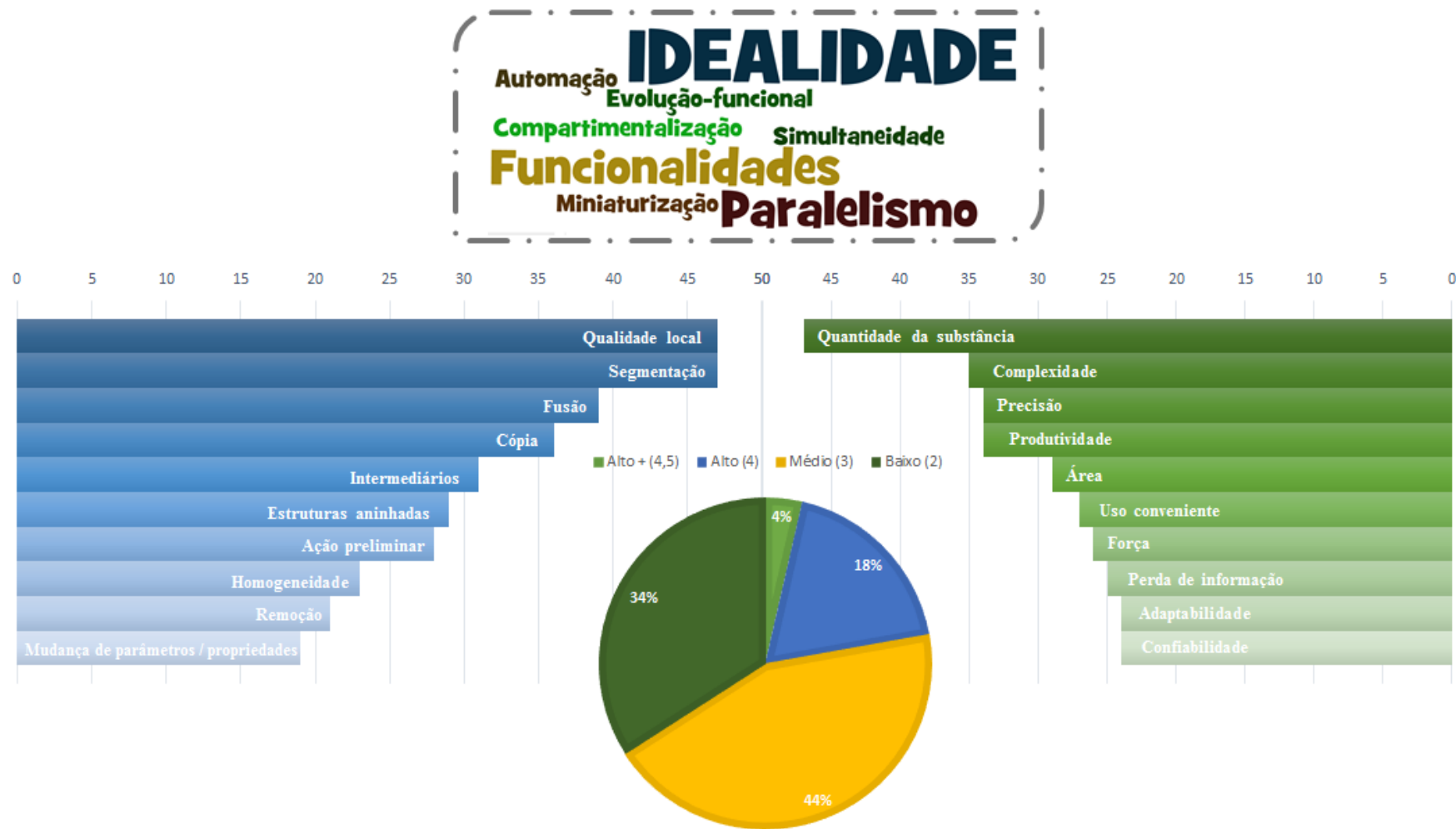


FIGURA 27 – Resumo dos achados da análise TRIZ no grupo 167+: Top 10 princípios inventivos (azul) e top 10 parâmetros de engenharia (verde) em gráficos de barras, nos quais o eixo x representa a frequência (N). No gráfico de pizza, os níveis de inventividade nos quais as invenções foram classificadas e suas frequências representadas em percentuais. Acima, as tendências de idealidade identificadas. Fonte: Elaboração própria.

O aumento do interesse por novas tecnologias aumenta a atividade de P&D, mas nem sempre aumenta o número de depósitos de patentes, pois esse movimento pode ser traduzido em artigos publicados.

Há que se considerar também a limitação imposta pela temporalidade intrínseca aos documentos de patentes: o tempo necessário para uma patente ser publicada, analisada e concedida pode fazer com que tecnologias realmente inovadoras não tenham sido citadas no momento da pesquisa, resultado na desconsideração de emergentes de alto valor. Estas, por sua vez, costumam ser mais facilmente identificadas por meio de análises bibliométricas, nas quais não se aborda, necessariamente, a dualidade invenção x inovação.

Outra limitação do trabalho refere-se à dificuldade de padronização dos nomes de inventores, depositantes individuais e instituições. Tanto no conjunto de patentes, quanto nas publicações sobre TRIZ que foram utilizadas na revisão bibliográfica, há muitos nomes de origem oriental (principalmente chineses), que são indexados de mais de uma forma, dificultando a limpeza das informações nesses campos.

O mesmo acontece com os campos de afiliação de autores e depositantes não-individuais, que muitas vezes têm sua identificação incompleta, ficando registrado apenas o nome do departamento ou programa ao invés do nome da instituição.

Tal dificuldade pode pulverizar ainda mais publicações e patentes em procedências distintas, quando na verdade alguns desses documentos podem ter a mesma origem.

Com relação ao modelo de análise dos dados, a estratégia adotada usou a premissa de que seria inviável uma análise automática dos documentos, considerando a necessidade de mínimo conhecimento técnico na área. Embora possibilite a contribuição mais efetiva do examinador, esse método torna-se subjetivo, apesar de estar apoiado em indicadores e guias bem estruturados para direcionar a classificação dos documentos.

Parte do presente trabalho foi limitado pela opção de fazer a maioria das análises sem utilizar um *software* de mineração de dados, para que estas possam ser realizadas por qualquer pessoa, sem a necessidade de investir na aquisição de licenças ou na contratação de plataformas *online*. Outra abordagem possível seria adotar e comparar funções avançadas de pacotes, aplicativos e consultorias distintas como ferramentas para análise combinada da TRIZ e das citações em patentes.

A TRIZ, como uma teoria complexa, composta por várias leis e métodos, pode se tornar uma análise simplificada e adaptada para apoiar os exercícios de prospectiva e fornecer uma compreensão básica de um campo de tecnologia, a partir da perspectiva das patentes. A

análise de citações posteriores pode ser usada para reduzir significativamente o volume de dados e concentrar esforços em patentes mais relevantes.

Uma das recomendações para a análise da TRIZ é não restringir o método de busca usando palavras-chave padrão ou classificações como o CIP, para evitar ignorar soluções relevantes e esclarecedoras de outros campos do conhecimento (LIANG *et al.*, 2008). Aceitamos esta restrição, tendo em mente que o foco da análise foi recuperar documentos relacionados a soluções de biotecnologia para a saúde humana. Mesmo assim, observamos a influência de outros campos tecnológicos relacionados, como ciência de polímeros e energia e combustíveis.

Embora a suposição básica de uma correlação direta entre a contagem de citações posteriores e a classificação de nível inventivo de TRIZ não pudesse ser sustentada, a hipótese inicial de um resultado positivo da combinação desses filtros foi demonstrada.

Neste trabalho, a análise de patentes foi realizada adotando uma metodologia menos automatizada, mais simples, porém informativa, que recuperou informações tecnológicas relevantes e qualificadas. A lista robusta de patentes resultante da aplicação desse método pode fornecer informações essenciais sobre as principais tendências tecnológicas, titulares, datas de expiração e nichos de livre operação, por exemplo, sem uma quantidade esmagadora de documentos e a necessidade de serviços caros ou de difícil utilização. O método também pode gerar uma lista inicial para estudos avançados e outras iniciativas de patentometria.

A próxima seção reúne comentários conclusivos e referentes ao impacto e à possibilidade de continuidade desta pesquisa.

6 Conclusões

Conclui-se, a partir dos resultados obtidos e das observações realizadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, que:

- A estratégia de busca, utilizando códigos CIP genéricos, possibilitou acessar patentes relevantes de produtos e processos biotecnológicos aplicados à saúde humana, representando as grandes invenções descritas nos últimos 35 anos;
- A análise, à luz da TRIZ, permitiu identificar padrões comuns e específicos das invenções que originaram estas patentes, bem como tendências de evolução das tecnologias descritas e formas diversas de solucionar gargalos técnicos comuns da área;
- O nível de inventividade e o número de citações posteriores são indicadores importantes no que diz respeito ao valor tecnológico de uma patente, apesar de não estarem diretamente correlacionados;
- Mesmo em um grupo de patentes concedidas com alto valor (poder, potencial de expansão, velocidade de difusão tecnológica) há invenções com diferentes graus de inovação;
- É possível realizar uma análise patentométrica atrelada à uma análise TRIZ a partir de ferramentas computadorizadas simples e gratuitas e de um mínimo de funcionalidades de ferramentas de mineração de textos pagas;
- As nuvens de palavras geradas a partir de títulos, resumos e combinações de usos/vantagens das patentes resultam em uma lista de termos que podem ser utilizados como palavras-chave em estratégias de busca, pois refletem a base, natureza, ou aplicação das invenções;
- O esquema resumido de aplicação do método de análise proposto facilita sua adoção em estudos semelhantes, combinando TRIZ e citações posteriores;
- No grupo de patentes selecionadas, representantes da área da biotecnologia moderna aplicada à saúde humana, mais especificamente ao mercado diagnóstico, as tendências evolutivas são: compartimentalização, automação, miniaturização, paralelismo e evolução para aquisição de funcionalidades novas ou adicionais;

- É possível organizar, de forma simplificada, a busca sistemática por informações de caráter estratégico para uma organização, que auxiliem na identificação de tecnologias-chave, emergentes e tendências tecnológicas, solução de gargalos tecnológicos, desenvolvimento de novos produtos, serviços, negócios e mercados;
- As informações reunidas ao aplicar o método sugerido podem dar suporte ao processo de decisão relacionado a tecnologias promissoras, ou seja, formulação da estratégia relacionada à exploração e apropriação de tecnologias e à alocação racional de recursos em P&D;
- De forma complementar, resultados de estudos que utilizem o método proposto podem apoiar os processos de planejamento estratégico corporativo, bem como ações de gestão do conhecimento, de portfólio, da inovação, de competências, identificação de possibilidades de negócios e parcerias.

6.1 Perspectivas e possíveis desdobramentos

Diante do exposto, o primeiro desdobramento esperado para este trabalho é a adoção deste modelo em uma ICT e a posterior verificação do desempenho das iniciativas de PD&I, visando constatar a concretização do seu potencial na capacitação de organizações para atuar como indutoras e condutoras de transformações tecnológicas relevantes para o setor.

Não foi objeto deste trabalho afirmar o percentual de inovações patenteadas que ultrapassaram a transição tecnológica. Um segundo desdobramento possível deste trabalho seria verificar quais tecnologias descritas nos documentos analisados se transformaram em operações comerciais, o número de produtos lançados, seu impacto mercadológico, quantas parcerias de sucesso foram originadas a partir dessas patentes.

Em se tratando de seu pronunciado viés inventivo, ou seja, do desvio do foco no mercado, a aplicação da TRIZ pode ser aprimorada a partir de uma análise que incorpore apenas as patentes de produtos comercializados, ou seja, das invenções que foram completamente traduzidas em inovações e absorvidas pela indústria.

Entretanto, como *trade-off*, podem ser excluídos documentos que revelam princípios com alto grau de inventividade, mas que não tiveram sua aplicação industrial eficientemente explorada ou desenvolvida, mas que ainda assim podem contribuir significativamente para o corpo do conhecimento dentro e fora de determinada área.

Outra extensão potencial para o presente trabalho seria a análise dos 22.028 documentos, do conjunto original de patentes recuperadas, que não receberam nenhuma citação posterior,.

Esta análise teria o objetivo de identificar tecnologias emergentes, recentemente descritas em patentes, e a possibilidade de surgimento de novos campos do conhecimento (as chamadas *long waves* tecnológicas), que possam sugerir mudanças significativas nas estratégias e prioridades de C&T.

6.2 Considerações finais

A revisão bibliográfica sobre a TRIZ recuperou aplicações distintas e criativas e ferramentas auxiliadas por computador. No entanto, não é do nosso conhecimento qualquer estudo combinando ferramentas TRIZ com análise de citação de patentes, a fim de fornecer uma maneira efetiva e esclarecedora de recuperar informações tecnológicas qualificadas.

O trabalho atual poderia superar dificuldades comuns da análise TRIZ, como listas longas e resultados ruidosos. Com um número tão reduzido de documentos a serem analisados, os estudos podem ser realizados de forma fácil e rápida, fornecendo informações tecnológicas relevantes e qualificadas para pesquisas, bem como para gerentes de tecnologia e investidores.

O presente trabalho descreveu os principais padrões e tendências da biotecnologia moderna, mesmo com o uso de uma abordagem metodológica extrema e rigorosa. A partir da análise dos documentos selecionados, pode-se observar que os produtos e processos baseados na biotecnologia são dirigidos principalmente à miniaturização e paralelismo de funções ou reações, e ao uso de síntese, engenharia e síntese de DNA, RNA e proteínas.

O desenvolvimento de biossensores e outras novidades em nanobiotecnologias provou não apenas a interdisciplinaridade da área de biotecnologia, mas também a potencial aplicação de soluções de outras áreas, e vice-versa.

A ciência de polímeros é um dos exemplos mais interessantes, pois o sucesso de muitos dispositivos (genericamente denominados de *microchips*) utilizados na saúde humana, com aplicações de diagnóstico e monitoramento, depende do material usado como substrato, nas camadas de proteção e áreas de ocorrências das interações moleculares e reações químicas.

Com esta pesquisa, buscou-se realizar um trabalho inédito e exequível, que possa contribuir de forma positiva para o corpo do conhecimento da Engenharia de Produção e, mais especificamente, das áreas de gestão da inovação, planejamento estratégico, entre outros.

Como consequência desejada, tal conhecimento pode ser utilizado em ações (isoladas ou integradas) que sirvam para fortalecer as organizações do CEIS no Brasil e, em última instância, do SNIS, por viabilizar a alocação racional de recursos, otimizar esforços em P&D e ampliar a vantagem competitiva.

A inovação precisa e merece ser entendida como um processo de aprendizado, que cria ou consolida a capacidade de inovar. De maneira específica e direta, ao ser utilizada para orientar o desenvolvimento do novo, a TRIZ pode auxiliar na conversão da capacidade tecnológica transformada em resultado de negócio.

Pode, também, ser bastante útil em estudos prospectivos, e promover ou incrementar a flexibilidade da organização frente às mudanças tecnológicas do setor de atuação.

Em estudos de futuro, pode ser usada para monitorar tendências e perspectivas de evolução de tecnologias, antecipar demandas, identificar sinais de mudança e alimentar as redes de inteligência. Finalmente, pode ser usada para identificar oportunidades tecnológicas, localizar competências, fundamentar decisões de investimento, avaliar impactos e, de forma mais ampla, apoiar as atividades de PD&I.

