

## PATENTOMETRIA: UMA FERRAMENTA INDISPENSÁVEL NO ESTUDO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA

Marcelo Gomes Speziali<sup>a,\*</sup> e Raphael da Silva Nascimento<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Universitário Morro do Cruzeiro, 35400-000 Ouro Preto – MG, Brasil

<sup>b</sup>Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Antônio Carlos 6627, Pampulha, 31270-901 Belo Horizonte – MG, Brasil

Recebido em 26/05/2020; aceito em 03/07/2020; publicado na web em 27/08/2020

PATENTOMETRY: AN INDISPENSABLE TOOL IN THE STUDY OF THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE CHEMICAL INDUSTRY. This work describes a methodology to carry out the analysis of technological sectors, using information contained in patent documents. The use of this information by professors and students of chemistry courses and related areas is still little used. The consequence of this is the repetition of efforts to obtain some results of research and development. The use of patent big data and the construction of scenarios, using several variables, is even rarer in Brazil and still little explored in the world. This work presents patentometry in a theoretical context and its practical application, taking as an example the area of rare earth in Brazil. Analyses will be presented in this work, such as the development of technologies over time and study of the maturity of the sector in question; potential markets; the most significant technology developers in the field; technological sectors related to rare earth in Brazil; attractiveness of the Brazilian market; the evolution of priority sectors; technological specialization; patent quality indices and innovation indices; indexes of technologies internationalization and cooperation. It is expected that with the Patentometry, some of the barriers of insertion in the market of new technologies will be better known and minimized.

Keywords: big data; patents; innovation; data mining; indicators; rare earth.

### INTRODUÇÃO

Dentre as várias formas de se acompanhar o desenvolvimento de uma tecnologia, um setor tecnológico ou de um grupo de empresas, certamente a prospecção tecnológica é uma das aliadas de maior importância nesse processo.

As ferramentas de prospecção tecnológica, mapeamentos, análise de *big data* e até mesmo o uso estratégico das informações tecnológicas contidas em documentos de patentes são subutilizados no Brasil. A combinação desses tipos de análise na patentometria é quase uma novidade absoluta entre os pesquisadores nas universidades e centros industriais de P&D brasileiros.<sup>1</sup> Buscas no estado da técnica e da arte, utilizando depósitos de patente podem nos dar uma visão mais assertiva sobre: os desdobramentos nas pesquisas com focos tecnológicos; possibilidades de se depositar novas patentes; inspiração na elaboração de projetos e até mesmo a apropriação legal de tecnologias não protegidas em um determinado território durante uma determinada época. A análise patentométrica pode ser uma valiosa ferramenta para auxiliar tomadores de decisões sobre a maturidade e a *performance* tecnológica, tecnologias emergentes, vieses e dinâmica de evolução de setores tecnológicos, a geografia do desenvolvimento da tecnologia e mercados de interesse, redes de colaboração, componentes de valoração de tecnologias em desenvolvimento, principais atores envolvidos, globalização da P&D&I, estratégias de proteção de empresas, previsões de surgimento de novas tecnologias, ciclos de vida e velocidade de difusão de uma tecnologia, necessidade de se criar redes de colaboração, dentre outros.<sup>2-4</sup>

A patentometria certamente pode ser uma valiosa ferramenta para os profissionais da química, tanto acadêmicos quanto para os diretamente envolvidos no setor produtivo na hora de se tomar decisões relativas ao direcionamento do P&D&I de sua instituição.<sup>5</sup>

A Organização Mundial para a Propriedade Intelectual (OMPI) publicou em 2015 uma série de boas práticas para o preparo de relatórios de mapeamentos de patentes.<sup>6</sup> Além disso, no site [https://www.wipo.int/patentscope/en/programs/patent\\_landscapes/](https://www.wipo.int/patentscope/en/programs/patent_landscapes/) da própria OMPI ainda pode ser encontrada uma coletânea de diversos tipos de mapeamentos tecnológicos das mais diversas áreas e com consulta gratuita. É bom lembrar que, por fazer parte da inteligência estratégica de algumas empresas, relatórios de mapeamentos tecnológicos mais completos não são encontrados de forma gratuita.

Estudos de prospecção, que utilizam métodos quantitativos ou qualitativos, são importantes para facilitar a conceitualização de soluções plausíveis para problemas no estado da técnica e da arte. Dentre os mais diversos modos de se analisar tecnologias, utilizando a patentometria, Kupfer e Tigre,<sup>7</sup> assim como Teixeira<sup>8</sup> classificaram métodos de análise e de prospecção de tecnologias em três diferentes segmentos: monitoramento; métodos de previsão baseados em *Forecasting* e *Foresight*. Um resumo dos principais modos de se fazer uma prospecção tecnológica é apresentado no trabalho de Coelho (2003, *apud* Teixeira, 2013);<sup>9</sup> são eles: análise da inteligência competitiva tecnológica; análise de tendências; opiniões de *experts*; construção de cenários; métodos computacionais/ferramentas analíticas.

A importância de utilizar documentos de patentes como fonte de informação tecnológica foi salientada em publicações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCED)<sup>10</sup> e da revista *Cadernos de Prospecção Tecnológica* publicado pela editora da UFBA e com o apoio do mestrado profissional PROFNIT e do Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (FORTEC). Nesse sentido, o grupo de pesquisa ao qual os autores fazem parte vem desenvolvendo técnicas de patentometria para os mais diversos setores tecnológicos, dentre eles, hidrometalurgia, líquidos iônicos e flavorizantes e fragrâncias.<sup>11-13</sup>

O processo de análise de *big data* de patentes pode ser feito de diversas formas e com diversas finalidades. Abbas *et al.*, em seu

\*e-mail: [speziali@ufop.edu.br](mailto:speziali@ufop.edu.br)

trabalho publicado na *World Patent Information*,<sup>14</sup> exemplificou em um fluxograma a trajetória da busca e processamento de documentos de patentes, aplicando os resultados em algumas áreas estratégicas, como pode ser visto de forma adaptada na Figura 1.

Conforme Figura 1, no bloco i) são citadas diversas bases de dados de patentes, tanto gratuitas quanto comerciais. Vale lembrar que todas as bases de dados possuem suas limitações, como abrangência territorial e frequência na atualização das informações. Para se trabalhar com patentometria é interessante que se utilize, pelo menos, mais de uma base de dados, de forma a minimizar esses erros intrínsecos das próprias bases.<sup>12</sup> Para a exportação dos dados no bloco ii), algumas bases de dados já oferecem o suporte para arquivos nos formatos *txt*, *csv*, *xls*, dentre outros. Dependendo do *software* que o analista pretenda trabalhar na estruturação e consolidação dos dados - blocos iii) e iv) - um ou outro formato será preferido. É importante lembrar que as duplicidades surgem na recuperação de grandes volumes de dados, não apenas pela sobreposição de bases de dados distintas, mas também por questões oriundas nos próprios escritórios regionais de patentes, que algumas vezes publicam repetidas vezes o mesmo pedido, pelas mais diversas razões. Caso o analista não execute corretamente a sugestão do bloco v), certamente os resultados da análise será enviesado, uma vez que apontará para falsas direções obtidas pela repetição desnecessária de documentos. A construção dos mapas de visualização e da matriz de análise no bloco vi) está intimamente relacionada com a especialização técnica do analista executor do procedimento, uma vez que pessoas com diferentes formações podem realizar interpretações distintas sobre as informações geradas nesta etapa.

A patentometria é uma área altamente transdisciplinar, sendo assim, é interessante que profissionais das mais diversas áreas trabalhem juntos para obter a interpretação correta e ampla dos cenários obtidos pela análise de grandes volumes de dados de patentes.

A área de *Cheminformatics* utiliza o *Machine Learning* e Inteligência Artificial, de forma altamente transdisciplinar, para auxiliar na busca pela descoberta de novas drogas,<sup>15</sup> prever reações químicas<sup>16,17</sup> e estruturas moleculares a partir de dados brutos de RMN.<sup>18</sup> No entanto, poderia utilizar a patentometria para prever o desenvolvimento e tendências de lançamentos futuros de produtos químicos, além de identificar setores tecnológicos promissores ou

possíveis de gerar inovações disruptivas.

Neste contexto, o presente artigo irá abordar de forma simplificada os primeiros passos para se construir um panorama tecnológico utilizando a patentometria. Pretende-se informar o leitor sobre as possibilidades de: construir cenários utilizando grandes volumes de dados obtidos em documentos de patentes; relacionar esses dados com o desenvolvimento da química; utilizar o resultado da análise no auxílio da P&D&I realizadas pelos profissionais da química. Serão abordados de forma simplificada como se utilizar indicadores de desenvolvimento e qualidade de tecnologias, utilizando ferramentas da econometria aplicadas a química. Após a explicação teórica das ferramentas mais utilizadas pela patentometria, serão apresentados ao leitor os resultados de um mapeamento hipotético sem a interpretação específica do setor de análise. No caso exemplificado pelo presente artigo, utilizaremos as patentes depositadas no Brasil com o assunto de Terras Raras. Assim, espera-se que o leitor tenha contato com as ferramentas de análise e suas possibilidades. Ressalta-se que a patentometria é uma ferramenta fundamental para a construção de cenários e mapeamentos de desenvolvimento tecnológico, porém a interpretação desses mapas e cenários dependerá do *background* técnico do analista. Dependendo do conhecimento prévio do analista a interpretação desses dados poderá tomar um foco mais técnico, mais econômico, mais legalista, uma vez que a patentometria é uma ferramenta de utilidade transdisciplinar.

### Metodologia de construção do panorama de tecnologias

Para a construção de mapas de desenvolvimento de um setor tecnológico, a patentometria utiliza diversas informações acerca do setor tecnológico em estudo, sendo que algumas dessas informações serão encontradas nos próprios documentos de patentes, mais especificamente nos campos definidos pelos códigos INID.<sup>19</sup> Os principais códigos INID utilizados numa prospecção são:

(11) Número do documento –  $X_1$ ;

(21) Número designado ao documento quando de seu depósito –  $X_2$ ;

(31) Número designado ao primeiro depósito (prioridade do documento) –  $X_3$ ;

(22) Data de depósito da solicitação –  $X_4$ ;

(32) Data de depósito da primeira solicitação (data de prioridade) –  $X_5$ ;

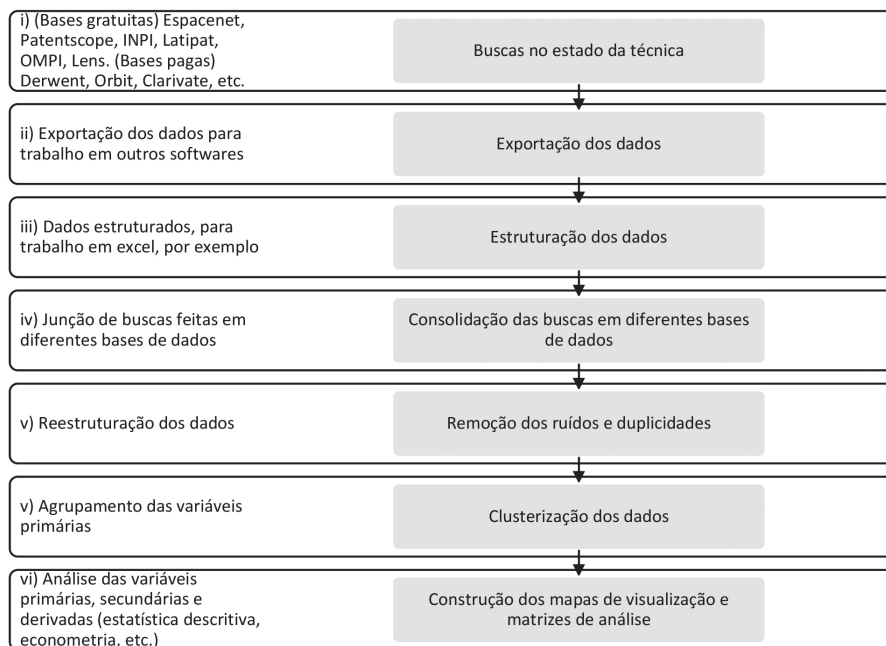


Figura 1. Fluxograma genérico de análise de patentes adaptado e baseado no trabalho de Abbas et al.<sup>14</sup>

(41) a (47) Referem-se a documentos de patentes publicados [examinados ou não, mas que ainda não têm a decisão final (concessão ou não da patente)] –  $X_6$ ;

(45) a (47) Referem-se à data de concessão da patente, geralmente é usado o número (45) –  $X_7$ ;

(19) Nome do país ou organização regional ou internacional que publicou o documento de patente –  $X_8$ ;

(33) País ou países do primeiro documento (prioridade) –  $X_9$ ;

(70) a (76) Identificação de partes relacionadas com o documento –  $X_{10}$ ;

(71) Nome do depositante –  $X_{11}$ ;

(72) Nome do inventor, se conhecido –  $X_{12}$ ;

(73) Nome de quem detém os direitos sobre a patente –  $X_{13}$ ;

(74) Nome do procurador ou agente –  $X_{14}$ ;

(75) Nome do inventor, quando também for o depositante –  $X_{15}$ ;

(12) Tipo de documento (Patente de invenção, Modelo de utilidade, etc.) –  $X_{16}$ ;

(51) Classificação internacional de patente –  $X_{17}$ ;

(52) Classificação nacional ou doméstica de patente –  $X_{18}$ ;

(54) Título da invenção –  $X_{19}$ ;

(56) Lista de documentos anteriores citados pelo depositante (pode auxiliar no exame) ou encontrados pelo examinador de patentes durante a busca para exame –  $X_{20}$ ;

(57) Resumo do conteúdo do documento –  $X_{21}$ .

As variáveis  $X_n$ , após a definição dos códigos INID, são para propósitos matemáticos desse trabalho.

### Indicadores primários, derivados dos códigos INID

Os códigos INID indicam de forma direta alguns fatos e tendências, quando analisados sob a ótica da patentometria. Por se encontrarem de forma explícita no documento de patente, chamamos os dados obtidos a partir da análise direta desses INID de indicadores primários. A exemplo do tipo de informação que pode ser obtida desses indicadores primários temos:

- Avaliação de depósitos de famílias de patentes pelo mundo ao longo dos anos. O ano do primeiro depósito (*earliest filing date*) é o mais indicado para ser utilizado, pois se refere à data mais próxima à concepção da tecnologia. Essa análise também é conhecida como série temporal ou simplesmente *ST*:

$$ST = \sum f(X_{s(t)})Vs\ tempo_{(t)} \quad (1)$$

- Avaliação dos potenciais mercados de proteção, feita pela análise dos países onde foram feitos os depósitos totais de patentes (incluindo as patentes filhas, ou seja, todas as patentes pertencentes à mesma família). Essa informação é obtida nos campos de famílias de patente ou INPADOC. O principal objetivo de uma patente é impedir que um concorrente explore aquela tecnologia sem a autorização prévia do seu titular. Dessa forma, um depositante patenteia sua tecnologia em determinadas localidades, em que se julgue serem mercados onde a concorrência precise ser inibida. Esses locais são chamados de mercados de proteção ou *MP*:

$$MP = \sum f(cod_1); \sum f(cod_2); \sum f(cod_3); \sum f(cod_n) \quad (2)$$

sendo o  $cod_{(n)}$  formado pelas duas letras iniciais de  $X_i$ . Exemplos:  $X_i = RU2595178C2$ ,  $\sum f(cod_i)$  seria a somatória de todas as patentes com o código RU;  $X_i = CN101705380B$ ,  $\sum f(cod_2)$  seria a somatória de todas as patentes com o código CN.