A metodologia proposta pode ser usada como estrutura básica, permitindo que estudantes e outros pesquisadores realizem estudos modestos, porém pertinentes, em áreas ou tecnologias específicas.

A combinação destas informações de análise de patentes como uma ferramenta para a gestão da inovação pode também ser adaptada a outras áreas de conhecimento e ajudar os estudos prospectivos acadêmicos, corporativos e governamentais, por exemplo, melhorando o desempenho da indústria e, finalmente, aumentando o impacto da inovação das iniciativas mundiais de P&D.

Referências Bibliográficas

ABBAS, A.; ZHANG, L.; KHAN, S.U. A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information*. v. 37, pp. 3-13, 2014. DOI: 10.1016/j.wpi.2013.12.006.

ABDI. Estudo de caso: biotecnologia no Brasil. *Sumário Executivo*. ABDI: Brasília. 2012.

ABIFINA – Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas especialidades. *Estratégias para adiar o acesso aos medicamentos no Brasil* [online]. 2016. Disponível em: <www.abifina.org.br/noticias_detalhe.php?not=2804>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

ABRAMS, D.S.; AKCIGIT, U.; POPADAK, J. Patent Value and Citations: Creative Destruction or Strategic Disruption? *Faculty Scholarship*. Paper 498. 2013. Disponível em: <http://scholarship.law.upenn.edu/faculty_scholarship/498>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

ALCACER, J.; GITTELMAN, M.; SAMPAT, B. Applicant and examiner citations in U.S. patents: An overview and analysis. *Research Policy*. v. 38, n. 2, pp. 415-427. 2009. DOI:10.1016/j.respol.2008.12.001.

ALTSHULLER, G. S. ... *And Suddenly the Inventor Appeared*. Detskaya Literatura: Moscow, 1984, 1987, 1989 (em Russo); Technical Innovation Center: Worcester, 1996, (em Inglês).

ALTSHULLER, G. S. *40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation*. Technical Innovation Center: Worcester, 1998.

ALTSHULLER, G.S. *The innovation algorithm*. Second edition. Technical Innovation Center: Worcester, 2007.

ALTUNTAS, S.; DERELI, T.; KUSIAK, A. Forecasting technology success based on patent data. *Technological Forecasting and Social Change*. v. 96, pp. 202–214, 2015. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.03.011.

ANDERSEN, P. D.; RASMUSSEN, B. *Introduction to foresight and foresight processes in practice*. Technology and Innovation Management [apostila]. 2014. Lyngby, Denmark: Denmark Technical University.

ANPEI – Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. MCTI perde quase R\$ 1,5 bilhão do orçamento de 2012. ANPEInews [online] 2012. Disponível em: <<http://anpei.org.br/anpeinews/mcti-perde-quase-r-15-bilhao-do-orcamento-de-2012-2/>>. Acesso em: 17 Abr. 2017.

ANTUNES, A. Inovação e saúde para a economia contemporânea, em: “*As relações entre saúde e desenvolvimento no Brasil*” [seminário]. Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro. 2012.

ANTUNES, A. *Propriedade Industrial e Inovação Inovação na Indústria*. 4º Fórum Regional de Química. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.crq3.org.br/pdfs/Apresentacao_Adelaide_Antunes_4Forum.pdf>. Acesso em: 10 Set. 2013.

BARBOSA, A. P. R.; BOMTEMPO, J. V.; BAETAS, R. B. G. Competências organizacionais para inovar na indústria brasileira de imunobiológicos: um estudo de caso. *Revista Gestão Industrial*. v.4, n.3, pp. 1-21. 2008.

BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY M. Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. *Proceedings of the Third International AAAI Conference on Web and Social Media*. 2009. Disponível em: <<https://gephi.org/publications/gephi-bastian-feb09.pdf>>. Acesso em: 12 Fev. 2017.

BASULTO, D. Patents are a terrible way to measure innovation. In: *Innovations*. The Washington Post [online] July 14, 2015. Disponível em: <<https://www.washingtonpost.com/publ/innovations/wp/2015/07/14/>>. Acesso em: 30 Nov. 2015.

BESSANT, J.; TIDD, J. *Inovação e empreendedorismo*. Porto Alegre: Bookman, 2009.

BIOMINAS - FUNDAÇÃO BIOMINAS BRASIL. Estudo das empresas de Biociências do Brasil 2009. Disponível em: <<http://www.biominas.org.br/download.php?idicod=1>>. Acesso em: 02 Jun. 2015.

BONINO, D.; CIARAMELLA, A.; CORNO, F. Review of the state-of-the-art in patent information and forthcoming evolutions in intelligent patent informatics. *World Patent Information*. v. 32, n. 1, pp. 30-38, 2010. DOI: 10.1016/j.wpi.2009.05.008.

BORUP, M.; BROWN, N.; KONRAD, K.; *et al.* The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*. v. 18, n. 3, pp. 285-298, 2006. DOI: 10.1080/09537320600777002.

BRASIL. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015. *Balço das Atividades Estruturantes 2011*. Brasília: Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI. 2011. Disponível em: <www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. *Política de Propriedade intelectual das instituições científicas e tecnológicas no Brasil: Relatório FORMICT 2012*. Brasília: MCTI. 2013a. 60p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Plano Brasil Maior*. Brasília: MDIC. 2013b. Disponível em: <<http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/conteudo/153>>. Acesso em: 14 Set. 2013.

BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. *Política de Propriedade intelectual das instituições científicas e tecnológicas no Brasil: Relatório FORMICT 2014*. Brasília: MCTI. 2015. 56p.

BREITZMAN, A.F.; MOGEE, M.E. The many applications of patent analysis. *Journal of Information Science*. v. 28, n. 3, pp. 187-205, 2002. DOI: 10.1177/016555150202800302.

BRINN, M.W.; FLEMING, J.M.; HANNAKA, F.M.; *et al.* Investigation of forward citation count as a patent analysis method. In: *Systems and Information Engineering Design Symposium, 2003 IEEE*. Pp. 1-6. 2003. DOI: 10.1109/SIEDS.2003.157996.

CAÑAS, A. J.; HILL, G.; LOTT, J. *Support for constructing knowledge models in CmapTools*. Technical Report No. IHMC CmapTools 2003-02. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition. 2003. Disponível em: <www.pdfsemanticscholar.org>. Acesso em: 12 Nov. 2014.

CANTON, E.; UHLIG, H. Growth and the Cycle: Creative Destruction versus Entrenchment. *Journal of Economics*. v. 69, n. 3, pp. 239-266, 1999. Disponível em: <www.jstor.org/stable/41794718>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

CARVALHO, M. A. *Metodologia IDEATRIZ para ideação de novos produtos*. 2008. 232f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008. 232 p. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS5195-T.pdf>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

CARVALHO, A.C.; JESUS, J.S. A metodologia criativa TRIZ analisada através de um estudo bibliométrico em patentes. *Anais do IV SINGEP*. São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://www.singep.org.br/4singep/resultado/684.pdf>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

CASCINI, G.; RUSSO, D. Computer-aided analysis of patents and search for TRIZ contradictions. *International Journal of Product Development*, v. 4, n. 1-2, pp. 52-67, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJPD.2007.011533>.

CHACUR, M. *Perspectivas e desafios no enfrentamento de doenças perpetuadoras da pobreza*. Simpósio sobre Doenças Negligenciadas. Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2012.

CHANGQING, G.; KEZHENG, H.; FEI, M. Comparison of innovation methodologies and TRIZ. *The Triz Journal*. 2005. Disponível em: <<http://www.triz-journal.com/comparison-innovation-methodologies-triz/>>. Acesso em: 2 Dez. 2014.

CHECHURIN, L.; BORGIANNI, Y. Understanding TRIZ through the review of top cited publications. *Computers in Industry*. v. 82, pp. 119-134, 2016. DOI: 10.1016/j.cWIPond.2016.06.002.

CHRISTENSEN, C. M. *O dilema da inovação: quando as novas tecnologias levam empresas ao fracasso*. São Paulo: M. Books. 2012. 320 p.

CNPQ - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Normas para concessão de bolsas e auxílios. 2017. Disponível em: <http://cnpq.br/projetos-pesquisa/#void>. Acesso em: 19 Jun. 2017.

COOPER, R.G.; KLEINSCHMIDT, E. J. New Products: What Separates Winners from Losers? *Journal of Product Innovation Management*. v. 4, pp. 169-184, 1987. DOI: 10.1111/1540-5885.430169.

CUNHA, V. P. *Análise da gestão de ideias de produtos para apoiar o planejamento da inovação*. 2011. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DAL POZ, M.E.S. Redes de inovação em biotecnologia: genômica e direitos de propriedade industrial. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo. 2006. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000403964>>. Acesso em: 28 Nov. 2015.

DELGADO, I. *Sistemas de saúde e indústria farmacêutica*. Seminário: As relações entre saúde e desenvolvimento no Brasil [seminário]. Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2014.

DIAMOND V. CHAKRABARTY, 447 U.S. 303. No. 79-139. *United States Supreme Court*. 16 de junho de 1980. Disponível em: <https://supreme.justia.com/cases/federal/us/447/303/case.html>>. Acesso em: 28 Out. 2013.

DRUMMOND, I.C.F. 2009. *Avaliação da atividade de patenteamento em biotecnologia no Brasil no período de 1996 a 2007*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 63p. Disponível em: <http://www.pggenetica.icb.ufmg.br/defesas/105M.PDF>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

EISINGER, D.; TSATSARONIS, G.; BUNDSCHUS, M.; *et al.* Automated Patent Categorization and Guided Patent Search using IPC as Inspired by MeSH and PubMed. *Journal of Biomedical Semantics*. v. 4 (Suppl 1): S3. 2013. DOI: 10.1186/2041-1480-4-S1-S3.

EKMEKCI, I.; KOKSAL, M. TRIZ Methodology and an Application Example for Product Development. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. v. 195, pp. 2689–2698. 2015. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.06.481.

EL KERDINI, S.; HOOGE, S. Can strategic foresight and creativity tools be combined? Structuring a conceptual framework for collective exploration of the unknown. *International Product Development Management Conference*, Paris, France. pp.17. 2013. Disponível em: <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00824348/document>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

ELLIS, P.; HEPBURN, G.; OPPENHEIN, C. Studies on patent citation networks. *Journal of Documentation*. V. 34 (Iss. 1), pp. 12–20, 1978. DOI: 10.1108/eb026650.

EMERICK, M.C. (Coord). “Busca: Patentes como fonte de informação tecnológica”. Curso. Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro. 16 – 19 Jul. 2007. [anotações].

EPO – *Escritório Europeu de Patentes* [online]. 2016. Disponível em: <www.european-patent-office.org/espacenet/info/>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

EVENS, R.P.; KAITIN, K.I. The Biotechnology Innovation Machine: A Source of Intelligent Biopharmaceuticals for the Pharma Industry – Mapping Biotechnology’s Success. *Nature Clinical Pharmacology & Therapeutics*. v. 95, n. 5, pp: 528-532. 2014. DOI: 10.1038/clpt.2014.14/.

EXCEL - MICROSOFT® Excel® 2016 MSO (16.0.4456.1003) 32 bits. [S.l.]: Microsoft Corporation, Microsoft Office Professional Plus 2016. Conjunto de programas.

FALLAH, M.H.; FISHMAN, E.; REILLY, R.R. Forward patent citations as predictive measures for diffusion of emerging technologies. *PICMET 2009 Proceedings*. Portland. 2009. DOI: 10.1109/PICMET.2009.5262201.

FARIA, L. *VIII Encontro Nacional de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento* [comunicação pessoal]. 2015. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

FONSECA, M.V.A. Inovação: um novo idioma para a competitividade [apostila]. Disciplina Inovação nas Organizações. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Programa de Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013. 53 p.

FONSECA, B.P.F.; SAMPAIO, R.B.; FONSECA, M.V.A.; *et al.* Co-authorship network analysis in health research: method and potential use. *Health Research Policy and Systems*. v.14, n. 34. 10 p. 2016. DOI 10.1186/s12961-016-0104-5.

FREIRE, I.M. Barreiras na comunicação da informação tecnológica. *Ciência da Informação*. v. 20, n. 1, pp. 51-54, 1991.

GADELHA, C. A. G. O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.8, n.2, pp. 521-535. 2003. DOI: 10.1590/S1413-81232003000200015.

GADELHA, C. A. G. (Coord.). *A dinâmica do sistema produtivo da saúde: inovação e complexo econômico-industrial*. Rio de Janeiro: Fiocruz. 2012. 221p.

GADELHA, C. A. G. *Políticas de saúde, inovação e desenvolvimento*. Seminário: as relações entre saúde e desenvolvimento no Brasil. Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2014.

GADELHA, C.A.G. Bem-estar social como oportunidade de desenvolvimento. Saúde Amanhã. Prospecção Estratégica do Sistema Saúde Brasileiro. Disponível em: <https://saudeamanha.fiocruz.br/bem-estar-social-como-oportunidade-de-desenvolvimento/>. Acesso em: 19 Jun. 2017.

GADELHA, C. A. G.; COSTA, L. S. A dinâmica de inovação e a perspectiva do CEIS para a sustentabilidade estrutural do sistema de saúde brasileiro. IN: A saúde no Brasil em 2030. Volume 5: Desenvolvimento Produtivo e Complexo da Saúde. 2013. Disponível em: <<http://saudeamanha.fiocruz.br/sites/saudeamanha.fiocruz.br/files/publicacoes>>. Acesso em: 07 Dez. 2014.

GEPHI NGO. Gephi v.0.9.1. 2016. Disponível em: <<https://gephi.org>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

GII – GLOBAL INNOVATION INDEX. 2016 Report. Disponível em: <www.globalinnovationindex.org>. Acesso em: 22 Fev. 2017.

GIOVANNETTI, G.T.; JAGGI, G. (eds). *Beyond borders. Biotechnology industry report 2013*. Ernst & Young: San Francisco. 2013.

GLOVER, G.J. The Influence of Market Exclusivity on Drug Availability and Medical Innovations. *The AAPS Journal*. v. 9, n. 3, Article 34, pp. E12-E6. 2007. DOI: 10.1208/aapsj0903034.

GRANDO, N. *A inovação sistemática e os princípios inovativos da TRIZ* [online]. 2014. Disponível em: <<http://neigrando.wordpress.com/2014/01/08/>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

GUERRANTE, R.; RODRIGUES, R. *Oficina de Monitoramento Tecnológico*. [curso]. Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro. 30-31 Out. 2013.

GUIMARÃES, R. Biotecnologia e indústria farmacêutica no Brasil. *Revista eletrônica da ABRASCO*. 2014. Disponível em: <<http://www.abrasco.org.br/site/revistas/revista-ciencia-saude-coletiva/>>. Acesso em: 07 Dez. 2014.

GUIMARÃES, R. Propriedade intelectual no Brasil: uma política em apuros. *Facto*. n. 44, p. 8-10, ano IX. 2015.

HARHOFF, D.; SCHERER, F.; VOPEL, K. Citation, family size, opposition and the value of patent rights. *Research Policy*. v. 1596, pp. 1-21, 2002. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00124-5.

HERNANDEZ, N.V.; SCHMIDT, L.C.; OKUDAN, G.E. Systematic ideation effectiveness study of TRIZ. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, v. 135, n. 10, [101009]. 2013. DOI: 10.1115/1.4024976.