- Avaliação dos depositantes das patentes (*DP*). Atenção especial deve ser dada nesse ponto, pois há depositantes que possuem mais

de uma forma de designação, a exemplo: BASF Corporation, BASF SE, BASF GMBH, Givaudan AG, Givaudan Nederland Services, Petrobrás, Petróleo Brasileiro S.A., assim como universidades: UFOP, Universidade Federal de Ouro Preto, Univ. Fed. de Ouro Preto:

$$DP = \sum f(X_{11(1)}); \sum f(X_{11(2)}); \sum f(X_{11(3)}); \sum f(X_{11(n)}) \quad (3)$$

sendo  $X_{11(n)}$  o nome de cada um dos depositantes, após agrupamentos por unicidades de nomes. Exemplos:  $\sum f(X_{11(1)})$  seria a somatória dos depositantes 4D Pharma PLC e 4D Pharma Res LTD como um único grupo de empresas.  $\sum f(X_{11(2)})$  seria a somatória de Abbott Cardiovascular Systems e Abbot Cardiovascular Systems Inc. que são um mesmo grupo de empresas.  $\sum f(X_{11(3)})$  seria Acad Sinica e Academia Sinica como um único grupo de depositantes.

- Avaliação das áreas técnicas (*AT*) os quais os depósitos estão associados. Os códigos IPC e CPC são os principais instrumentos de qualificação dessa análise:

$$AT = \sum f(X_{17(1)}); \sum f(X_{17(2)}); \sum f(X_{17(3)}); \sum f(X_{17(n)}) \quad (4)$$

Nesse caso,  $X_{17(n)}$  são os IPC, classes ou subclasses de IPC, conforme desejo do analista. Exemplos:  $\sum f(X_{17(1)})$  seria a somatória de todos os IPC A61K/70.  $\sum f(X_{17(2)})$  seria a somatória de todos C08J3/12.  $\sum f(X_{17(3)})$  seria a somatória de todos os IPC H.

- Avaliação dos centros produtores de tecnologias relacionadas à análise (*CPT*). São utilizados os dados do escritório de onde ocorreu o depósito mais antigo (US, BR, JP, GB, FR, EP). Essa informação é obtida utilizando as duas primeiras letras de  $X_i$ , assim como na análise dos mercados de proteção. Essa análise está relacionada com o local de origem da tecnologia. Entretanto, é bom lembrar que, em alguns casos, o depositante poderá optar por fazer o depósito de prioridade em um país diferente do país de sua residência. Esses pequenos desvios da idealidade da análise entrarão no erro estatístico e serão minimizados com o uso de espaços amostrais maiores:

$$CPT = \sum f(cod_1); \sum f(cod_2); \sum f(cod_3); \sum f(cod_n) \quad (5)$$

- Análise das patentes triádicas<sup>20,21</sup> (conforme definido pela OCDE, patentes triádicas são as patentes depositadas simultaneamente nos três maiores escritórios de patentes do mundo – JPO, EPO, USPTO). Devido ao alto investimento para se fazer depósitos simultaneamente nesses três escritórios, não é comum que um depositante os faça a menos que a tecnologia possua um real interesse. O indicador referente à análise das patentes triádicas é o *PatT*:

$$PatT = \sum f(X_{(US, EP, JP)}) \quad (6)$$

- Análise da atratividade de mercado (*Atr*), utilizando a razão entre depósitos de residentes por depósitos de estrangeiros em um determinado país:

$$Atr = \frac{\sum f(X_{11\text{residentes}})}{\sum f(X_{11\text{estrangeiros}})} \quad (7)$$

- Análise dos depositantes mais ativos (top10, top5, top3, topn) para a tecnologia ou setor em análise. O indicador para essa análise será o *DP<sub>n</sub>*, sendo (n) referente ao depositante analisado:

$$DP_n = \sum f(X_{11(1)}); \sum f(X_{11(2)}); \sum f(X_{11(3)}); \sum f(X_{11(n)}) \quad (8)$$

- Análise de nuvem de palavras (*NP*), utilizando ferramentas de *cloudwords* nos campos do título, resumo ou reivindicações:

$$NP = \sum f(FRP) \quad (9)$$

sendo que *FRP* = frequência de repetição de palavras.

### Indicadores secundários, derivados dos códigos INID

A relação entre códigos INID gerará indicadores derivados, que muitas das vezes serão responsáveis por resultados não intuitivos, porém importantes. Dentre as diversas formas de combinação, temos alguns exemplos:

- Análise da maturidade do campo tecnológico (*MT*) pela construção da curva  $S^{22}$  (quantidade cumulativa de depósitos de patentes ao longo dos anos):

$$MT = ano_x Vs \sum f(dp_{ano_x}); ano_{x+1} Vs \sum_x^{x+1} f(dp_{ano_x}); ano_{x+n} Vs \sum_x^{x+n} f(dp_{ano_x}) \quad (10)$$

sendo *dp* = número de depósitos.

- Série temporal para os IPC mais relevantes (evolução dos domínios tecnológicos em função do tempo - *IPCT*). Esse é um indicador derivado de *AT* em função do tempo:

$$IPCT = tempo_{(t)} Vs \sum f(X_{17(t)}); tempo_{(t)} Vs \sum f(X_{17(z)}); tempo_{(t)} Vs \sum f(X_{17(m)}) \quad (11)$$

sendo que  $\sum f(X_{17(n)})$  é a somatória da frequência de aparição do IPC analisado (*n*) para um determinado ano (*t*).

- Série temporal de produção tecnológica dos principais depositantes (indicador da evolução histórica da produção tecnológica dos depositantes para uma determinada tecnologia ou setor em específico - *DP<sub>n</sub>T*). Esse é um indicador derivado de *DP<sub>n</sub>* em função do tempo:

$$DP_n T = tempo_{(t)} Vs \sum f(X_{11(t)}); tempo_{(t)} Vs \sum f(X_{11(z)}); tempo_{(t)} Vs \sum f(X_{11(m)}) \quad (12)$$

sendo que  $\sum f(X_{11(n)})$  é a somatória da frequência de aparição do depositante analisado (*n*) para um determinado ano (*t*).

- Matriz de correlação de IPC com principais depositantes (indicador absoluto de especialização tecnológica dos depositantes - *ET<sub>n</sub>*). Para o indicador *ET<sub>n</sub>*, a variável (*n*) se refere ao depositante e (*z*) ao IPC analisado:

$$ET_n = X_{11n} Vs \sum f(X_{17z}) \quad (13)$$

ou

$$ET_n = DP_n Vs AT \quad (14)$$

- Série temporal da produção tecnológica (*SP*), na área de análise, para os depósitos em determinados países (evolução dos depósitos em determinadas regiões):

$$SP = \sum f(cod_n) Vs tempo_{(t)} \quad (15)$$

ou

$$SP = ST Vs MP \quad (16)$$

- Relação dos países em que as tecnologias são depositadas com a áreas técnicas (indicador de especialização tecnológica para determinadas regiões - *ETP*):

$$ETP = cod_n X \sum f(X_{17(z)}) \quad (17)$$

Esses são apenas alguns exemplos da relação entre dois INID possíveis para gerar indicadores secundários. A combinação de uma ordem mais elevada de INID poderá gerar indicadores terciários ou de ordem superior, sendo aplicado de acordo com a experiência do analista.

### Indicadores ternários e de ordens mais elevadas

Para a análise de indicadores ternários ou de ordens mais elevadas é necessário a construção de matrizes de relacionamento para visualizar os dados de forma correta. A título de ilustração, alguns desses indicadores podem ser assim definidos:

- Evolução temporal da especialização tecnológica de depositantes (relação entre a série temporal de IPC para determinados depositantes - *STD*):

$$STD = IPCT X X_{11} \quad (18)$$

- Evolução temporal da especialização tecnológica de determinadas regiões (relação entre a série temporal de IPC para determinadas regiões - *STP*):

$$STP = IPCT X X_{1(\text{duas primeiras letras})} \quad (19)$$

- Nuvens dinâmica de palavras, e outros (*ND*):

$$ND = NP X tempo(T) \quad (20)$$

A relação de três ou mais variáveis obtidas dos códigos INID gerará vários tipos de indicadores de ordens superior conforme a necessidade do analista.

### Indicadores de patentes para monitoramento de competidores

Alguns indicadores de inovação são mais sofisticados e, normalmente, derivam das análises da área econômica. Por outro lado, indicadores como especialização tecnológica e qualidade de patentes são menos complexos e muito utilizados para o monitoramento dos atores envolvidos na produção da tecnologia, ou do setor tecnológico em análise. A Tabela 1 traz alguns desses indicadores desenvolvidos pelo professor Holger Ernst.<sup>3</sup>

Outros índices de desenvolvimento tecnológico, são largamente discutidos na literatura<sup>2,23,24</sup> a saber: *Revealed Technology Advantage*, *Specialization Index*, *Revealed Patent Advantage Index*, *C20 Concentration Index*, *Generality of a patent*, *Foreign ownership of domestic inventions* podem ser largamente utilizados com os dados obtidos pelos códigos INID. Não entraremos em detalhes sobre esses indicadores no artigo por se tratar de uma análise mais sofisticada e com a interpretação dos resultados quase sempre atreladas a um profissional da área da economia. Porém, para análises mais robustas sobre o desenvolvimento e uma possível aceitação pelo mercado de uma determinada tecnologia, é altamente recomendável que se faça um estudo setorial ou tecnológico mais completo, conforme finalidade determinada no início do processo.

### Exemplificação da construção de um panorama tecnológico sobre terras raras no Brasil

De forma a ilustrar algumas das possibilidades de construção de um cenário das tecnologias sobre terras raras no Brasil, apresenta-se abaixo algumas das análises possíveis de serem feitas, utilizando informações de patentes. Para facilitar a compreensão da análise e minimizar o volume de dados a ser trabalhado, o *big*

**Tabela 1.** Indicadores de patentes para monitoramento de competidores

Indicador de Patente			
Atividade patentária	$PA_{iF} = \sum PA_{iFi}$	Escopo internacional	$Q_3 = \sum PCT_{iF}$
Compartilhamento de tecnologias	$TS = \frac{PA_{iF}}{\sum_{i=1}^{i=ox} PA_{iF}}$	Frequência média de citações	$Q_4 = \overline{\text{citações}_{iF}}$
Ênfase em P&D	$R \& DE = \frac{PA_{iF}}{\sum PA_i}$	Qualidade média das patentes	$PQ_{iF} = \sum_{n=1}^{n=4} Q_n$
Intensidade de cooperação	$CI = PA_{coop,iF}$	Força das patentes	$PS_{iF} = PQ_{iF} \times PA_{iF}$
Compartilhamento de tecnologias concedidas	$Q_1 = PA_{conciF}$	Compartilhamento de tecnologias	$TS = \frac{PS_{iF}}{\sum_{i=1}^{i=ox} PS_{iF}}$
Escopo tecnológico	$Q_2 = \sum ICP_{iF}$	Compartilhamento relativo de tecnologias	$RTS = \frac{PS_{iF}}{MáxPS_{iF}}$

i ou iF = determinada empresa ou empresas de um determinado ramo tecnológico; PA = todas as patentes; PA<sub>coop</sub> = patentes com Co titularidade; PA<sub>conc</sub> = patentes concedidas.

data foi avaliado em um contexto micro. Segundo o *Guidelines for preparing Patent Landscapes Reports* publicado pela WIPO em 2015<sup>6</sup> as análises dos documentos de patentes podem ser divididas nos níveis macro, quando se analisa volumes maiores que 10.000 documentos; análise meso, quando se trabalha entre 1.000 e 10.000 documentos; análises micro quando se trabalha com menos de 1.000 documentos. O leitor poderá verificar que no exemplo abaixo nem todos os indicadores foram utilizados. Por se tratar de uma análise exclusivamente feita para tecnologias depositadas no Brasil, foram excluídos indicadores que se utilizam de variáveis dependentes de depósitos em outros países, como *PatT*, por exemplo. Outros indicadores foram omitidos apenas por conveniência e limitação de espaço. Caberá ao analista utilizar tais quais ou tanto quantos indicadores sejam necessários para que se tenha o panorama tecnológico que se deseja analisar.

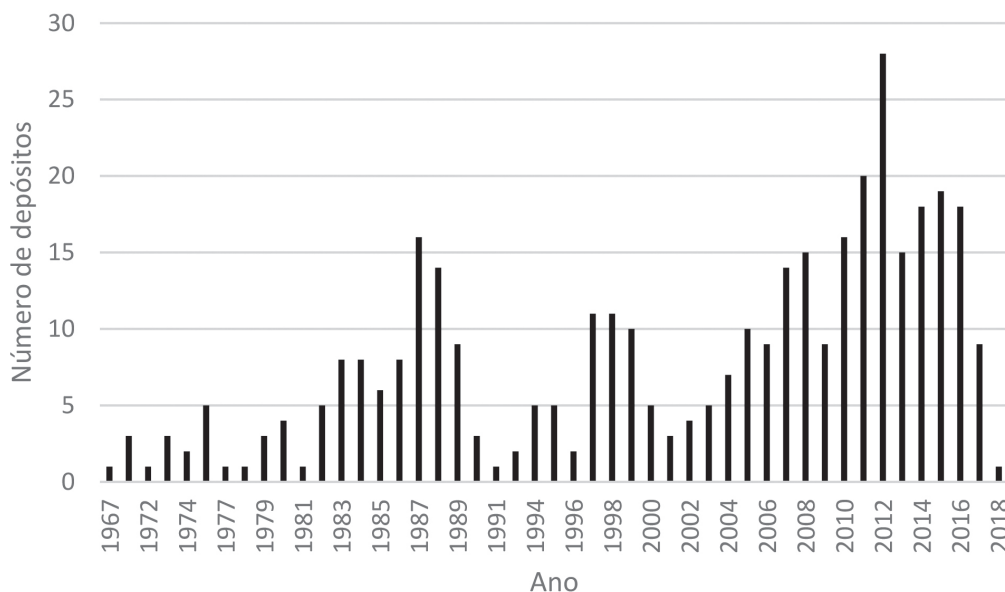
#### Perfil do patenteamento de tecnologias relacionadas a terras raras no Brasil

No dia 07 de abril de 2020 foi feita uma busca no site *www.lens.org* utilizando as palavras chave “terras raras” em *all fields* e limitando a busca por *jurisdiction* “Brasil”. Foram recuperados

439 depósitos de patentes, representando 374 famílias de patentes. Conforme explicitado anteriormente, apenas as famílias de patentes foram analisadas, uma vez que o grande grupo de patentes inclui repetições das tecnologias que foram depositadas em outros países. Como a análise possui o foco específico em depósitos feitos no Brasil, não faria sentido analisar o grupo de 439 documentos para verificar panoramas tecnológicos fora do país.