HERRLING, P. Patent sense. *Nature Outlook Neglected Diseases*. v. 449, n. 7159, pp. 174-175. 2007. DOI: 10.1038/449174a.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003*. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202003.pdf>>. Acesso em: 12 Jan. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005*. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202005.pdf>>. Acesso em: 12 Jan. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008*. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202008.pdf>>. Acesso em: 12 Jan. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Inovação 2011*. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>>. Acesso em: 12 Jan. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 02 Jun. 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Inovação 2014*. Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/PUBLICA%C3%87%C3%83%20PINTEC%202014.pdf>>. Acesso em: 12 Jan. 2017.

ILEVBARE, I.; PHAAL, R.; PROBERT, D.; *et al.* Integration of TRIZ and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving. Institute for Manufacturing Report. Centre for Technology Management, University of Cambridge. 2011. 45 p. Disponível em: <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/resources/Roadmapping/triz_dux_trt_phase1_report.pdf>. Acesso em: 30 Set 2015.

ILEVBARE, I.M.; PROBERT, D.; PHAAL, R. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*, v. 33 (Issues 2–3), pp. 30-37. 2013. DOI: 10.1016/j.technovation.2012.11.003.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. *Classificação Internacional de Patentes (IPC)*. Versão 2015.01 [publicação oficial]. 2015. Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

JAFARI, M.; AKHAVAN, P.; ZARGHAMI, H.R.; *et al.* Exploring the effectiveness of inventive principles of TRIZ on developing researchers' innovative capabilities: A case study in an innovative research center. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 24, n. 5, pp. 747–767, 2013. DOI: 10.1108/17410381311327990.

JANNUZZI, A. H. L.; AMORIM, R. C. R.; SOUZA, C. G.; *et al.* Recuperação da informação tecnológica a questão do indexador na classificação internacional de patentes. *XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Porto Alegre, RS, Brasil. 2005. pp. 4773-4780.

JOHANSSON, F. O efeito Medici: *Como realizar descobertas revolucionárias na interseção de ideias, conceitos e culturas*. Rio de Janeiro: BestSeller, 2008. 277p.

KAYSER, V.; GOLUCHOWICZ, K.; BIERWISCH, A. Text mining for technology roadmapping: the strategic value of information. *International Journal of Innovation Management*. v. 18, n. 3. 2014. DOI: 10.1142/S1363919614400040.

KESSELHEIM, A.S.; WANG, B.; AVORN, J. Defining “Innovativeness” in Drug Development: A Systematic Review. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, v. 94, pp. 336–348. 2013. DOI:10.1038/clpt.2013.115.

KRASNOSLOBODTSEV, V.; LANGEVIN, R. Applied TRIZ in High-Tech Industry. *Triz Journal*. 02 Ago. 2006. Disponível em: <<https://triz-journal.com/applied-triz-high-tech3industry/>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

LAMPE, R. Strategic citation. *Review of Economics and Statistics*. v. 94, n. 1, pp. 320-333. 2012. DOI: 10.1162/REST_a_00159.

LEE, C.; CHO, Y.; SEOL, H.; PARK, A. A stochastic patent citation analysis approach to assessing future technological impacts. *Technological Forecasting and Social Change*. v. 79, n. 1, pp. 16-29. 2012. DOI: 10.1016/j.techfore.2011.06.009.

LENHARI, L. C.; LEITE, M. V.; LIZÁRRAGA, M. G. Approach for evaluation and prioritization of a technological idea portfolio supporting the management of an R&D lab of multinational corporation in the Brazilian consumer electronics’ industry. *Proceedings of PICMET ‘14: Infrastructure and Service Integration*. pp. 2626-2635. 2014.

LI, Z.; TATE, D.; LANE, C.; *et al.* A framework for automatic TRIZ level of invention estimation of patents using natural language processing, knowledge-transfer and patent citation metrics. *Computer-Aided Design*. v. 44, pp. 987-1010, 2012. DOI: 10.1016/j.cad.2011.12.006.

LIANG, Y.; TAN, R.; MA, J. Patent analysis with Text Mining for TRIZ. *Proceedings of the 2008 IEEE ICMIT*. Pp. 1147-1151, 2008. DOI: 10.1109/ICMIT.2008.4654531.

LIN, Y.; WANG, H.; WANG, W. Prediction method and empirical study of pharmaceutical industry technology innovation based on TRIZ theory. *2010 International Conference on Management Science and Engineering*. Melbourne. pp. 175-182, 2010. DOI: 10.1109/ICMSE.2010.5719802

LITVIN, S.; PETROV, V.; RUBIN, M.; *et al.* TRIZ body of knowledge. *TRIZ developers summit*. 2007. Disponível em: <<http://triz-summit.ru/em/203941/>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

LOH, L.T.; HE, C.; SHEN, L. Automatic classification of patent documents for TRIZ users. *World Patent Information*. v. 28, pp. 6-13, 2006. DOI: 10.1016/j.wpi.2005.07.007.

MARQUES, C. F. S.; FONSECA, M. V. A. Fontes de informação tecnológica em biotecnologia: variedade, confiabilidade e uso por sistemas de informação, organizações e grupos de pesquisa. *Cadernos de Prospecção*. v.7, n.2, pp.164-177. 2014. DOI: 10.9771/S.CPROSP.2014.007.018.

MENDES, C. D. S. *Prospecção para inovação: estratégia para tomada de decisões*. Palestra do Ciclo de Debates do Sistema Gestec-NIT da Fiocruz. 25 set. 2012. Museu da Vida, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2012.

MICHALKO, M. *Cracking Creativity: The Secrets of Creative Genius*. Berkeley: Ten Speed Press, 2001. 309 p.

MICHEL, J.; BETTELS, B. Patent citation analysis. A closer look at the basic input data from patent search reports. *Scientometrics*. v. 51, pp. 185-201, 2001. DOI: 10.1023/A:1010577030871.

MILES, I. The many faces of foresight. In: Georghiou, L. *et al. The Handbook of Technology Foresight: concepts and practise*, Cheltenham UK: Edward Elgar. 2009. pp. 3-23.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 9. Ed. São Paulo: Hucitec. 2006.

MOEHRLE, M.G. How combinations of TRIZ tools are used in companies – results of a cluster analysis. *R&D Management*. v. 35, n. 3, pp. 285-296, 2005. DOI: 10.1111/j.1467-9310.2005.00390.x.

MOREIRA, A.C. 2005. A propriedade intelectual aplicada à pesquisa e desenvolvimento de plantas e seus derivados: modelo para a análise e solicitação de proteção dos resultados. (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 536 p. Disponível em: <<http://www.ladebio.org.br/resumos/propriedade-intelectual-na-p-e-d-de-plantas-e-derivados/>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

MOREL, C. *Perspectivas e desafios no enfrentamento de doenças perpetuadoras da pobreza*. Simpósio sobre Doenças Negligenciadas. Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2012.

NEWMAN, N. *Vantage point*. Search Technology. 2011. Disponível em: <<https://www.thevantagepoint.com/data/documents/VP%20INTRO%202011.pdf>>. Acesso em: 19 Mar. 2015.

NORONHA, J. C. *Brasil: saúde amanhã*. In: As relações entre saúde e desenvolvimento no Brasil [seminário]. Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2014.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. A framework for biotechnology statistics. *OECD Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators*. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/factbook-2013-en>>. Acesso em: 2 Dez. 2014.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. *Biotechnology Update Internal Co-ordination Group for Biotechnology (ICGB)*. 2013. Disponível em: <www.oecd.org/env/ehs/Biotech_Update_No25_6June2013.pdf>. Acesso em: 2 Dez. 2014.

OGOT, M.; OKUDAN, G.E. Systematic creativity methods in engineering education: a learning styles perspective. *Int. J. Eng. Educ.* v. 22, n. 3, pp. 566-576, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11295/86473>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

OLIVER, E.; COSTA, M.; RICHARDSON, K. Finding the Best Patents – Forward Citation Analysis Still Wins. *IP Watchdog* [online]. 2016. Disponível em: <<http://www.ipwatchdog.com/2016/03/24>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

OLIVEIRA, A. C. D. *Prospecção tecnológica de documentos de patentes*. Oficina ABIFINA – 09 de junho de 2014. Bio-Manguinhos, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2014.

OLIVEIRA, A.R.; MELLO, C.F. Indicadores para a avaliação da produtividade em pesquisa: a opinião dos pesquisadores que concorrem a bolsas do CNPq na área de Biociências. *RBPG*, Brasília, v. 11, n. 25, pp. 657 – 678, 2014. DOI: 10.21713/2358-2332.2014.v11.500.

PEREIRA, J.C.R.; BALTAR, V.T.; MELLO, D.L. Sistema Nacional de Inovação em Saúde: relações entre áreas da ciência e setores econômicos. *Rev. Saúde Pública*, v. 38, n. 1, pp. 1-8, 2004. DOI: 10.1590/S0034-89102004000100001.

PEREZ, C. Microelectronics, long waves, and world structural change: new perspective for developing countries. *World development*, v. 13, n. 3, pp. 441-463, 1985. DOI: 10.1016/0305-750X(85)90140-8.

PETRUZZELLI, A. M.; ROTOLO, D.; ALBINO, V. Determinants of patent citations in Biotechnology: an analysis of patent influence across the industrial and organizational boundaries. *Technological Forecasting and Social Change*. v. 91, pp. 208–221. 2015. DOI:10.1016/j.techfore.2014.02.018.

PIMENTEL, A.R. Considerações sobre TRIZ e sua aplicação no desenvolvimento de software. *Repositório da Universidade Federal do Paraná*. 2009. Disponível em: <<http://www.inf.ufpr.br/andrey/publicações/trizartigo.pdf>>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

PIRES, J.G.C. Metodologia TRIZ uma opção para solução de problemas orientada ao ser humano e estruturada para inovação. *XI Simpósio de excelência em gestão de tecnologia*. Resende, Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/2720384.pdf>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

PORTER, A. L.; DETAMPEL, M. J. Technology opportunities analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 49, pp. 237-255, 1995. DOI: 10.1016/0040-1625(95)00022-3.

PORTER, A.; PALOP, F. Mineração de textos para decisões de gestão de pesquisa e tecnologia – Tech Mining – com a ajuda de software Vantage Point. *3º Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria*. Gramado, RS. 2012. Disponível em: <www.ufrgs.br/ebbc2012/arquivos/workshop-2>. Acesso em: 12 Set 2015.

QUINTELLA, C. M; MEIRA, M.; GUIMARÃES, A.K.; *et al.* Prospecção tecnológica como uma ferramenta aplicada em ciência e tecnologia para se chegar à inovação. *Revista Virtual Química*, v. 3, n. 5, pp. 406–415. 2011. DOI: 10.5935/1984-6835.20110044.

RAMOS, F.R.S. *Parcerias para Desenvolvimento Produtivo como instrumento para promoção do desenvolvimento industrial e capacitação para inovação no Sistema Nacional de Saúde: O Caso de Bio-Manguinhos*. (Monografia de Graduação). Faculdade de Farmácia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

REYMOND, D.; QUONIAM, L. A new patent processing suite for academic and research purpose. *World Patent Information*. v. 47, pp. 40-50, 2016. DOI: 10.1016/j.wpi.2016.10.001.

ROZENFELD, H. *Gestão de Desenvolvimento de Produtos – uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006.

RUOTSALAINEN, L. Data Mining Tools for Technology and Competitive Intelligence. *Espoo 2008*. VTT Tiedotteita. Research Notes 2451. 63 p. Edita Prima Oy: Helsinki. 2008.

RUSSO, D.; MONTECCHI, T.; CARRARA, P. A new patent-based approach for technology mapping in the pharmaceutical domain. *Pharmaceutical Patent Analyst*. v. 2, n. 5, pp. 611-627, 2013. DOI:10.4155/ppa.13.50.

RUSSO, D.; RIZZI, C.; MONTELISCIANI, G. Inventive guidelines for a TRIZ-based eco-design matrix. *Journal of Cleaner Production*, v. 76, pp. 95-105. 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.04.057.

RUSSO, E. Special Report: The birth of biotechnology. *Nature*. v. 421, pp. 456-457. 2003. DOI: 10.1038/nj6921-456a.

SAVRANSKY, S. D. *Engineering of creativity: introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. London: CRC Press. 2000.

SILVERMAN, B.S. *Technological resources and the logic of corporate diversification*. Routledge: London, 2002.

SIQUEIRA, J. O. A Universidade e suas Relações com o Estado e a Sociedade Ciência, Pesquisa e Inovação: Produtos Acadêmicos, Patentes e Distribuição do Resultados. *VII Seminário Nac. – Universidade e suas Relações – Brasília*, 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/jose_siqueira.pdf>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

SOUCHKOV, V. *Accelerate innovation with TRIZ*. ICG Training and Consulting. 2010. Disponível em: <<http://www.xtriz.com/publications/AccelerateInnovationWithTRIZ.pdf>>. Acesso em: 2 Dez. 2014.

SREEBALAJI, V.S.; SARAVANAN R. Development of an Eco-Friendly Electrical Discharge Machine (E-EDM) Using TRIZ Approach. In: Tan R., Cao G., León N. (eds). *Growth and Development of Computer-Aided Innovation*. IFIP Advances in Information and Communication Technology, v. 304. Springer: Berlin, Heidelberg. 2009. DOI: 10.1007/978-3-642-03346-9_26.

STEEN, M. V. *An Introduction to Graph Theory and Complex Networks*. Book-Watermarked, Version January, 2010. Maarten Van Steen: Amsterdam. 300 p.

SUAREZ, F.; LANZOLLA, G. The role of environmental dynamics in building a theory of first-mover advantages. *Academy of Management Review*. v. 32, n. 2, pp. 377-392, 2007. DOI:10.5465/AMR.2007.24349587.

TIGRE, P. *Inovação e saúde na economia contemporânea*. In: As relações entre saúde e desenvolvimento no Brasil [seminário]. Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz: Rio de Janeiro. 2014.

TORRES, R.L. *Capacitação tecnológica na indústria farmacêutica brasileira*. (Tese Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. 212 f. Disponível em: <www.ie.ufrj.br/images/pos-graduacao/ppge/Ricardo_Lobato_Torres_.pdf>. Acesso em: 30 Nov. 2016.

TRAJTENBERG, M. A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations. *RAND Journal of Economics*. v. 21, n. 1, pp. 172-187. 1990. DOI: 10.2307/2555502.

VERGARA, S.V. *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. 14. ed. Rio de Janeiro: Atlas. 2013.

VINCENT, J.F.V.; MANN, D.L. Systematic technology transfer from biology to engineering. *Philos. Trans. R. Soc. A: Math. Phys. Eng. Sci.* v. 360, n. 1791, pp. 159-173, 2002. DOI: 10.1098/rsta.2001.0923.

VOROS, J. A generic foresight process framework. *Foresight*. v. 5, n. 3, pp. 10-21. 2003.

WANG, M.Y.; CHANG, D.S.; KAO, C.H. Identifying technology trends for R&D planning using TRIZ and text mining. *R&D Management*. v. 40, n. 5, pp. 491-509. 2010. DOI: 10.1111/j.1467-9310.2010.00612.x.

WIPO – World Intellectual Property Organization. Patents. 2015. Disponível em: <<http://www.wipo.int/patents/en/>>. Acesso em: 09 Ago. 2016.

ZARDO, C.R.; BASSETO, E.L.; MONTANHA JUNIOR, I.R.; *et al.* O uso da TRIZ durante o desenvolvimento do projeto conceitual de um compactador de lixo para redes de “Fast-Foods”. In: *Congr. Bras. Gestão e Desenv. De Produtos*, 4, 6-8 out. 2003. Anais... Gramado, RS.