A Figura 2 se refere à construção da série histórica de depósitos no Brasil. Nota-se que não há nenhuma tendência que possa ser, em um primeiro momento, facilmente identificada. A transdisciplinaridade pode ser verificada neste momento, uma vez que aspectos técnicos, históricos, econômicos e até mesmo políticos, deveriam ser cruzados com os dados obtidos na análise da série histórica para entender melhor a razão dos picos e vales ilustrados na Figura 2.

De forma a tentar prever a saturação tecnológica do que está apresentado nas patentes de terras raras no Brasil, o gráfico da Figura 3 foi construído utilizando o número acumulado de depósitos de patentes por ano. A partir da análise desse gráfico, diversos ajustes matemáticos podem ser feitos para se tentar prever o “futuro” do desenvolvimento nessa área. No livro de Porter *et al.*,<sup>22</sup> publicado em 2011, vários desses ajustes matemáticos, bem como equações,

**Figura 2.** Série temporal dos depósitos de patentes sobre terras raras no Brasil

vantagens e desvantagens de se utilizar um ou outro método poderá ser encontrado.

Para simplificar a análise, a título ilustrativo das possibilidades, foi feito um ajuste matemático da distribuição dos pontos apresentados na Figura 3 utilizando a distribuição de Boltzmann. A partir disso, um novo gráfico (Figura 4) foi obtido (c.f. Equação 21).

Pela análise da curva apresentada na Figura 4, tem-se uma “previsão” de desenvolvimento tecnológico das terras raras até o ano de 2300. No entanto, considerando-se a quantidade anual de depósitos no Brasil, as tecnologias em terras raras podem ser definidas como emergentes até o ano de 2100, quando teriam um rápido crescimento atingindo a saturação tecnológica em 2200. Tal saturação tende a ocorrer caso a frequência de depósitos deste tipo de tecnologia no país ocorra conforme as últimas cinco décadas. É preciso frisar que isso é uma análise matemática simplificada que não leva em consideração fatores externos que, provavelmente, deslocariam essa curva para mais perto ou longe da atualidade. Além disso, analisa apenas a frequência de depósitos anuais. Para se ter uma análise mais fidedigna sobre a saturação de tecnologias em terras raras, de um modo geral, esse tipo

de análise deveria ser feito num contexto mundial, uma vez que os desenvolvedores de tecnologias nessa área, em sua grande maioria, não são originários do Brasil.

$$y = A_2 + \frac{A_1 - A_2}{1 + e^{\frac{x-x_0}{dx}}}; R^2 = 0,989 \tag{21}$$

em que as variáveis da Equação 21 são:  $A_1 = -50,913 \pm 29,912$ ;  $A_2 = 179420,309 \pm 2,810.10^7$ ;  $x_0 = 2156,897 \pm 3670,400$ ;  $dx = 23,084 \pm 8,139$ .

Como pode ser visto na Figura 5, os grandes depositantes de patentes no Brasil são basicamente empresas estrangeiras, com a presença de algumas poucas universidades. Um total de 220 depositantes distintos foram encontrados na análise patentométrica e, para melhor visualização desses dados, os 34 mais relevantes foram considerados para a construção do gráfico. Uma atenção especial deve ser dada para o único representante brasileiro no gráfico: a empresa Vale S.A. que ocupa a 33ª posição.

Considerando o grupo de famílias de tecnologias depositadas

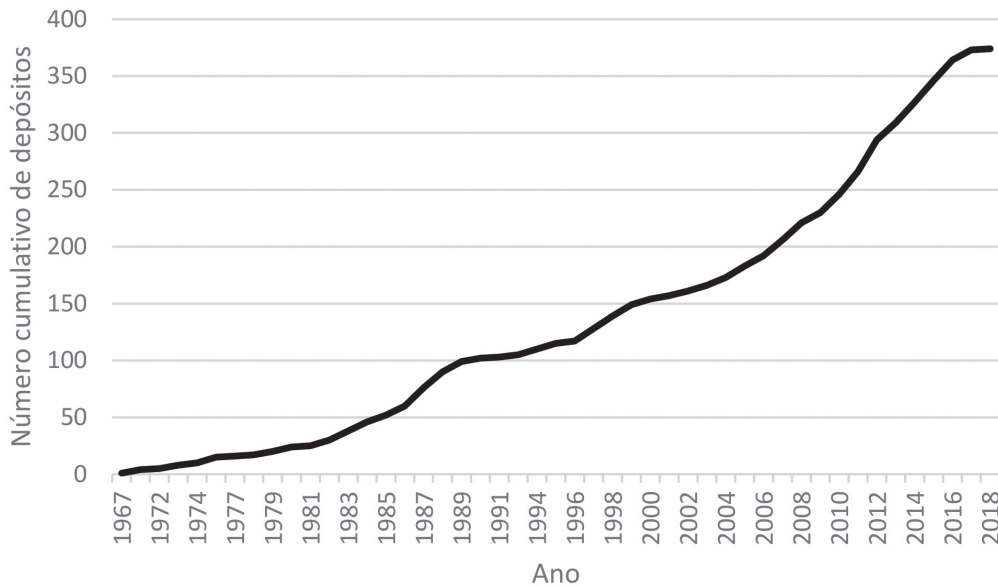


Figura 3. Construção da curva S para tecnologias em terras raras no Brasil

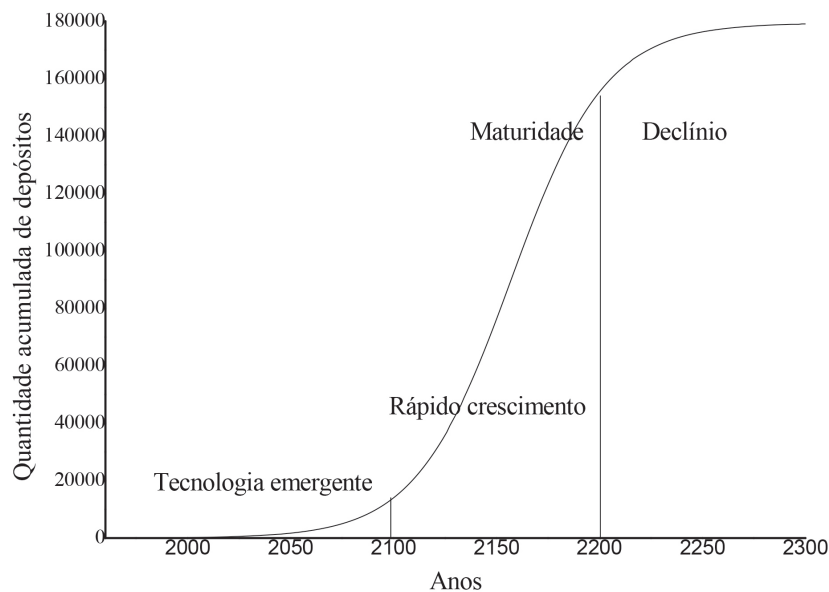


Figura 4. Ajuste matemático da curva S de proteção de tecnologias em terras raras no Brasil