ZHANG, L.; LI, L.; LI, T. Patent Mining: A Survey. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*. v. 16, n. 2, pp. 1-19, 2014. DOI: 10.1145/2783702.2783704.

Anexos

Anexo 1 – Artigo publicado: “Fontes de informação tecnológica em biotecnologia: variedade, confiabilidade e uso por sistemas de informação, organizações e grupos de pesquisa”.



164

FONTES DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA EM BIOTECNOLOGIA: VARIEDADE, CONFIABILIDADE E USO POR SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, ORGANIZAÇÕES E GRUPOS DE PESQUISA

Christiane de Fátima Silva Marques^{*}; Marcus Vinícius Araújo Fonseca

*Programa de Engenharia de Produção – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Caixa Postal 68507, CEP 21941-972. Rio de Janeiro, RJ. (*marques.christiane@gmail.com)*

RESUMO

Com sua importância amplamente reconhecida, a informação tecnológica tem sido cada vez mais utilizada por indivíduos e organizações na busca pela competitividade e sustentabilidade das atividades produtivas. Em função disso, a demanda pela informação tecnológica qualificada e objetiva como ferramenta técnica e gerencial tem aumentado consideravelmente nos últimos anos e vem sendo discutida por diversos autores. No presente trabalho buscou-se identificar e apresentar diversas fontes de informação tecnológica disponíveis e relevantes em Biotecnologia, discutir sua tipologia, confiabilidade e alcance, consubstanciar lacunas, bem como reforçar a importância dos serviços de informação no suporte às atividades voltadas à inovação tecnológica neste campo.

Palavras-chave: informação tecnológica; serviços de informação; informação para negócios; biotecnologia.

ABSTRACT

With its widely acknowledged importance, technological information has been increasingly used by individuals and organizations in the search for competitiveness and sustainability of productive activities. As a result, the demand for qualified and objective technological information as a technical and management tool has increased considerably in recent years and has been discussed by several authors. The aim of this study was to identify and present different sources of technological information that are currently available and relevant in Biotechnology, discussing their typology, reliability and extent, substantiate gaps, as well as to reinforce the importance of information services in the support of the activities related to technological innovation in this field.

Key-words: technological information; information providers; business information; biotechnology.

Área Tecnológica: Biotecnologia

INTRODUÇÃO

Informação tecnológica é o conhecimento que quando aplicado pode favorecer o processo inovador (AGUIAR, 1991). Outra definição remete ao seu papel em facilitar “o processo de tomada de decisões sobre o tipo de tecnologia que mais se adequa à manutenção e à ampliação das atividades nos mercados em que se atua e sobre o desenvolvimento futuro de novos processos e produtos (...), apontando as tendências tecnológicas que tenham impacto significativo na atividade da empresa” (SILVA; FERREIRA; BORGES, 2002).

A informação tecnológica pode ser amplamente utilizada pelas organizações, em nível básico, para entender um problema ou gargalo técnico e identificar possíveis soluções. Pode ser aplicada ainda, não somente em nível operacional, para dar apoio às iniciativas de aperfeiçoamento de produtos e processos e de aumento da qualidade e produtividade, mas também em nível estratégico, para alimentar o planejamento estratégico tecnológico, subsidiando a tomada de decisões, especialmente aquelas relacionadas à ampliação da capacidade tecnológica (SILVA; FERREIRA; BORGES, 2002; ROZADOS, 2006).

Apesar de “os conceitos de informação científica e informação tecnológica estarem intimamente ligados (ROZADOS, 2006)”, é importante verificar que a apresentação da informação e as formas de utilizá-la são essencialmente distintas entre profissionais das áreas científica e tecnológica, industrial ou de negócios.

Muitas vezes, a informação é disponibilizada de forma mais adequada e palatável para pesquisadores, dificultando seu uso por técnicos e gestores e reduzindo a proporção de informações efetivamente úteis.

Em plena era do Big Data, outra questão relevante é a quantidade de informação tecnológica disponível.

Este volume significativo de informações geradas por diferentes fontes, exige uma ampla capacidade de busca, armazenamento, interpretação e recuperação, que possibilite o uso adequado de informações confiáveis, gerando conhecimento e fomentando inovações que tenham impacto positivo na vida em sociedade. Entretanto, apesar desse volume de informações estar dobrando a cada dois anos (MCAFEE, 2012), a questão da quantidade e variedade de informações é antiga.

Já nos anos 70, uma ampla variedade de fontes de informação tecnológica podia ser acessada em bibliotecas, unidades de informação e outros grupos locais formalmente organizados (SOUZA; BORGES, 1996).

Estes serviços de informação se desenvolveram para atender novas demandas resultantes do crescimento industrial e econômico (ROZADOS, 2006). As diversas fontes de informação, geralmente institucionais, se transformaram então em centrais de informação de valor agregado, com serviços pagos, atrativos e muitas vezes disponibilizados em redes (CAMPBELL, 1981). Mais tarde, investimentos em serviços de alto valor agregado (tais como prospecção tecnológica e consulta técnica) capacitaram esses serviços de informação a prover informações tecnológicas para negócios, em atendimento à dinâmica dos setores industrial e empresarial (SOUZA; BORGES, 1996).

Com o advento da World Wide Web, diversos instrumentos foram desenvolvidos para realizar buscas nos sistemas eletrônicos de informação, atrelados ao uso de inteligência artificial voltada ao tratamento e organização da informação (LIMA, 2003). Isso ampliou o uso de ferramentas de busca e facilitou o encontro entre a necessidade de um usuário (pergunta) e a informação armazenada em

bases de dados (resposta). Neste contexto, um serviço de informação moderno deve ser eficiente em garantir acesso a qualquer documento ou informação contida no universo da literatura aos seus clientes e usuários (UNISIST, 1978 APUD ROZADOS, 2006).

Entretanto, apesar de as fontes de informação não estarem mais confinadas em bibliotecas, mas sim amplamente disponíveis em bases de dados *online* e redes computadorizadas, é quase impossível a um serviço de informação disponibilizar toda e qualquer informação sobre uma determinada tecnologia. Isso se caracteriza como um paradoxo nos dias atuais, em que um volume enorme de informações se torna rapidamente disponível, mas sem a sua percepção e adequada internalização torna-se impossível gerar inovações tecnológicas, tão necessárias para a sustentabilidade, desenvolvimento econômico e geração de emprego e renda.

É conhecida a pouca inclinação das empresas nacionais em inovar e investir em pesquisa e desenvolvimento. Esta característica tem sido parcialmente atribuída à falta de acesso e de habilidade no uso de informações técnicas e mercadológicas (MARCOVITCH, 1983; IBGE, 2000; SUGAHARA; JANNUZZI, 2005) e parcialmente em função da priorização do uso de outras fontes de informação no desenvolvimento das atividades da empresa, que não aquelas oriundas dos seus departamentos de P&D, de universidades, institutos de pesquisa, patentes e outras.

Sugahara e Jannuzzi (2005) reforçam em seu trabalho a hipótese de que “*a habilidade para inovar é influenciada pela capacidade de as empresas absorverem e combinarem informações variadas de fontes internas e externas*”. Um pouco mais adiante, traduz a questão da interseção dos conhecimentos contribuindo para inovações no mundo moderno. O autor teoriza que a combinação de conceitos e fontes de informação de diferentes campos do conhecimento podem gerar ideias que extrapolam fronteiras e resultam em grandes inovações.

No campo da Biotecnologia, a disponibilidade, diversidade e qualidade da informação tecnológica é ainda mais crítica, diante do dinamismo do setor e da necessidade de integrar e interpretar informações de diversas fontes para que possam ser convertidas em inovações que tragam benefícios aos indivíduos, sociedades e ao meio ambiente.

Essa vasta área do conhecimento agrega várias linhas de pesquisa científica visando a produção de bens e serviços. De forma rápida, intensa e fortemente baseada em conhecimento, inúmeros negócios de base tecnológica são gerados, não raramente com elevado valor agregado, em setores como Saúde e Agropecuária.

Diante das diversas possibilidades de aplicação da Biotecnologia moderna, do caráter multidisciplinar dos projetos desse setor e da existência de numerosos grupos atuantes, além do ambiente bastante regulado, tornam-se evidentes as necessidades de: a) Construção coletiva de conhecimento; b) Gestão das fontes de informação tecnológica e c) Disponibilização e uso das informações confiáveis, possibilitando a otimização de recursos para obtenção dos melhores resultados (produtos e serviços) para a sociedade.

O presente trabalho pretende abordar a diversidade de fontes de informação nacionais na área biotecnológica, sua criticidade para o sucesso de projetos nesse campo, bem como o papel fundamental dos serviços de informação apoiando iniciativas de inovação em Biotecnologia.

METODOLOGIA

O referencial teórico sobre informação tecnológica usado no presente trabalho foi obtido a partir de uma revisão da literatura e no uso de ferramentas eletrônicas de busca textual, utilizando variações do termo “fonte de informação tecnológica em biotecnologia”, nas línguas Portuguesa e Inglesa. A identificação de fontes nacionais de informação tecnológica em Biotecnologia baseou-se em uma varredura bibliográfica realizada nos sítios Web of Knowledge e Google Acadêmico, na experiência profissional dos autores e na Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC; IBGE, 2000). Não foi utilizado nenhum software específico para tratamento dos dados obtidos nas buscas realizadas nessa pesquisa.

De forma complementar foram abordadas questões relacionadas à classificação dessas fontes, sua confiabilidade e alcance em relação aos serviços de informação do setor. Ainda que de maneira breve, ao longo do texto são apresentadas formas de utilização da informação tecnológica no ambiente produtivo e uma análise crítica sobre sua importância para o processo de inovação em Biotecnologia, na tentativa de subsidiar algumas proposições para a realização de estudos futuros. Dessa forma, o presente trabalho se constitui em uma pesquisa básica quanto a sua natureza, de objetivo exploratório e de abordagem qualitativa, baseada em levantamento bibliográfico (VERGARA, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método adotado pela PINTEC (IBGE, 2000) classifica as fontes de informação como internas e externas. As fontes de informação internas são provenientes do departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), ou de outros departamentos da empresa. Apesar de haver pouco esforço institucional para potencializar e profissionalizar o uso de informações geradas pela P&D, em geral, empresas de caráter inovador dão muita importância às informações dessa fonte (SUGAHARA; JANNUZZI, 2005).

As fontes de informação externas podem ser oriundas de: a) Outras empresas do mesmo grupo, fornecedores, clientes ou consumidores, concorrentes, empresas de consultoria, identificadas como fontes, ligadas às atividades de mercado; b) Universidades e institutos de pesquisa, centros de capacitação profissional e assistência técnica, instituições de testes, ensaios e certificações, licenças, patentes e *know-how* (fontes especializadas e institucionais); c) Conferências, encontros e publicações especializadas, feiras e exposições e redes de informação computadorizadas, identificadas como fontes de caráter profissional (SUGAHARA; JANNUZZI, 2005).

A análise da série histórica da PINTEC é limitada pelo recorte da pesquisa, que apenas a partir de 2005 ampliou os setores contemplados. Nesse ano, a PINTEC passou a separar os dados da indústria extrativista e de transformação, dos dados oriundos do setor de serviços (Telecomunicações, Informática e P&D) (IBGE, 2005). Entretanto, é possível observar que na indústria em geral a principal fonte de informação interna são outras áreas da empresa, que não estão diretamente envolvidas com P&D (Figura 1), situação inversa à do setor de serviços baseados em P&D (Figura 2).

A Figura 1 mostra a série histórica dos resultados da PINTEC sobre o percentual de empresas dos setores extrativista e de transformação que utilizam fontes de informação apontadas como importantes para a inovação.

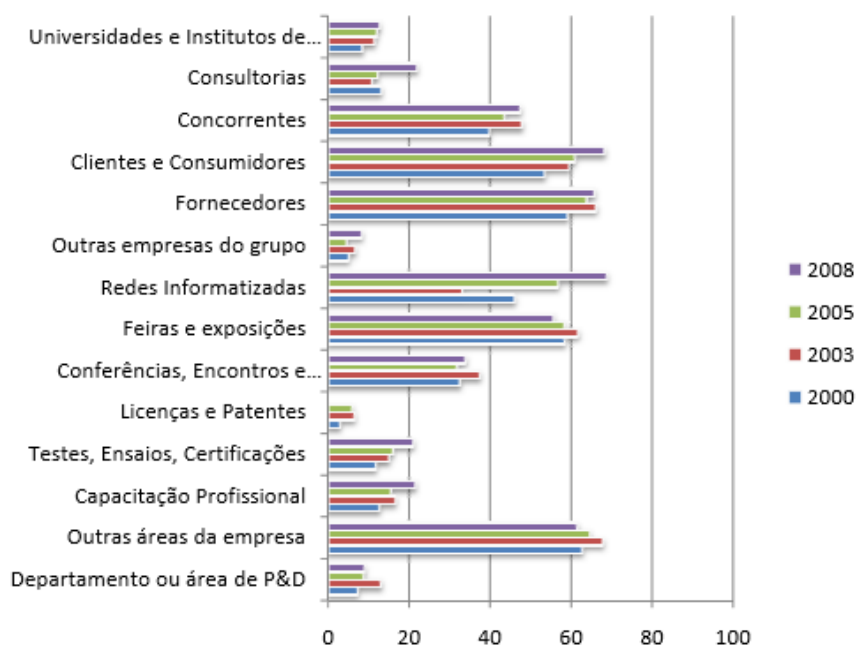


Figura 1: Série histórica dos resultados da PINTEC sobre o percentual de empresas dos setores extrativista e de transformação. Adaptado de IBGE, 2000; IBGE, 2003; IBGE, 2005 e IBGE, 2008. Fonte: Autoria própria, 2013.

A Figura 2 apresenta a série histórica dos resultados da PINTEC sobre o percentual de empresas prestadoras de serviços baseados em P&D que utilizam fontes de informação apontadas como importantes para a inovação.

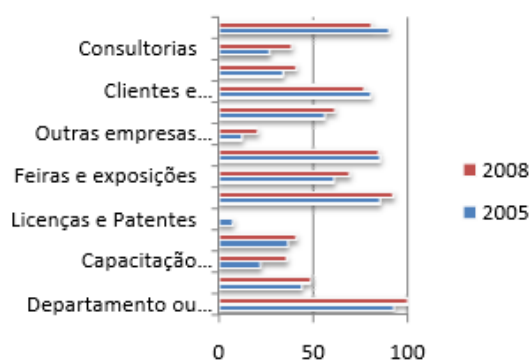


Figura 2: Série histórica dos resultados da PINTEC sobre o percentual de empresas prestadoras de serviços baseados em P&D. Adaptado de IBGE, 2005 e IBGE, 2008. Fonte: Autoria própria, 2013.

Quanto às fontes externas de informação relevantes para o processo inovador nas organizações pesquisadas, é interessante notar a inserção recente das redes informatizadas no grupo das quatro fontes mais relevantes para a indústria em geral, junto com os clientes, fornecedores, feiras e exposições (Figura 1). No setor de P&D, este grupo é composto pelo conjunto conferências, encontros e publicações, seguido pelas redes informatizadas, universidades e institutos de pesquisa e clientes (Figura 2). É importante notar a pouca representatividade dos documentos de patentes, licenças e acordos para transferência de *know-how* em ambos os grupos.

Em relação à apropriação da informação para introdução de inovações no mercado, a série histórica da PINTEC mostra um aumento na taxa de inovação das organizações avaliadas, exceto pelo setor de serviços, como demonstra a Figura 3, para o qual se observa uma queda de 57% para 46,5% entre 2005 e 2008 (IBGE 2005; IBGE 2008). Cabe destacar que a taxa de inovação é diretamente proporcional ao tamanho (número de funcionários) das empresas em qualquer recorte temporal que se faça.

A Figura 3 representa a Série histórica dos resultados da PINTEC sobre taxa de inovação das empresas dos setores industrial e de serviços, calculada em função do número de produtos e processos novos ou substancialmente aprimorados introduzidos no mercado pelas organizações durante o período de abrangência de cada edição da pesquisa.

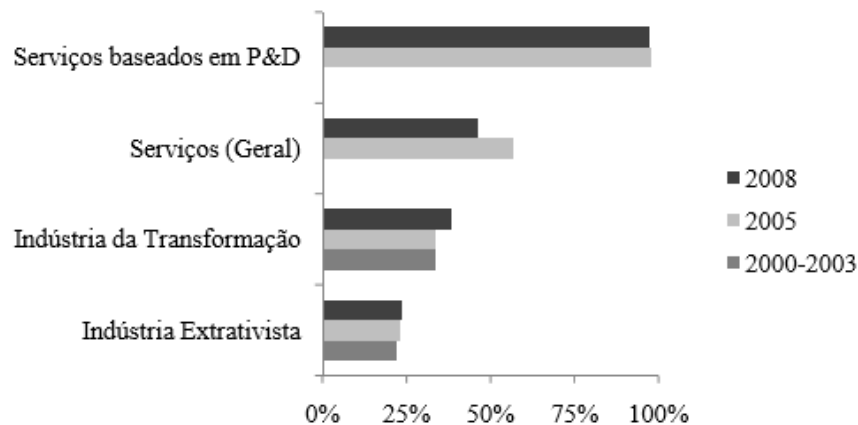


Figura 3: Série histórica dos resultados da PINTEC sobre taxa de inovação. Adaptado de IBGE, 2005 e IBGE, 2008.

Considerando o universo das empresas de serviços baseados em P&D, a PINTEC destaca a absoluta importância atribuída às atividades inovadoras nestas organizações e o elevado dispêndio em atividades de P&D internas (66,7%) quando comparado aos outros setores avaliados: 0,62% na indústria geral e 0,93% no setor de serviços de telecomunicações e informática (IBGE, 2008).

As empresas que atuam do campo da Biotecnologia são representadas na PINTEC não somente pelo setor de serviços baseados em P&D, mas também pelas indústrias de transformação envolvidas na produção de biocombustíveis e produtos farmacêuticos, por exemplo. Nessas organizações, a taxa de inovação é consideravelmente maior que a média da indústria da transformação (38,4%), chegando a patamares de 46% e 63,7%, respectivamente nos exemplos citados (IBGE, 2008).

Da última PINTEC (IBGE, 2008), também se destaca a marginal importância conferida pelo setor industrial aos institutos de pesquisa e centros tecnológicos (IP&CT), universidades e centros de ensino superior (UCES) como fontes de informação tecnológica. Isso é evidenciado ao comparar o percentual de empresas que conferem alta ou média importância a essas fontes de informação na indústria (12% para IP&CT e 13,4% para UCES) e no setor de serviços em P&D (74,4% para IP&CT e 87,2% para UCES); que estabelecem redes de cooperação com IP&CT e UCES (10,1% e 92,3%); e que reconhecem a contribuição desses parceiros para suas atividades inovadoras (29,5% e 97,2%, no setor industrial e no setor de serviços de P&D, respectivamente).

Kruglianskas e Gomes (2007) também verificaram o uso das fontes de informação tecnológica apontadas pela pesquisa do IBGE por grandes empresas brasileiras inovadoras, destacando ainda as redes de relacionamento, de informação (bancos de dados virtuais) e comunidades de prática, utilizadas com alta, média e baixa intensidade, respectivamente. Esse levantamento mostra ainda que há uma tendência de aumento do uso das fontes de informação externas à organização pelas organizações de grande porte.

Considerando e ampliando a classificação das fontes de informação adotada pela PINTEC (IBGE, 2000 e 2008), foram identificadas diversas fontes de informação tecnológica nacionais relevantes em Biotecnologia (Tabela 1), disponíveis mais ampla ou restritamente aos usuários interessados. Essa análise não considerou as bases virtuais de busca e acesso a publicações técnicas e científicas, tradicionalmente utilizadas na busca por conceitos, aplicações e soluções técnicas.

Tabela 1 – Fontes de informação tecnológica relevantes em Biotecnologia.

INTERNAS
Departamento ou área de P&D
Outros departamentos e áreas da organização
EXTERNAS
Mercadológicas: Outras empresas do grupo, fornecedores, clientes e consumidores, concorrentes, consultorias.
Institucionais e Especializadas: Universidades e outras instituições de ensino superior, institutos de pesquisa, a exemplo da EMBRAPA, centros de capacitação profissional e de assistência técnica, institutos de testes, ensaios e certificações, especial representação do INMETRO, licenças, patentes e contratos de transferência de tecnologia e/ou de <i>know-how</i> , agências regulatórias (ANVISA) e de fomento (FINEP, FAP, CNPq, BNDES).
Profissionais: Conferências, encontros, publicações científicas, feiras e exposições, redes informatizadas.
Virtuais: Redes de relacionamento, de informação (bancos de dados), comunidades de prática, portais da inovação.

A primeira fonte a ser abordada são os documentos de patentes. Apesar de classificadas no grupo das fontes especializadas pela PINTEC, as patentes merecem um destaque especial no contexto biotecnológico. Segundo Macedo (2001), o sistema de patentes “*fornece o alicerce para a reunião, a classificação e a disseminação de informação tecnológica*” e pode contribuir para o processo

decisório, ajudando a antecipar ações da concorrência e a direcionar os investimentos em P&D a serem feitos (MACEDO, 2001 APUD JANNUZZI; AMORIM; SOUZA; NEVES, 2005), de forma a conciliar a trajetória da tecnologia com a trajetória tecnológica da organização.

Documentos de patentes permitem acesso às principais tecnologias, atores mais atuantes no setor e seus parceiros tecnológicos, distribuição geográfica dos pedidos e patentes concedidas, possibilitando visualizar a evolução temporal dos pedidos de patente por tema, empresa/pesquisador e país (THEOTONIO, 2012).

Os estudos a partir de patentes possibilitam o mapeamento da evolução de tecnologias ao longo do tempo, identificação de tecnologias emergentes, rastreamento de competências tecnológicas (*core business*), avaliação do grau de difusão de uma tecnologia através das citações, identificação de atores no mercado e também os novos entrantes, potenciais rotas para aperfeiçoamentos em produtos e processos existentes; monitoramento de concorrentes e de mudanças na estratégia de P&D e antecipar movimentos de empresas e/ou países.

Considerando o campo de atuação do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), outras fontes de informação tecnológica incluem: a) A base de dados da Diretoria de Contratos, Indicações Geográficas e Registros (DICIG), que disponibiliza informações sobre contratos e processos de transferência, contendo conhecimento científico, técnico, econômico e cultural necessários à conversão de conceitos e procedimentos em bens e serviços (FREIRE, 1991); b) O Programa de Fornecimento Automático de Informação (PROFINT), que municia mensalmente empresas cadastradas com folhas de rosto de documentos de patente nas áreas de seu interesse, à medida que tais documentos são publicados, mantendo-as atualizadas com os últimos avanços tecnológicos em sua área de atuação a um custo relativamente baixo (THEOTONIO, 2012); c) O Observatório Tecnológico (OBTEC), que realiza estudos de monitoramento setorial do desenvolvimento tecnológico mundial, priorizando tecnologias estratégicas para a indústria brasileira. O OBTEC usa a informação de propriedade industrial a favor do desenvolvimento econômico, permitindo a utilização de tecnologias disponíveis (não protegidas) no país (ANTUNES, 2013).

Em relação a outras fontes de informação institucionais, destacam-se o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) que atua de forma direta na organização das fontes de informação tecnológica e oferecendo serviços especializados (IBICT, 2013), ferramentas, metodologias, estatísticas e indicadores de desempenho. No campo da biotecnologia, nesta categoria destacam-se ainda: 1) A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que atua fortemente na avaliação de novos produtos e tecnologias com fins de registro para comercialização e uso no país, mantendo um sistema de gestão do conhecimento para suportar suas atividades (ANVISA, 2012); 2) O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que por meio de sua diretoria de Inovação e Tecnologia visa fortalecer a competitividade e colaborar na solução de gargalos tecnológicos e realiza monitoramento e prospecção tecnológica (INMETRO, 2012); 3) A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, uma das maiores empresas estatais de Biotecnologia do mundo, que por meio das unidades de negócio Recursos Genéticos & Biotecnologia e Informação Tecnológica, atua no setor de forma expressiva e disponibiliza em seu portal diversas informações de conteúdo tecnológico (EMBRAPA, 2013).

Os editais de agências de fomento são também uma tímida, mas poderosa fonte de informação científica e tecnológica que merece destaque especial na área da Biotecnologia. Editais voltados à inovação e estruturação da tecnologia da informação para atendimento de demandas tecnológicas e capacitação nacional, a exemplo do Inova Empresa (FINEP, 2013), das Fundações de Apoio à Pesquisa (FAP), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES) sinalizam, em seu conteúdo e em seus resultados, tendências e grupos importantes no desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Na categoria das fontes de informação tecnológica virtuais, destacam-se os famosos portais da inovação, cada vez mais numerosos, que oferecem serviços simples, do tipo mala direta, ou clipagem (*clipping*), para frequentadores eventuais. Esses sítios da internet mantêm ainda uma ampla agenda de eventos de divulgação e capacitação na área de informação tecnológica. Cabe destacar, a título de exemplo, o Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB), que torna disponíveis informações técnicas e científicas geradas a partir de estudos (no Brasil e no mundo) e divulga posicionamentos de cientistas sobre Biotecnologia. Sua forma de atuação inclui o desenvolvimento de produtos de comunicação para diversos públicos, incluindo informações técnico-científicas sobre Biotecnologia, seus benefícios e aplicações (CIB, 2013).

A informação tecnológica é o insumo central do sistema de criação do conhecimento organizacional postulado por Choo (1998) e desdobrado por Castro (1999), um processo contínuo e essencial na busca por vantagem competitiva. O processo central de codificação e transferência do conhecimento por meio de informação tecnológica está nas pessoas e na forma como coletam, geram, organizam, classificam, codificam, publicam, divulgam, buscam e utilizam essas informações. Seu grande valor está na possibilidade e capacidade de um usuário em gerar conhecimento e aplicá-lo de forma prática na resolução de problemas, atendendo necessidades específicas, eliminando restrições ou limitações, introduzindo novas possibilidades e oportunidades.

É crescente e notável a necessidade de sistemas que forneçam informação útil, confiável, pertinente e sintética, de grande valor agregado. De acordo com o que foi abordado no presente trabalho, isso inclui, além das diversas informações coletadas no ambiente externo, aquelas geradas dentro da organização.

Instrumentos de coleta e de análise devem contribuir para geração e disponibilização de informação confiável, que tenha sido validada por significado e contexto, que realmente sejam determinantes para o sucesso das escolhas estratégicas feitas com base neste conjunto de informações. Os serviços de informação tecnológica são responsáveis por buscar, identificar, coletar ou adquirir, organizar, processar, disponibilizar e disseminar informações para pesquisadores, gestores, tecnólogos e outros profissionais, gerando conhecimentos construídos coletivamente que possam contribuir com o processo de inovação, em todas as suas etapas, desde a concepção ao pós-vendas, tendo como pilares a objetividade, qualidade, eficiência e eficácia (ROZADOS, 2006).

Apesar de um pouco mais restritos no Brasil, há uma ampla oferta de diversos serviços de informação disponíveis física ou virtualmente aos usuários locais. Estes devem estar totalmente focados na geração e oferta de informação qualificada, oportuna, subsidiando adequadamente os processos de suporte à inovação e à sua gestão, sem deixar de estarem atentos às normas internacionais gerais referentes à prestação de serviços de qualidade e às normas específicas de cada setor que pretende atender.

Em função de tudo que foi apresentado, a proatividade também é uma característica importante e cada vez mais comum aos serviços de informação tecnológica, que passam a ofertar mecanismos de alerta sobre informações de interesse para usuários cadastrados. Torna-se essencial a disponibilidade de serviços de informação, ocupados por profissionais de formação interdisciplinar, com um portfólio amplo, que inclui desde a tradicional busca bibliográfica e as pesquisas sobre licenças e patentes, até estudos de diversificação, técnicos e econômicos e pareceres de mercado e monitoramento tecnológico, passando por levantamento do estado da arte de uma tecnologia, de

respostas técnicas específicas a consultas sobre tecnologias e mercados, treinamentos, assistência e consultorias (ROZADOS, 2006).

Outra questão de relevância nesse trabalho é a confiabilidade das fontes de informação aqui abordadas. Uma informação é considerada confiável quando origina de uma fonte idônea. A forma criteriosa como é verificada, gerada e disponibilizada permite que ela possa fundamentar o processo decisório. Em geral, a confiabilidade reflete a credibilidade tanto do conteúdo quanto da fonte de informação, e está relacionada ao prestígio, respeito, reputação e reconhecimento técnico da fonte, seja ela um autor, grupo de autores, ou uma instituição (OLETO, 2006).

Em um nível mais básico, a triagem de informação em função da sua potencial confiabilidade passa pelo reconhecimento dos autores ou organizações que a geraram, bem como pela consulta de portais que adotam a aplicação de filtros de conteúdo, ofertando a seus usuários maior tranquilidade na apropriação e uso das informações disponibilizadas em seus domínios. Em nível mais avançado, a avaliação da confiabilidade da fonte de informação tecnológica deve ser feita tanto pelo agente de busca (humano) quanto pelo sistema de inteligência artificial empregado, buscando verificar a existência de selos e certificações do conteúdo impresso ou digital.

Com esta revisão da literatura buscou-se reforçar o papel central da informação nos processos de inovação, especialmente em Biotecnologia, incluindo aprendizagem, tomada de decisão, já que ela interfere diretamente nos processos de desenvolvimento científico, tecnológico, industrial, econômico e social, como apontado por Aguiar (1991) e por tantos outros autores posteriormente. O inventário de fontes de informação tecnológica apresentado nesse trabalho (Quadro 1) não tem a pretensão de ser exaustivo, até porque, como foi discutido, quantidade e diversidade não são, necessariamente, indicadores de relevância, qualidade nem aderência do uso das informações.

Um levantamento focalizado em grandes e inovadoras empresas brasileiras identificou 28 diferentes fontes de informação externas à organização. Entretanto, apenas 16 delas foram associadas de forma significativa ao desempenho inovador das organizações, de acordo com a metodologia utilizada pelos autores (KRUGLIANSKAS; GOMES, 2007). Isso indica a necessidade de identificar as fontes que devem ser consideradas com mais cuidado e exploradas mais efetivamente pelas empresas que buscam aumentar sua competitividade com base na inovação. Tais organizações devem ainda gerenciar de forma estratégica tais fontes críticas de informação tecnológica para que possam ser convertidas em bons resultados para os negócios.