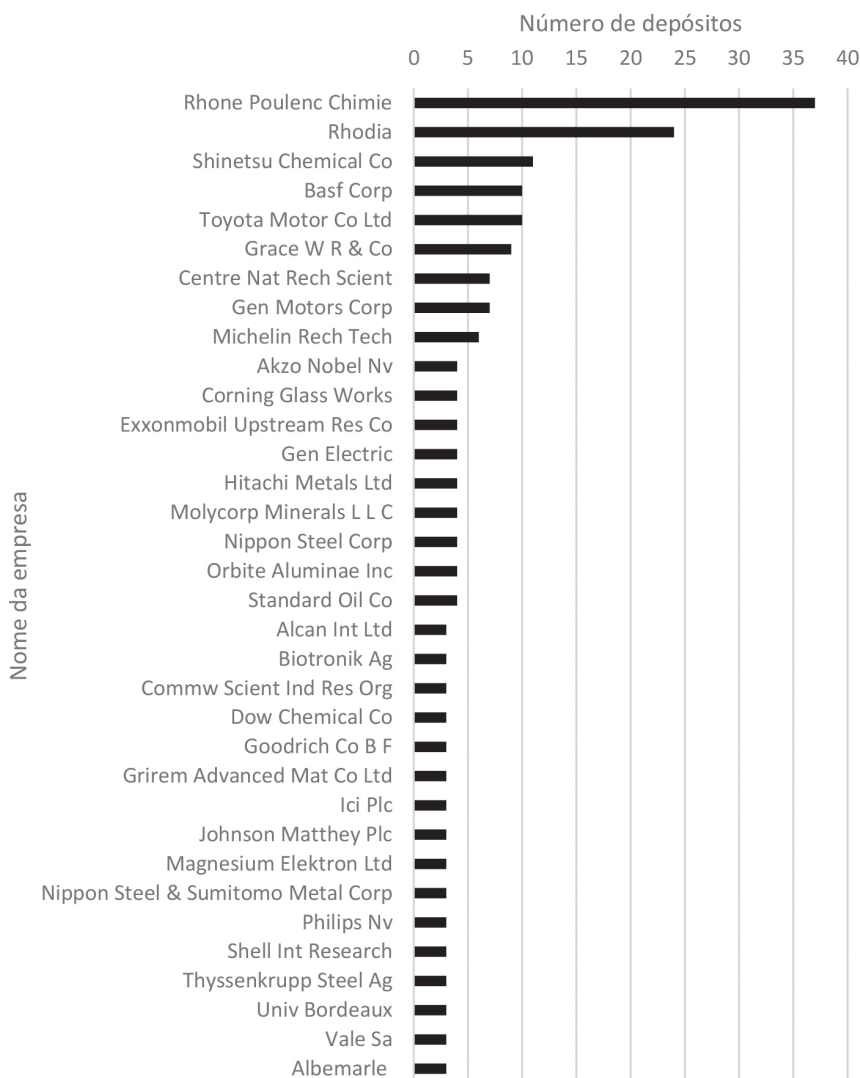


Figura 5. Empresas com pelo menos dois depósitos de patentes sobre terras raras no Brasil num total de 220 depositantes distintos

no Brasil, optou-se pela análise do maior nível de detalhamento dos códigos internacionais de patentes que se referem tecnicamente ao conteúdo do documento depositado. Sendo assim, com esses dados foi construído o gráfico mostrado na Figura 6. Os significados das subclasses de IPC analisados podem ser encontrados em detalhes no site [ipc.inpi.gov.br](http://ipc.inpi.gov.br).

De forma resumida, apresentamos abaixo o significado dos IPC identificados na Figura 6, são eles:

- C01F17/00 - compostos de metais de terras raras;
- C22B59/00 - obtenção de metais de terras raras;
- C22C38/00 - ligas ferrosas, ex. ligas de aço;
- B01J23/10 - catalisadores compreendendo metais ou óxidos ou hidróxidos de metal;
- H01F1/057 - materiais magnéticos e elementos IIIA, ex.  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ;
- C07B61/00 - purificação, separação, estabilização;
- H01F1/08 - materiais magnéticos prensados, sinterizados ou unidos;
- H01F41/02 - aparelhos ou processos especialmente adaptados para a fabricação ou montagem de ímãs, indutâncias ou transformadores; aparelhos ou processos especialmente adaptados para materiais de fabricação, caracterizados por suas propriedades magnéticas para a fabricação de núcleos, bobinas ou ímãs;

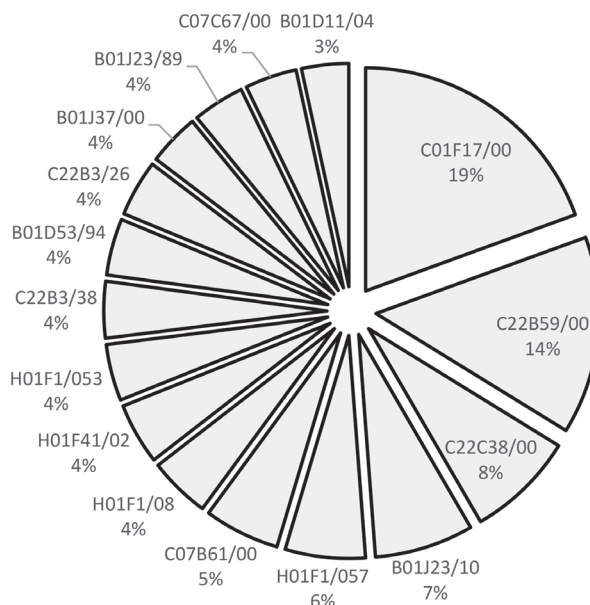


Figura 6. Concentração tecnológica das patentes depositadas no Brasil referentes às terras raras, medidas pelos quinze IPC mais relevantes de um total de 56 classes distintas e 121 subclasses





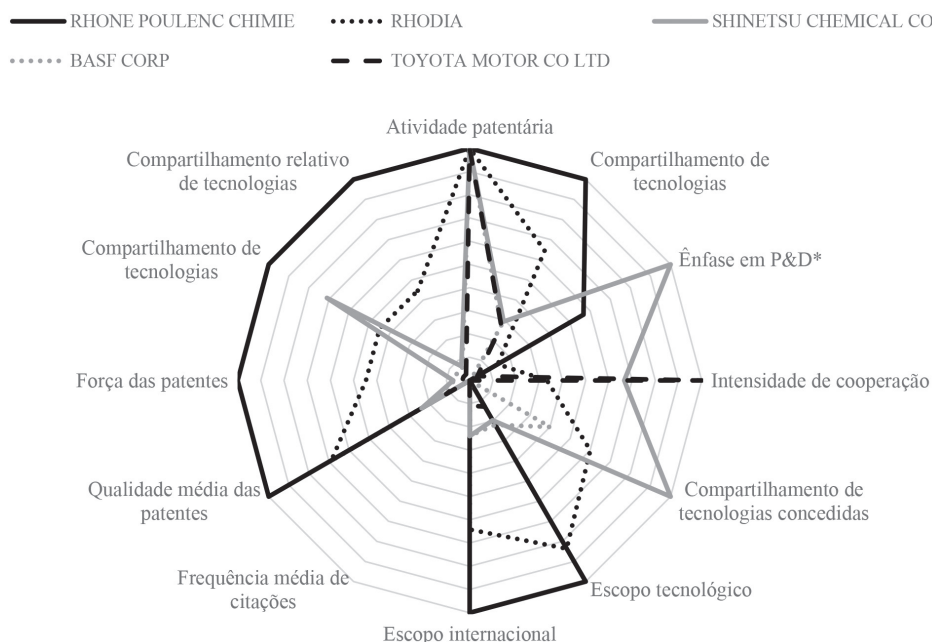


Figura 8. Gráfico radar para as empresas analisadas segundo os indicadores de Holger Ernst

gráfica pode ser conferida na Figura 8. A Figura 8 foi normalizada para melhor visualização dos eixos. Pelos índices analisados a empresa Rhone Poulenc Chimie é a que apresenta um índice médio maior de qualidade de patentes. Novamente, a transdisciplinaridade é uma ferramenta fundamental nesse tipo de análise, uma vez que podem ser incluídos aqui dados econômicos dessas empresas de forma a aumentar a qualidade do mapeamento. Dados de produção tecnológica obtidos pelos índices de patenteamento, cruzados com dados de participação de mercado, ativos intangíveis, P&D, dentre outros, quando analisados em conjunto, podem indicar o grau de utilização do segredo industrial como estratégia de proteção dos resultados de P&D das empresas.

Relacionando os principais IPC (Figura 6) e os mais expressivos depositantes (Tabela 2), é possível estabelecer uma matriz de relacionamento para identificar a concentração tecnológica dos atores envolvidos e comparar o foco de desenvolvimento das tecnologias que envolvem as terras raras.

Por meio da Tabela 3 é possível visualizar que, embora o campo macro tecnológico seja o mesmo, existem diferentes concentrações

tecnológicas dos IPC por empresa. Verifica-se com esse tipo de análise, por exemplo, que as empresas Rhodia e Rhone Poulenc Chimie possuem foco de desenvolvimento no campo C01F17/00, enquanto a BASF possui predominância nos campos B01D53/94 e B01J23/89. A construção deste tipo de cenário possibilita uma comparação de concorrentes mais específica, além de um maior detalhamento de P&D&I da empresa, que pode ser complementado com dados econômicos, políticos, mercadológicos e de outras propriedades intelectuais.

Dentre as muitas outras análises possíveis utilizando a patentometria, certamente a análise técnica em nível micro para publicação de caráter mais técnico é fundamental. Mesmo que a análise em escala micro contemple uma quantidade inferior a 1000 documentos, a avaliação de todos em detalhes é uma das barreiras em sua execução. Dessa forma, a seleção de documentos prioritários para realização de uma análise mais detalhada é fator fundamental para a exequibilidade do projeto. Considerando os vários subgrupos de patentes existentes, elenca-se aqueles que podem servir de filtro para a análise: patentes com depósitos mais recentes, patentes triádicas, patentes das empresas

Tabela 3. Relação entre os principais IPC e as cinco empresas com mais depósitos no Brasil na área de terras raras

IPC Grupo	BASF Corp.	Rhodia	Rhone Poulenc Chimie	Shinetsu Chemical Co.	Toyota Motor Co. LTD.
C01F17/00	1	9	28	1	
C22B59/00		1	13	2	
B01J23/10	1	9	3		
H01F1/057				4	4
H01F41/02				4	4
H01F1/08				4	3
H01F1/053				5	2
B01D53/94	2	3	1		1
C22B3/38			6		
C22B3/26			4	2	
B01J37/00	1		1		
B01J23/89	2				
Total Geral	7	22	56	22	14

mais expressivas, patentes com maiores índices de citação, patentes de determinados IPC em específico. Qualquer um desses outros delimitadores irá auxiliar o analista a escolher o subgrupo de análise, desde que justificada essa escolha.

Em caráter ilustrativo, as patentes depositadas pela empresa Rhone Poulenc Chimie, que pelos índices da Tabela 2 apresentaram uma maior qualidade, têm seus títulos reproduzidos abaixo (Tabela 4). Embora as patentes da empresa Rhone Poulenc Chimie sejam relativamente antigas, essas podem servir de base para as tecnologias

mais modernas. Os aspectos de cada tecnologia relatada não serão detalhados por fugir do objetivo desse artigo, que pretende apresentar algumas das várias possibilidades da patentometria em si e não o detalhamento de uma área tecnológica específica.

Documentos complementares ajudarão em uma interpretação mais assertiva do panorama das tecnologias em terras raras depositadas no Brasil. São eles: o artigo publicado na revista *in the mine* (2018), de Mathias Heider;<sup>27</sup> o artigo publicado na revista *Química Nova* (2014), de Paulo C. de Sousa Filho e Oswaldo A. Serra,<sup>28</sup> e o

**Tabela 4.** Patentes depositadas no Brasil pela empresa Rhone Poulenc Chimie

Nº Publicação	Título da Patente
BR 8902293 A	Abrasivo
BR 8403754 A	Composição de polimento a base de cério e processo para sua fabricação
BR 8402229 A	Composição de polimento e processo para a sua fabricação
BR 8905084 A	Dispersões de halogenetos de terras raras em meio aquoso
BR 8905339 A	Dispersões de halogenetos de terras raras, em meio oleoso, processo de obtenção das mesmas
BR 9002001 A	Halogenetos de terras raras desidratados e processo de desidratação dos mesmos
BR 9002961 A	Misturas desidratadas de halogenetos de terras raras e de metais alcalino terrosos ou alcalinos, e processo de sua produção
BR 8906507 A	Óxido de terra rara e processo para sua preparação
BR 8700668 A	Processo de eliminação de chumbo de terras raras
BR 8901082 A	Processo de fabricação de materiais supercondutores e pó cerâmico assim obtido
BR 9101788 A	Processo de fabricação de um oxalato duplo de terras raras e de amônio, oxalato duplo de amônio e de terra rara e oxido de terras raras
BR 9104904 A	Processo de fabricação de um oxalato duplo de terras raras e de amônio, processo de fabricação de oxido de terras raras e oxido de terras raras;
BR 8802950 A	Processo de obtenção de um oxido de terra rara e oxido de terra rara
BR 9502568 A	Processo de preparação de um composto dispersível à base de pelo menos uma terra rara composto à base de pelo menos uma terra rara e de um óxido de terra rara e eventualmente de pelo menos um outro elemento suspensão coloidal composição catalítica processos de preparação das mesmas utilização e catalisador
BR 9601067 A	Processo de preparação de um sulfeto de terra rara
BR 8901865 A	Processo de preparação de boretos de terras raras
BR 8806171 A	Processo de preparação de boretos de terras raras
BR 8804802 A	Processo de preparação de um pó fino supracondutor, pó cerâmico e material cerâmico sinterizado supracondutor
BR 8804803 A	Processo de preparação de um pó fino supracondutor, pó cerâmico e material cerâmico sinterizado supracondutor
BR 8804801 A	Processo de preparação de um pó fino supracondutor, pó cerâmico e material cerâmico sinterizado supracondutor
BR 8804714 A	Processo de preparação de uma dispersão coloidal de um composto de terra rara e dispersão coloidal
BR 8600098 A	Processo de purificação de soluções aquosas de sais de terras raras
BR 9004677 A	Processo de recuperação dos valores de terras raras contidos no gipso
BR 8501508 A	Processo de separação das terras raras por extração líquido líquido
BR 8801283 A	Processo de separação de terras raras contidas em uma solução aquosa
BR 8806226 A	Processo de separação de tório e de terras raras de um concentrado de fluoretos de pelo menos um destes elementos
BR 8601305 A	Processo de separação do cério e das terras raras a partir de uma fase aquosa inicial
BR 8701213 A	Processo de separação do neodímio ou do didímio das terras raras contidas na bastnaesita
BR 8206321 A	Processo de separação e recuperação do uranio, do tório, das terras raras e eventualmente do ferro por extração líquido-líquido
BR 9100372 A	Processo de síntese de compostos binários de enxofre, composto sulfurado de terras raras, mistura de compostos sulfurados, sesquissulfetos de terras raras e sulfeto de metal de transição
BR 8004114 A	Processo de tratamento de mistura de óxidos de terras raras e de gálio
BR 9408456 A	Processo de tratamento de sujidades fuliginosas adjuvante para carburante de motor de combustão interna e fuligem à base de terra rara trivalente
BR 9000987 A	Processo de tratamento de um mineral de terras raras
BR 8604289 A	Processo de tratamento de um mineral de terras raras
BR 9004544 A	Processo de tratamento do mineral
BR 8008474 A	Processo para fabricação de composições de polímero
BR 7901424 A	Processo para separação de terras raras

trabalho publicado pelo Centro de Gestão em Estudos Estratégicos do MCTIC (2013).<sup>29</sup>