Na perspectiva do Big Data (não somente no campo da Biotecnologia), cabem aos usuários e profissionais dos serviços de informação três papéis muito importantes: 1) Definir as funcionalidades dos sistemas de informação que conferem capacidade de busca e armazenamento de dados e que dão suporte ao seu processamento, evitando que se gaste mais tempo na coleta de dados do que na obtenção de resultados a partir deles; 2) Filtrar o grande volume de dados disponíveis das mais variadas fontes, com o intuito de reconhecer as informações tecnológicas que potencialmente serão usadas para fundamentar ou fomentar as inovações. Identificar informações de valor agregado em meio a um universo de outras que parecem dispensáveis é uma habilidade que exige capacitação, experiência, visão crítica e que tende a ser mais bem praticada por profissionais com formação multidisciplinar; 3) Realizar corretamente a alquimia da transformação de dados em informação e em conhecimento. E além de transformar, disseminar. Um excelente recurso a ser utilizado nestas atividades na perspectiva do Big Data é o mapa conceitual.

Amplamente usados como ferramenta de pesquisa informacional, os mapas conceituais são eficazes na tarefa de sintetizar realidades abstrusas em uma representação gráfica da complexa rede de

informações relacionadas ao tópico de interesse. Além disso, mapas conceituais podem detectar ideias comuns, reorganizando a informação que precisa ser comunicada (HALIMI, 2006). Como o conhecimento de alto nível ou de alto valor agregado geralmente está confinado a textos altamente especializados, a ampliação de seu uso pode ser facilitada pela sua organização em mapas conceituais, que podem ainda servir como forma de unificar conhecimentos por traduzir informações relevantes de forma agregada.

A partir do que foi exposto, ficam evidentes os benefícios do uso da informação tecnológica em Biotecnologia, incluindo a criação ou identificação de novas oportunidades nos diversos nichos desse campo. Além disso, a informação tecnológica pode ser amplamente aplicada visando à otimização de esforços e consequente redução de custos, cada vez maiores nas atividades de pesquisa, desenvolvimento e gerenciamento de novos produtos e serviços. Por consequência, a incorporação do uso e da gestão da informação tecnológica pode facilitar a priorização de projetos de base biotecnológica, bem como subsidiar o direcionamento das iniciativas de fomento à inovação dentro do ambiente organizacional. Estes benefícios podem ser apropriados em diferentes níveis para alcançar resultados mais rápidos e efetivos.

CONCLUSÃO

À luz do referencial teórico, esse trabalho enfatiza a importância do uso da informação tecnológica no campo da Biotecnologia e apresenta diversas fontes desse tipo de informação, considerando as características da era do Big Data, em que as informações são geradas com grande velocidade e em grande volume e que precisam ser utilizadas considerando sua qualidade e confiabilidade.

Limitações desse estudo incluem a impossibilidade de cobertura de todas as fontes de informação relevantes em Biotecnologia atualmente disponíveis, especialmente as internacionais, que não foram incluídas neste trabalho em função do recorte metodológico e da intenção de destacar a grande variedade de informações tecnológicas geradas em âmbito nacional. Entretanto, essa limitação pode ser revertida em contribuição, diante da ampla lista de fontes apresentadas, que podem ser inéditas para muitos profissionais dessa e de outras áreas correlatas do conhecimento.

É possível concluir que, mesmo para os sistemas de informação, é tarefa árdua e nada trivial abraçar toda essa gama de informações e processá-la de forma a agregar valor, oferecendo informações objetivas, de qualidade, com eficiência e eficácia, aos clientes e usuários individuais ou institucionais.

Para cumprir esta função, é essencial que os serviços de informação tecnológica trabalhem na dinâmica das áreas do conhecimento, aplicando inteligência humana e artificial na coleta, seleção, combinação e organização dessas informações, de forma que possam efetivamente ser traduzidas em conhecimento útil ao processo inovador.

Finalmente, a argumentação apresentada permite inferir que uma análise criteriosa das informações levantadas sobre determinado assunto deve começar pelos serviços de informação e ser aprofundada e criticamente analisada pelos usuários ou solicitantes destas informações, de forma a convertê-las em uma base para o processo decisório e o planejamento estratégico e tecnológico das organizações.

PERSPECTIVAS

As vantagens e possibilidades dos mapas conceituais os apontam como uma importante ferramenta de gestão da informação, por constituírem uma forma eficaz de difusão e potencialização da construção coletiva. Entretanto, apesar da ampla utilização dos mapas conceituais em diversas áreas do conhecimento, um breve levantamento sobre seu uso em Biotecnologia identificou um número bastante reduzido de construtos. Menos de 30 mapas estão publicados de forma isolada na base de dados do Instituto de Cognição Humana e Artificial da Flórida (ICHM, Disponível em: <http://cmc.ihmc.us/>) e nenhum trabalho foi apresentado nas cinco edições da Conferência Internacional de Mapeamento Conceitual. Da mesma forma, não foi possível localizar nesta base de dados nenhuma publicação fazendo referência a fontes de informação tecnológica em Biotecnologia. Desta forma, parece bastante relevante aprofundar essa temática, identificando os conhecimentos relevantes em cada nicho dentro do universo da Biotecnologia, bem como as principais fontes de informação tecnológica nas quais eles podem ser obtidos. Tais elementos podem ser utilizados na geração de mapas conceituais que, uma vez disponibilizados no ambiente virtual, poderão contribuir com o processo de construção coletiva e de disseminação de conhecimentos em Biotecnologia.

Outros possíveis desdobramentos do presente trabalho incluem uma discussão sobre os mecanismos que podem ser adotados para acelerar o processo de conversão do conhecimento gerado a partir de informações tecnológicas, evitando a obsolescência da informação, diante da velocidade de geração de novas tecnologias e do tempo necessário para organização e disseminação das informações relacionadas. Essas consequências apesar de indesejadas são muito comuns na área biotecnológica, que tem base em grande volume de conteúdo informacional e apresenta evolução rápida e muito dinâmica.

Finalmente, seria interessante abordar a contraposição das atuais restrições legais (de sigilo) que regulamentam algumas fontes de informação tecnológica diante da nova Lei de Acesso à Informação, tendo como foco a forma como essa lei pode contribuir para a inovação no Brasil, especialmente em Biotecnologia, um campo do conhecimento que atende diversos setores produtivos e para o qual todas as atenções estão voltadas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.C. Informação e atividades de desenvolvimento científico, tecnológico e industrial: tipologia proposta com base em análise funcional. **Ciência da Informação**, v. 20, n. 1, p. 7-14, 1991.
- ANTUNES, A. Propriedade Industrial e Inovação na Indústria. In... FÓRUM REGIONAL DE QUÍMICA. 4. 2013. Rio de Janeiro, RJ. 2013. Disponível em: <<http://www.crq3.org.br>>. Acesso em: 10 set. 2013.
- ANVISA. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Relatório de Atividades 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 03 set. 2013.
- BNDES. Banco Nacional Do Desenvolvimento. Fundo Tecnológico. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 05 set. 2013.
- CAMPBELL, M. J. **Business Information services: some aspects of structure organization and problems**. 2a. ed. London: Redwood Burn Ltd, 1981.

CASTRO, M. N. M. **Aprendizagem na organização e novas tecnologias aplicadas à educação à distância: lições de dois estudos de caso em empresas brasileiras.** 1999. 161f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Informação) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Informação da UFMG. Belo Horizonte, MG, 1999.

CHOO, W. C. W. **The knowing organization:** how organizations use information to construct meaning, create knowledge and make decisions. New York: Oxford University, 1998.

CIB. Conselho De Informações Sobre Biotecnologia. Sítio da Internet. Disponível em: <<http://cib.org.br/>>. Acesso em: 03 set. 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Sítio da Internet. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 03 set. 2013.

FINEP. Inova Empresa. Edital publicado no website da agência. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/inovaempresa/>>. Acesso em: 10 set. 2013.

FREIRE, I. M. Barreiras na comunicação da informação tecnológica. **Ciência da Informação**, v. 20, n. 1, p. 51-54, 1991.

HALIMI, S. The concept map as a cognitive tool for specialized information recall. Apud CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D. Eds. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology.* Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. p. 542-549. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial:** inovação tecnológica 2000 (PINTEC). Rio de Janeiro, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial:** inovação tecnológica 2003 (PINTEC). Rio de Janeiro, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial:** inovação tecnológica 2005 (PINTEC). Rio de Janeiro, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial:** inovação tecnológica 2008 (PINTEC). Rio de Janeiro, 2010.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Sítio da Internet. 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/>>. Acesso em: 03 set. 2013.

JANNUZZI, A. H. L.; AMORIM, R. C. R.; SOUZA, C. C.; NEVES, A. M. C. Recuperação da informação tecnológica: a questão do indexador na classificação internacional de patentes. In... ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 25. 2005. Porto Alegre, MG. ABEPRO, 2005.

JANNUZZI, C. A. S. C.; MONTALLI, K. M. L. Informação tecnológica e para negócios no Brasil: introdução a uma discussão conceitual. **Ciência da Informação**, v. 28, n. 1, p. 28-36. 1999.

KRUGLIANSKAS, I.; GOMES, C. M. Management of external sources of technological information and innovation performance in Brazilian large enterprises. PICMET 2007. Proceedings. Portland: PICMET, 2007.

LAUTRÉ, E. O monitoramento informativo: da definição ao conteúdo. **Ciência da Informação**, v. 21, n. 2, p. 132-135. 1992.

LIMA, G. A. B. Interfaces entre ciência da informação e ciência cognitiva. **Ciência da Informação**, v. 32, n. 1, p. 77-87, 2003.

MARCOVITCH, J. **Administração em ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983.

MCAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. Big Data. The Management Revolution. Harvard Business Review. 2012. Disponível em: <<http://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution/ar/1>>. Acesso em: 25 abr. 2013.

OLETO, R. R. Percepção da qualidade da informação. **Ciência da Informação**, v. 35, n. 1, p. 57-62, 2006.

ROZADOS, H. B. F. A informação científica e tecnológica e os serviços de informação. **Informação & Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 49-62, 2006.

SILVA, J. F.; FERREIRA, M. A. T.; BORGES, M. E. N. Análise metodológica dos estudos de necessidades de informação sobre setores industriais brasileiros: proposições. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 129-141, 2002.

SOUZA, T. F. C.; BORGES, M. E. N. Instituições provedoras de informação tecnológica no Brasil: análise do potencial para atuação com informação para negócios. **Ciência da Informação**, v. 25, n. 1), p. 52-58, 1996.

SUGAHARA, C. R.; JANNUZZI, P. M. Estudo do uso de fontes de informação para inovação tecnológica na indústria brasileira. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 1, p. 45-56. 2005.

THEOTONIO, S. B. **O uso da informação tecnológica contida nos documentos de patente - O papel estratégico do INPI**. São Paulo: FIESP, 2012.

VERGARA, S. V. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 14 ed. Rio de Janeiro: Atlas. 2013.

Anexo 2 - Artigo submetido para publicação: "Inovação por um TRIZ: teoria e prática".

perspectivas

em ciência da informação

CAPA SOBRE PÁGINA DO USUÁRIO PESQUISA ATUAL ANTERIORES
NOTÍCIAS

Capa > Usuário > Autor > Submissões > #3137 > Resumo

#3137 SINOPSE

RESUMO AVALIAÇÃO EDIÇÃO

SUBMISSÃO

Autores Christiane Fátima Silva Marques, Marcus Vinicius de Araújo Fonseca
Título Inovação por um TRIZ? Teoria e prática
Documento original 3137-9911-1-SM.DOCX 2017-04-26
Docs. sup. 3137-9912-1-SP.DOCX 2017-04-26 INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR
3137-9913-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9914-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9915-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9916-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9917-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9918-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9919-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9920-1-SP.TIF 2017-04-26
3137-9921-1-SP.TIF 2017-04-26
Submetido por Sra Christiane Fátima Silva Marques
Data de submissão abril 26, 2017 - 11:57
Seção Artigos
Editor PCI Online

SITUAÇÃO

Situação Em avaliação
Iniciado 2017-04-26
Última alteração 2017-04-26

METADADOS DA SUBMISSÃO

EDITAR METADADOS

AUTORES

Nome Christiane Fátima Silva Marques
Instituição/Afiliação Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos (Bio-Manguinhos/Fiocruz)
País Brasil
Resumo da Biografia Graduação em Ciências Biológicas - Bacharelado em Genética, Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000); Mestrado em Biologia Celular e Molecular, Instituto Oswaldo Cruz (2003); Tecnologista em Saúde Pública, do Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos-BIO MANGUINHOS FIOCRUZ; Aluna de Doutorado em Engenharia de Produção, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Contato principal para correspondência.
Nome Marcus Vinicius de Araújo Fonseca
Instituição/Afiliação Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
País —
Resumo da Biografia Doutor em Engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Professor e pesquisador do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

TÍTULO E RESUMO

Título Inovação por um TRIZ? Teoria e prática
Resumo O presente estudo tem por objetivo caracterizar de forma ampla a Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ), tanto do ponto de vista de conceitos teóricos, quanto de áreas

TAMANHO DE FONTE

IDIOMA



CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos

Pesquisar

Procurar

Por Edição

Por Autor

Por título

Outras revistas

PALAVRAS-CHAVE

Análise de citações

Arquivologia

Bibliometria

Biblioteca Biblioteca

universitária

Biblioteconomia

Cientometria

Ciência

da Informação

Estudos de Usuários Fontes

de informação **Gestão da**

Informação **Gestão da**

informação **Gestão do**

Conhecimento

Gestão do

conhecimento

Informação inteligência

Competitiva Ontologia

Ontologias Produção

Científica **Produção**

científica Tesouro

Ajuda do sistema

INFORMAÇÕES

Para leitores

Para Autores

Para Bibliotecários

AUTOR

Submissões

Arquivo (1)

Arquivo (1)

Nova submissão

OPEN JOURNAL SYSTEMS

IDIOMA

Selecione o idioma

Português (Brasil)

Submeter

USUÁRIO

e formas de uso, simples ou combinado da teoria como ferramenta de estímulo à inovação. A partir de um levantamento bibliográfico sobre a teoria são identificadas as principais publicações sobre o tema, permitindo traçar um perfil bibliométrico e destacar iniciativas interessantes sobre a aplicação da teoria. Ao final, faz-se considerações visando contribuir de forma positiva para a divulgação da teoria e disseminar potenciais efeitos benéficos do uso dos conceitos da TRIZ e elementos combinatorios em diferentes dimensões e na formulação de estratégias tecnológicas individuais, setoriais, nacionais ou internacionais.

Logado como:
cmarque2017
Meus periódicos
Perfil
Sair do sistema

INDEXAÇÃO

Área e sub-área do Conhecimento	Ciência da Informação
Palavras-chave	TRIZ; inovação; patentes; prospecção tecnológica
Geo-espacial	—
Cronológica ou histórica	—
Características da amostragem da pesquisa	—
Tipo, método ou ponto de vista	—
Idioma	pt

AGÊNCIAS DE FOMENTO

Agências —
ISSN 1981-5344 (Online)

Revista Perspectivas em Ciência da Informação
Antonio Carlos, 6627 - Pampulha
31270- 901 - Belo Horizonte -MG
Brasil
Tel: (31) 3409-5227



pci@eci.ufmg.br



A Revista Perspectivas em Ciência da Informação está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

IET InspecDirect



WEB OF SCIENCE™



ECI
ESCOLA
DE CIÊNCIA
DA INFORMAÇÃO



SciELO
Scientific Electronic Library Online

<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/author/submission/3137>

26/04/2017

Anexo 3 – Características gerais dos dados recuperados e estratégia de limpeza prévia à análise bibliométrica, segundo critérios e recortes metodológicos adotados no presente estudo.
 Fonte: Elaboração própria.

Estratégia de busca	
Palavra-chave	“TRIZ” em títulos, resumos e palavras-chave dos documentos
Período	1996 a 2016 *
Resultado inicial, por fonte de dados	
Scopus	N = 1799 documentos
Web of Science	N = 1062 documentos
Cobertura da informação recuperada, por campo disponível	
100%	Ano, fonte, tipo de documento e título
99%	Resumo
95%	Autores e países
Ação de limpeza ou agrupamento utilizada	
N	
Documentos	
2.861	Total recuperado inicialmente utilizando “TRIZ” + recorte temporal 1996 a 2016.
2.848	Harmonização dos campos Resumo, Afiliação, Autores, Países, Fonte, Ano, Título, DOI e Tipo de documento; Integração das bases em arquivo único
2.080	Remoção automática de duplicatas, confrontando Título, Ano e Fonte
2.005	Remoção manual de duplicatas, confrontando Título, Ano e Fonte e excluindo erratas.
Autores	
3.343	Total recuperado inicialmente nos 2.005 documentos
2.839	Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> genérico e específico de nomes próprios
Afiliação	
2.557	Total recuperado inicialmente nos 2.005 documentos
2.469	Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> genérico
1.630	Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> específico de nomes institucionais
1.146	Limpeza manual para instituições, excluindo setores, departamentos e outras representações
1.089	Limpeza automatizada com base em <i>thesaurus</i> genérico e complementada por análise manual
Ações da análise de redes de colaboração	
Software usado	
Vantage Point®	Criação da matriz de coocorrência de instituições (afiliação dos autores); exportação
Excel®	Limpeza manual de campos e caracteres indesejados; salvo como .csv
Gephi®	Montagem da rede, utilizando funcionalidades de exclusão de <i>auto-loops</i> ; cálculo do grau médio de centralidade, aplicação do algoritmo de distribuição de Fruchterman-Reingold, ranqueamento na aparência da rede, visualização do componente-gigante e do intervalo de grau para evidenciar colaborações.

*recorte temporal adotado por reunir 99% dos documentos disponíveis nas duas bases utilizadas e igualar período da busca nas duas fontes.

Anexo 4 – Publicações de destaque sobre a TRIZ, considerando autores mais produtivos* e mais citados, complementares à bibliografia do presente trabalho.

INFORMAÇÕES SOBRE A PUBLICAÇÃO	DOI
CASCINI, G.; RUSSO, D. Computer-aided analysis of patents and search for TRIZ contradictions. <i>International Journal of Product Development</i> 2007; 4 (1/2): 52-67.	10.1504/IJPD.2007.011533
CASCINI, G et al. Systematic design through the integration of TRIZ and optimization tools. <i>Procedia Engineering</i> 2011; 9: 674-679.	10.1016/j.proeng.2011.03.154
CAVALLUCCI, D et al. TRIZ and knowledge-based innovation in science and industry. <i>Procedia Engineering</i> 2015; 131: 1-2.	10.1016/j.proeng.2015.12.341
CAVALLUCCI, D.; KHOMENKO, N. From TRIZ to OTSM-TRIZ: addressing complexity challenges in inventive design. <i>International Journal of Product Development</i> 2007; 4 (1/2): 4-21.	10.1504/IJPD.2007.011530
CHAI, K et al. A TRIZ-Based Method for New Service Design. <i>Journal of Service Research</i> 2005; 8 (1): 48 – 66.	10.1177/1094670505276683
JIANG, P et al. Method about patent design around based on function trimming. <i>Journal of Mechanical Engineering</i> 2012; 48 (11): 46-54.	10.3901/JME.2012.11.046
KOBAYASHI, H. A systematic approach to eco-innovative product design based on life cycle planning. <i>Advanced Engineering Informatics</i> 2006; 20 (2): 113-125.	10.1016/j.aei.2005.11.002
LI, T-S.; HUANG, H-H. Applying TRIZ and Fuzzy AHP to develop innovative design for automated manufacturing systems. <i>Expert Systems with Applications</i> 2009; 36: 8302–8312.	10.1016/j.eswa.2008.10.025
LIANG, Y et al. Patent analysis with text mining for TRIZ. <i>Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, ICMIT2008</i> , 1147-1151.	10.1109/ICMIT.2008.4654531
MANN, DL. Better technology forecasting using systematic innovation methods. <i>Technological Forecasting and Social Change</i> 2003; 70(8): 779-795.	10.1016/S0040-1625(02)00357-8
ROUSSELOT, F et al. Towards a formal definition of contradiction in inventive design. <i>Computers in Industry</i> 2012; 63(3): 231-242.	10.1016/j.compind.2012.01.001
RUSSO, D et al. Inventive guidelines for a TRIZ-based eco-design matrix. <i>Journal Of Cleaner Production</i> 2014; 76: 95-105.	10.1016/j.jclepro.2014.04.057
RUSSO, D, et al. FIT: a TRIZ based Failure Identification tool for Product-Service Systems. <i>Product-Service Systems Across Life Cycle</i> <i>Procedia. Conference on Product-Service Systems across Life Cycle</i> 2016; 647: 210-215.	10.1016/j.procir.2016.03.087
RUSSO, D et al. Is TRIZ an Ecodesign Method? <i>Sustainable Design And Manufacturing</i> 2016. <i>Smart Innovation Systems and Technologies. 3rd International Conference on Sustainable Design and Manufacturing (SDM)</i> 2016; 52: 525-535.	10.1007/978-3-319-32098-4_45

INFORMAÇÕES SOBRE A PUBLICAÇÃO	DOI
SAKAO, T. A QFD-centred design methodology for environmentally conscious product design. <i>International Journal of Production Research</i> 2007; 45 (18-19): 4143-4162.	10.1080/00207540701450179
SAKAO, T. A QFD-centred design methodology for environmentally conscious product design. <i>International Journal of Production Research</i> 2007; 45 (18-19): 4143-4162.	10.1080/00207540701450179
STRATTON, R.; WARBURTON, RDH. The strategic integration of agile and lean supply. <i>International Journal of Production Economics</i> 2003; 85 (2): 183-198.	10.1016/S0925-5273(03)00109-9
TAN, RH. Process of two stages Analogy-based Design employing TRIZ. <i>International Journal of Product Development</i> 2007; 4 (1-2): 109-121.	10.1504/IJPD.2007.011537
VINCENT, JFV et al. Biomimetics: its practice and theory. <i>J. R. Soc. Interface</i> 2006; 3: 471-482.	10.1098/rsif.2006.0127
VINCENT, JFV.; MANN, DLP. Systematic technology transfer from biology to engineering. <i>Trans. R. Soc. Lond. A</i> 2002; 360: 159-173.	10.1098/rsta.2001.0923
YAMASHINA, H et al. Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. <i>International Journal of Production Research</i> 2002; 40 (5): 1031-1050.	10.1080/00207540110098490
ZHANG, Y et al. Topic analysis and forecasting for science, technology and innovation: Methodology with a case study focusing on big data research. <i>Technological Forecasting and Social Change</i> 2016; 105: 179-191.	10.1016/j.techfore.2016.01.015
ZHANG, Y et al. Technology roadmapping for competitive technical intelligence. <i>Technological Forecasting and Social Change</i> 2016; 110: 175-186.	10.1016/j.techfore.2015.11.029
ZHANG, YQ et al. Analysis on Methods to Applying TRIZ to Solve Management Innovation Problems. <i>Proceedings of the 21st International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management</i> 2014 2015; 655-658.	10.2991/978-94-6239-102-4_133

* Vale ressaltar que os pesquisadores mais produtivos possuem grande número de colaborações e não necessariamente aparecem listados como primeiros autores nas publicações.

Anexo 5 - Artigo submetido para publicação: “Patent forward citation and TRIZ analysis: a good combination for finding real outstanding innovations?”.

20/04/2017

MS Landing

Technological Forecasting &
Social Change



CHRISTIAN

Home Reports



TFS_2016_270 | Research Paper

Patent forward citation and TRIZ analysis: a good combination for finding real outstanding innovations?

CHRISTIANE DE FATIMA SILVA MARQUES | COPPE/UFRJ, Brazil.



Status: **Under Review (10 days)** | Submitted: **23/Nov/2016**

Overview



Files



Messages

Other Authors [Show Details](#)

Marcus Vinicius Araújo Fonseca (COPPE/UFRJ)

[Contact Editor](#)

Abstract

The present study investigates the combination of patent forward citation count and TRIZ analysis as a method for the identification of the major impact inventions. Modern biotechnology was chosen as a study model, for being a highly dynamic, technology density, knowledge-based area, on which patents are considered a crucial instrument for intellectual property protection. Patent documents were obtained from Thomson Innovation (Derwent) database and a strict selection was performed in order to test the initial hypothesis. All significant inventions on the modern biotechnology area could be identified in the selected resulting group. These documents were analyzed by the perspective of TRIZ inventive principles, engineering parameters and inventive levels. Findings suggest that, even by using in a simple, manual, yet informative method, it is possible to gather basic, key technology information. The potential correlation of these patent value indicators could be applied to several areas, and help academic, corporate and government foresight and forecasting studies, for example, by increasing the innovation impact of worldwide research and development initiatives.

Keywords

TRIZ; patent analysis; tech mining; forward citation; biotechnology; innovation.

Additional Information

[View](#)

References

[View](#)

Copyright © 2016 Elsevier B.V. | [Terms of Use](#) | [Privacy Policy](#) | [About Us](#)

Cookies are set by this site. To decline or learn more, visit our [Cookies](#) page.

Anexo 6 - Esquema ilustrativo da análise dos documentos do grupo 167+, exemplificado com as informações extraídas da patente mais citada. Fonte: Elaboração própria.

INFORMAÇÕES EXTRAÍDAS PARA A ANÁLISE PATENTOMÉTRICA E TRIZ (1 de 2)	
CAMPO	EXEMPLO
N° patente	EP200362-A2
N° básico da patente	EP 200362
N° citações	4288
Ano Prioridade	1985
Idade P1	30
Ano Publicação	1986
Idade P2	29
Ano Concessão	1993
Idade C	22
Citações / Ano	194,91
Título	Process for amplifying detecting or cloning nucleic acid sequences - useful in disease diagnosis and in prepn. of transforming vectors.
CIP - 8 dígitos	C07H-021/00; C12N-015/00; C12N-015/10; C12P-019/34; C12Q-001/68; C07H-021/02; C07H-021/04; C12N-001/00; C12N-019/00; G01N-033/53; C12N-015/09
CIP - classe - 4 dígitos	C07H; C12N; C12P; C12Q; G01N
Área do conhecimento	CHEMISTRY; PHARMACOLOGY & PHARMACY
Método biotecnológico	DNA/RNA
Depositante	CETUS CORP; HOFFMANN LA ROCHE
Inventor	MULLIS K B; ARNHEIM N; SAIKI, R K; ERLICH H A; HORN G T; SCHARF S J
País prioridade	US
Escritório concessão	EP
Patente BR	Não
N° de Reivindicações	13
Resumo	The novelty comprises a process for amplifying and detecting any target nucleic acid sequence (I) contd. in a nucleic acid or mixt. and for distinguishing between two different sequences in a nucleic acid. The process comprises treating separate complementary strands of the nucleic acid with a molar excess of two oligonucleotide primers, extending the primers to form complementary primer extension prods. which act as templates for synthesising (I), and detecting (I) so amplified. In an embodiment (also claimed), the synthesis of (I) is effected opt. in the presence of DMSO or at up to 45 deg.C, restriction enzymes are added for each of restriction sites present on the 5' end of the primers used, and after cleavage, the prod. is ligated into a cloning vector. The process may also be used (claimed) to synthesise a nucleic acid fragment from an existing nucleic acid fragment (II) having fewer nucleotides than the fragment being synthesised and two oligonucleotide primers. The prod. comprises a core segment, which is (II), and right and left segments representing the nucleotide sequence present in the 5' ends of the two primers, the 3' ends of which are complementary to the 3' ends of the single strands produced by sepg. the strands of (II).

INFORMAÇÕES EXTRAÍDAS PARA A ANÁLISE PATENTOMÉTRICA E TRIZ (2 de 2)	
CAMPO	EXEMPLO
Amplitude das reivindicações	Process of amplifying sequences associated or not to genetic, infectious or cancer diseases, using polymerases, primers containing restriction site and DNA as template; Kit to do this amplification with its components; Process of cloning amplified sequences into expression vectors
Problema	Small quantities of target sequences; low yield of products; amplification of inespecific sequences
Vantagens	The amplification is advantageous when the amt. of nucleic acid available is small, e.g. in the prenatal diagnosis of sickle cell anaemia using DNA obtd. from foetal cells.
Usos	The method may be used to detect (I) associated with infectious diseases, genetic disorders or cellular disorders such as cancer, e.g. oncogenes. The method may be utilised to clone a particular nucleic acid sequence for insertion into an expression vector. The vector may then be used to transform a host to produce the gene prod. of the sequence by standard methods of recombinant DNA technology
Usos / Vantagens	The method may be used to detect associated with infectious diseases, genetic disorders or cellular disorders such as cancer, oncogenes. The method may be utilised to clone a particular nucleic acid sequence for insertion into an expression vector. The vector may then be used to transform a host to produce the gene prod. of the sequence by standard methods of recombinant DNA technology. The amplification is advantageous when the amt. of nucleic acid available is small, in the prenatal diagnosis of sickle cell anaemia using DNA obtd. from foetal cells.
Princípios TRIZ	Segmentation; removal; merging; periodic action; copying
Parâmetro	Amount of substance; productivity
Nível de Inventividade	4,5

Anexo 7 – Principais códigos CIP utilizados na classificação das patentes do grupo 167+.

Fonte: Adaptado de INPI, 2015.