## COMENTÁRIOS FINAIS

O mapeamento de tecnologias utilizando a patentometria, embora seja uma área pouquíssima explorada no Brasil, é uma ferramenta fundamental para os tomadores de decisões estratégicas, quando nos referimos à inovação tecnológica. A prospecção tecnológica tradicional feita documento a documento permite uma análise extremamente detalhada do conteúdo tecnológico descrito em patentes, entretanto, não permite a visão do todo de forma estratégica. A análise de *big data*, em qualquer que seja a área, possibilita uma visão ampla sobre tendências e concentrações de informação estratégica que podem ser usadas para definir prioridades de ação. Além disso, a patentometria, considerando a análise simultânea de várias variáveis, pode mostrar resultados nem um pouco intuitivos quando comparada a análise monodimensional.

A patentometria é uma área altamente transdisciplinar, assim, a análise bem sucedida dos resultados irá requerer profissionais não somente das áreas técnicas (ciências duras ou engenharias), mas também da economia, tecnologia da informação, direito, administração, engenharia de produção e outras, conforme os objetivos pretendidos. No presente artigo, de forma ilustrativa, foi apresentado uma das várias possibilidades de se fazer o mapeamento tecnológico, utilizando como exemplo tecnologias patenteadas e relacionadas às terras raras no Brasil. A interpretação do mapa obtido por profissionais da área das engenharias ou química certamente tenderá a ser mais técnica, considerando o avanço técnico ao longo do tempo das tecnologias apresentadas. O mesmo mapa ao ser analisado por profissionais da administração ou economia pode ter uma interpretação voltada para uma análise das indústrias envolvidas nas pesquisas do setor tecnológico em questão, o efeito dos ativos de patentes na liderança em inovação dessas indústrias, a implicação dessas patentes nos indicadores internacionais de desenvolvimento e inovação, a relação entre a participação no mercado de determinadas empresas, posição econômica no cenário global, relacionamento com inovação e a relação entre depósitos de patentes e inovação para essas empresas. Dentre todos os tipos de análises possíveis, certamente uma das mais valiosas seja a previsão das tendências futuras, que permite identificar o surgimento de tecnologias inovadoras e possíveis mercados a serem criados. Além disso, a análise de possíveis conexões tecnológicas para o licenciamento cruzado e previsões de substituições de tecnologias em uso por outras mais atrativas, também possuem destaque dentro de uma gama de opções.

Por fim, independentemente de quais sejam as intenções do analista, os conhecimentos básicos de propriedade intelectual são fundamentais quando se trabalha com patentometria. O que apresentamos aqui são apenas algumas das possibilidades de uso dessa ferramenta. Nesse sentido, o analista poderá, certamente, com criatividade e respeitando os fundamentos da propriedade intelectual, aprofundar o detalhamento da análise de seu mapa de tecnologias e obter os mais diversos cenários que auxiliarão os tomadores de decisão, gestores de portfólios de tecnologia e inovação. Como consequência, a análise dos cenários poderá contribuir para minimizar os riscos de investimento de recursos financeiros e tempo em áreas tecnológicas estratégicas ou portadoras de futuro.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o programa de pós graduação profissional em inovação tecnológica e propriedade intelectual da UFMG e ao CNPq pela bolsa concedida.

## REFERÊNCIAS

1. Tanaka, Y.; Inui, T. Em *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, Portland, USA, 2016.
2. Anônimo; *Patent Statistics Manual*, OECD Publishing: Paris, 2009, p. 158.
3. Ernst, H.; *World Pat. Inf.* **2003**, 25, 233.
4. Altuntas, S.; Dereli, T.; Kusiak, A.; *Technological Forecasting and Social Change* **2015**, 96, 202.
5. Ernst, H.; *Patentinformationen für die strategische Planung von Forschung und Entwicklung*, Springer: Wiesbaden, 2013.
6. Trippe, A.; *Guidelines for Preparing Patent Landscape Reports*, WIPO: Switzerland, 2015.
7. Kupfer, D.; Tigre, P. Em *Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. Papeles de la Oficina Técnica*, Caruso, L. A.; Togrè, P. B., eds.; OIT/CINTERFOR: Montevideo, 2004, vol. 14.
8. Teixeira, L. P.; *Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados*, Embrapa: Distrito Federal, 2013.
9. Coelho, G. M.; *Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais: tendências tecnológicas: nota técnica 14*, Turbulência Consultoria Técnica Ltda. Estratégias de Comunicação: Rio de Janeiro, 2003.
10. Dernis, H.; Guellec, D.; *Science Technology Industry Review* **2002**, 27, 129.
11. Speziali, M. G.; Sinisterra, R. D.; *Quim. Nova* **2015**, 38, 1132.
12. Mattos, L. H. S.; Speziali, M. G.; *World Pat. Inf.* **2017**, 51, 57.
13. Faria, L. R.; Cartaxo, R. J. Á.; Leão, V. A.; Speziali, M. G.; *Hydrometallurgy* **2018**, 175, 155.
14. Abbas, A.; Zhang, L.; Khan, S. U.; *World Pat. Inf.* **2014**, 37, 3.
15. Lo, Y.-C.; Rensi, S. E.; Tornig, W.; Altman, R. B.; *Drug Discovery Today* **2018**, 23, 1538.
16. Mahjour, B.; Shen, Y.; Liu, W.; Cernak, T.; *Nature* **2020**, 580, 71.
17. Sandfort, F.; Strieth-Kalthoff, F.; Kühnemund, M.; Beecks, C.; Glorius, F.; *Chem* **2020**, 6, 1379, doi: 10.1016/j.chempr.2020.02.017.
18. Howarth, A.; Ermanis, K.; Goodman, J. M.; *Chem. Sci.* **2020**, 11, 4351.
19. [www.wipo.int/standards/en/pdf/03-09-01.pdf](http://www.wipo.int/standards/en/pdf/03-09-01.pdf), acessada em agosto 2020.
20. <https://data.oecd.org/rd/triadic-patent-families.htm>, acessada em agosto 2020.
21. Sternitzke, C.; *Scientometrics* **2009**, 81, 91.
22. Porter, A. L.; Cunningham, S. W.; Banks, J.; Roper, A. T.; Mason, T. W.; Rossini, F. A.; *Forecasting and Management of Technology*, Wiley: Hoboken, 2011.
23. Soete, L. G.; Wyatt, S. M. E.; *Scientometrics* **1983**, 5, 31.
24. Balassa, B.; *The Manchester School* **1961**, 33, 99.
25. Aaldering, L.; Leker, J.; Song, C. H.; *J. Cleaner Prod.* **2019**, 212, 362.
26. Pereira, C. G.; Picanco-Castro, V.; Covas, D. T.; Porto, G. S.; *Nat. Biotechnol.* **2018**, 36, 585.
27. [www.inthemine.com.br/site/a-evolucao-das-terras-raras-no-brasil/](http://www.inthemine.com.br/site/a-evolucao-das-terras-raras-no-brasil/), acessada em agosto 2020.
28. Sousa Filho, P. C.; Serra, O. A.; *Quim. Nova* **2014**, 37, 753.
29. Anônimo; *Usos e aplicações de Terras Raras no Brasil: 2012-2030*, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Brasília, Brasil, 2013.