CIP	Descrição
Seção A	Necessidades humanas
A01H A01K A01N	Agricultura – novas plantas ou processos de obtenção; reprodução vegetal por técnicas de cultivo celular; novos animais, criação ou reprodução; novos cruzamentos; preservação de corpos (ou partes) humanos ou animais ou vegetais; biocidas; repelentes ou atraentes de pestes; reguladores de crescimento vegetal
A23C A23J	Alimentação – produtos laticínios; substitutos do leite ou do queijo; formas de preparo; composições protéicas ou fosfatadas para produtos alimentares
A47L	Utilidades domésticas – lavagem ou limpeza doméstica
A61B A61D A61F A61K A61L A61M A61N A61P	Saúde – diagnóstico; cirurgia; identificação; instrumentos, ferramentas ou métodos veterinários; filtros, próteses; dispositivos para desobstrução ou prevenção de colapso; ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos, almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros; preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas; dispositivos ou métodos para dar formas físicas ou para administração; artigos cirúrgicos; composições saponáceas; métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos; desodorização do ar; conservação de corpos ou desinfecção caracterizada pelo agente empregado; conservação; dispositivos para introduzir ou depositar matérias ou tampões no corpo; para ministrar alimentos ou remédios via oral; recipientes para coletar, armazenar ou ministrar sangue ou fluidos medicinais; dispositivos para fazer circular matérias no corpo ou as retirar; cirurgia; aspectos químicos de artigos cirúrgicos; magnetoterapia usando elementos dentro do corpo; dispositivos para produzir ou por fim ao sono ou letargia; eletroterapia; terapia por radiação, ultrassom; medição de correntes bioelétricas; instrumentos cirúrgicos, dispositivos ou métodos para transferências de formas não mecânicas de energia para o corpo ou a partir dele; aparelhos anestésicos; lâmpadas incandescentes; radiadores de infravermelho para aquecimento; atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais
A63F	Recreação - jogos de cartas, mesa ou roleta; jogos em recintos fechados usando pequenas peças móveis para jogo; videogames
Seção B	Operações de processamento; transporte
B01D B01F B01J B01L	Processos ou aparelhos físicos ou químicos - separação de sólidos via úmida, peneiras ou mesas pneumáticas, outros métodos a seco; separação magnética ou eletrostática de materiais sólidos, por meio de campos elétricos de alta-tensão; centrífugas; aparelhos de vórtice; prensas; dissolução, emulsificação, dispersão; processos químicos ou físicos, catálise, química coloidal; aparelhos de laboratório de química ou de física; para fins médicos, farmacêuticos; industriais, ou comparáveis; de separação ou destilação; para pesquisa e análise de materiais; elétricos ou ópticos; misturadores ou agitadores; pulverizadores; rolhas, tampões; manuseio de líquidos em geral; bombas a vácuo; sifões; torneiras, registros; tubos e juntas
B03C	Separação de materiais sólidos, magnética ou eletrostática de materiais sólidos; por meio de campos elétricos de alta-tensão; filtros que utilizam eletricidade ou magnetismo; separação de isótopos; combinações de separação magnética ou eletrostática com separação de sólidos por outros meios; separação de folhas empilhadas; ímãs ou bobinas magnéticas
B05C B05D	Pulverização ou atomização em geral; aplicação de líquidos ou outros materiais fluentes a superfícies; aparelhos para aplicação pulverização, atomização, bocais; instalação para aplicação de líquidos ou outros materiais fluentes a objetos por pulverização eletrostática; processos; transporte de artigos ou de peças através de banhos de líquidos
B21D	Trabalho mecânico de metais sem remoção essencial do material; puncionamento - processamento de metal em chapas ou tubos, varetas ou perfis de metal sem essencialmente remover material; puncionamento (trabalho ou processamento de fios metálicos)
B23P	Máquinas-ferramenta; usinagem de metal; operações combinadas; disposições para reprodução ou controle
B29C	Processamento de matérias plásticas - modelagem ou união; pós-tratamento de produtos modelados; processamento na forma de metais; esmerilhamento, polimento; corte; fabricação de pré-moldados; fabricação de produtos laminados pela combinação de camadas unidas

CIP	Descrição
B32B	Produtos em camadas - estruturados de forma plana ou não plana, celular ou alveolar
B67D	Abertura ou fechamento recipientes; manipulação, distribuição, entrega ou transferência de líquidos; limpeza de sistemas de tubulação; limpeza, esvaziamento ou enchimento de recipientes; suprimento de água; sistemas de tubulação; sistemas domésticos de abastecimento de água quente; medição de volume, de vazão volumétrica, de vazão de massa ou do nível líquido, medição por volume; aparelhos liberados por moeda ou similares
B81B B81C	Tecnologia das microestruturas - dispositivos ou sistemas micromecânicos; processos ou aparelhos para a fabricação ou tratamento de microcápsulas ou microbolhas; de elementos piezoelétricos, eletroestrutivos ou magnetoestrutivos
B82B B82Y	Nanotecnologia - nanoestruturas formadas por manipulação individual de átomos, moléculas, ou grupos limitados de átomos ou moléculas como unidades discretas; fabricação ou seu tratamento; usos específicos ou aplicações de nano estruturas; medidas ou análises de nano estruturas; fabricação ou tratamento de nano estruturas
Seção C	Química; Metalurgia
C01B C01H	Química inorgânica - elementos não-metálicos; seus compostos (fermentação ou processos usando enzimas para a preparação de elementos ou compostos inorgânicos exceto dióxido de carbono; produção de elementos não metálicos ou inorgânicos por eletrólise ou eletroforese
C02F C02H C02P	Tratamento de água, esgotos ou lamas e lodos - processos para tornar inócuos ou menos nocivos os agentes químicos, transformação química nas substâncias; separação, tanques de sedimentação ou dispositivos de filtração ; arranjos especiais em vasos flutuantes de instalação para tratamento para produção de água doce; adição de materiais à água para evitar corrosão; tratamento de líquidos radioativamente contaminados
C03C	Vidro; lâ mineral, ou de escórias - composição química de vidros, vitrificados, esmaltes vítreos; tratamento da superfície, minerais, escórias; união vidro-vidro ou a outros materiais
C40B	Cimento; concreto; pedra artificial; cerâmica; refratários - cal; magnésia; escória e composições, argamassa, ou materiais de construções similares; vidro-cerâmica desvitrificado; refratários; tratamento da pedra natural
C07B C07C C07D C07F C07G C07H* C07K C07M	Química orgânica - métodos gerais; aparelhos; preparação de ésteres de ácidos carboxílicos por telomerização; processos para preparação de compostos macromoleculares, telomerização compostos acíclicos ou carbocíclicos; produção de compostos orgânicos por eletrólise ou eletroforese; compostos heterocíclicos, acíclicos, carbocíclicos ou heterocíclicos, porfirinas contendo metais, compostos de constituição desconhecida (gorduras sulfonadas, óleos ou graxas); açúcares; seus derivados; ácidos nucleicos e derivados compostos; polissacarídeos, seus derivados; DNA ou RNA concernentes à engenharia genética, vetores, plasmídeos ou seu isolamento, preparação ou purificação; açúcarpeptídeos; proteínas de célula simples, enzimas; processos de engenharia genética para obter peptídeos
*C07H -021/00	Compostos contendo duas ou mais unidades mononucleotídicas possuindo grupos fosfato ou polifosfatos ligados por radicais sacarídicos, com ribosil ou desoxiribosil como radical
C08B C08F C08G C08H C08K C08J C08L	Compostos macromoleculares orgânicos; preparação, processamento químico – polissacarídeos e derivados; compostos macromoleculares; processos de fermentação ou uso de enzimas para síntese química, ou separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica; derivados de compostos naturais; elaboração e uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não-macromoleculares; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento; composições baseadas em monômeros polimerizáveis; filamentos ou fibras artificiais para tratamento de têxteis
C09B C09D C09K	Corantes; tintas; polidores; resinas naturais; adesivos; compostos para produção; mordentes; lacas; composições e processos para produção eletrolítica ou eletroforética de revestimentos, pastas de enchimento; removedores químicos, tintas para imprimir; líquidos corretivos; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; cosméticos; materiais para vedar vazamentos
C12M C12N** C12P C12O C12Q C12R C12S C12W	Bioquímica; microbiologia; enzimologia; engenharia genética ou de mutação - aparelhos e instalações para fermentação; conservação de partes vivas; biocidas, repelentes ou atrativos de pestes, reguladores do crescimento de plantas contendo microorganismos; vírus, fungos microbianos, enzimas, fermentados, substâncias produzidas por, ou extraídas de microorganismos ou material animal; preparados medicinais; fertilizantes; propagação, conservação, manutenção de microorganismos; meios de cultura; processos de fermentação, medição, ou ensaios com enzimas, microorganismos, composições, papéis de teste e controles.

CIP	Descrição
C12N** -015/00 -015/09	Mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA referente a engenharia genética, vetores ou seu isolamento, prepare e purificação; uso de hospedeiros (microorganismos, plantas ou animais mutantes ou geneticamente engenheirados) uso de preparações medicinais contendo material genético inserido em células do organismo vivo para tratar doenças genéticas; terapia genética; peptídeos em geral; tecnologia do DNA recombinante
C12P -019/34	Preparação de compostos contendo radicais sacarídicos, polinucleotídeos, por exemplo, ácidos nucleicos, oligoribonucleotídeos
C12Q -001/68	Processos de medição ou teste envolvendo ácidos nucleicos
C25B C25F	Processos eletrolíticos ou eletroforéticos; aparelhos - produção de compostos ou de não metais; proteção anódica ou catódica; crescimento monocristalino; processos para a remoção eletrolítica; tratamento de água, águas residuais ou esgoto por métodos eletroquímicos
Seção D	Têxteis; Papel
D01F	Linhas ou fibras naturais ou manufaturadas; fição - características químicas da manufatura; aparelhos especialmente adaptados para a manufatura de filamentos de carbono
Seção E	Construções fixas
E06B	Portas, janelas, postigos ou persianas de enrolar em geral; escadas - fechamentos fixos ou móveis para aberturas em edificações, veículos, tapumes ou similares; cortinas; tampas; claraboias; parassóis, toldos
Seção F	Engenharia mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão
F21V	Iluminação - detalhes ou características de funcionamento dos dispositivos ou sistemas de iluminação; combinações estruturais de com outros artigos
F23N	Aparelhos e processos de combustão; - regulagem ou controle; dispositivos especialmente adaptados para aparelhos de combustão em um leito fluidizado de combustível ou outras partículas; controles responsivos condicionais para a regulagem em fogões domésticos com chamas abertas para combustíveis sólidos
Seção G	Física
G01B G01C G01D G01F G01J G01M G01N*** G01T	Medição; teste - de comprimentos, espessuras ou dimensões lineares semelhantes, ângulos; áreas; irregularidades de superfícies ou contornos; distâncias, níveis ou rumos; topografia; navegação; instrumentos giroscópicos; fotogrametria ou videogrametria; medição do nível dos líquidos; rádio navegação, determinando distância ou velocidade por uso de efeitos e tempo de propagação, de ondas de rádio; medição, transferência ou transdução; disposições para medir duas ou mais variáveis; aparelhos para medir tarifas, volumes, débitos volumétricos ou de massa; intensidade, velocidade, conteúdo do espectro, polarização, fase ou pulsos característicos da luz infravermelha, visível ou ultravioleta; colorimetria; pirometria das radiações; teste do equilíbrio estático ou dinâmico de máquinas ou estruturas; investigação ou análise dos materiais pela determinação de suas propriedades químicas ou físicas; medição de radiações nucleares ou de raios-X, espectrometria de massa; válvulas para determinação da presença, intensidade, densidade ou energia de radiação ou de partículas
G01N*** -033/50 -033/53 - 033/566	Análise química de material biológico; testes com métodos de ligantes bioespecíficos; teste imunológico com enzimas ou microorganismos, composições ou papéis para teste; processos de formação de compostos, controles de condições responsivas em processos microbiológicos ou enzimológicos; materiais de investigação ou análise por imunoensaio; ensaio de ligação bioespecífica; por carreador específico, proteínas receptoras como reagentes de ligação
G02B	Óptica - elementos, sistemas ou aparelhos ópticos para uso em dispositivos ou sistemas de iluminação; instrumentos de medição, teste de elementos, sistemas, ou aparelhos ópticos; óculos; aparelhos ou disposições para tirar fotografias, projetar ou visualizar; lentes acústicas; "óptica" eletrônica e iônica; de raios-x; elementos ópticos estruturalmente combinados com válvulas de descarga elétrica; de microondas; combinação de elementos ópticos com receptores de televisão; sistemas ou disposições ópticas em sistemas de televisão à cores; disposições de aquecimento para áreas transparentes ou refletoras
G03C G03F G03G	Fotografia; cinematografia; técnicas semelhantes; eletrografia; holografia - materiais fotossensíveis para fins fotográficos; processos fotográficos, cinematográficos, de raios-X, de fotografia colorida ou estereofotográficos; processos auxiliares, produção fotomecânica de superfícies texturizadas ou estampadas, para impressão, processamento de dispositivos semicondutores; materiais; originais; aparelhos adaptados; dispositivos de composição fototipográfica; eletrografia, camadas sensíveis ou processos

CIP	Descrição
G05B G05D	Controle; regulação - sistemas em geral; elementos funcionais; disposições para monitoração ou teste, acionadores movidos por pressão de fluido ou sistemas que atuam por meio de fluidos em geral; válvulas; caracterizados por características mecânicas apenas; elementos sensíveis, de correção, sistemas para controle ou regulação de variáveis elétricas ou magnéticas, não elétricas, fundição contínua de metais
G06F G06G G06K G06T	Cômputo; cálculo; contagem - processamento elétrico de dados digitais; computadores parcialmente hidráulicos ou pneumáticos, óticos; sistemas de computadores baseados em modelos computacionais específicos; computadores, dispositivos e sistemas de computação óptica analógica; identificação, apresentação, suporte, manipulação de transportes (impressão), processamento de dados, de imagem ou geração
G07F	Dispositivos de teste - aparelhos liberados por moedas ou aparelhos similares (separação ou verificação de moedas)
G09G	Educação; criptografia; apresentação visual; anúncios; logotipos - disposições ou circuitos para controle de dispositivos indicadores por meios estáticos para apresentação da informação variável; dispositivos para transferência de dados entre computadores digitais e dispositivos de visualização; dispositivos fixos de indicação formados pela associação dissociável de várias fontes individuais ou de células de controle de luz; pela associação construtiva indissociável de várias fontes de luz; digitalização, transmissão ou reprodução de imagens ou de padrões invariáveis no tempo, fac-símile.
G11B G11C	Armazenamento de informações - baseado no movimento relativo entre o suporte de dados e o transdutor, gravação de valores medidos sem uso de um transdutor para a sua reprodução; aparelhos de gravação ou reprodução usando fitas gravadas mecanicamente, ou gravadores unitários, transferência de dados de um tipo de suporte de dados para outro; circuitos para acoplamento da saída do transmissor ao receptor de rádio; captadores de toca-discos ou transdutores acústicos eletromecânicos ou circuitos; memórias estáticas; dispositivos semicondutores para armazenamento; técnicas digitais em geral
G12B	Detalhes de instrumentos - detalhes construtivos ou comparáveis de outros aparelhos
Seção H	Eletricidade
H01F H01J H01L H01M H01R	Elementos elétricos básicos - ímãs; indutâncias; transformadores; seleção de materiais específicos devido a suas propriedades magnéticas; válvulas ou lâmpadas de descarga elétrica (centelhadores; lâmpadas de arco com eletrodos extingüíveis; aceleradores de partículas). dispositivos semicondutores, elétricos de estado sólido, seu uso; resistores em geral; indutores, transformadores; capacitores em geral; dispositivos eletrolíticos; baterias, acumuladores; guias de ondas, dispositivos de acoplamento, ressonadores ou linhas do tipo guia de ondas; conectores de linha, coletores de corrente; dispositivos de emissão estimulada; ressonadores eletromecânicos; alto-falantes, microfones, captadores de toca discos, transdutores eletromecânicos acústicos similares; fontes de luz elétrica em geral; circuitos impressos, circuitos híbridos, invólucros ou detalhes estruturais dos aparelhos elétricos, fabricação de conjuntos de componentes elétricos; uso de dispositivos semicondutores em circuitos de aplicação especial; baterias; conexões eletrocondutoras; associações estruturais de elementos de conexão elétrica mutuamente isolados; coletores de corrente; interruptores, fusíveis; disposições para chaveamento, suprimento ou distribuição de energia elétrica; instalação de linhas elétricas, cabos, ou combinação de cabos elétricos e ópticos ou linhas, ou de aparelhos auxiliares; meios impressos para oferecer conexões elétricas com ou entre circuitos impressos
H04N	Técnica de comunicação elétrica - comunicação de imagens
H05B H05K	Técnicas elétricas (outras) - aquecimento elétrico; iluminação elétrica; circuitos impressos; invólucros ou detalhes estruturais de aparelhos elétricos; fabricação de conjuntos de componentes elétricos; circuitos de filme fino ou de película espessa; meios não impressos para ligações elétricas a ou entre circuitos impressos; invólucros para, ou detalhes estruturais de, processos envolvendo aquecimento, pulverização