



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

## **CONTRIBUIÇÃO DAS INFORMAÇÕES PATENTARIAS NA BUSCA DE TECNOLOGIAS PARA RECICLAGEM DO RESÍDUO DE EQUIPAMENTO ELETROELETRÔNICO**

**ALFRFEDO JULIO LEAL**

alfredo@criwla.com.br

**TATIANA CORTESE**

taticortese@gmail.com

**CLÁUDIA TEREZINHA KNISS**

Universidade Nove de Julho - Uninove

kniesscl@yahoo.com.br

# CONTRIBUIÇÃO DAS INFORMAÇÕES PATENTARIAS NA BUSCA DE TECNOLOGIAS PARA RECICLAGEM DO RESÍDUO DE EQUIPAMENTO ELETROELETRÔNICO

## Resumo

A inovação tecnológica é o grande propulsor de mudança e avanço mundial, traz consigo produtos que mudam os conceitos e apresenta novas matérias-primas com características diferenciadas. Uma dessas matérias primas é o óxido de terra rara, cujo o maior produtor e exportador mundial é a China. No entanto, os ajustes de preço e a redução de fornecimento deste produto no mercado mundial tem causado preocupação a muitos países desenvolvidos, que vem buscando alternativas na recuperação do óxido de terra rara para amenizar a redução da oferta desta matéria-prima. O óxidos de terras raras são minérios utilizados em diversos setores como na fabricação de componentes eletrônicos, ímãs, indústrias petrolíferas etc... Os terras raras são elementos chave na construção ou fabricação de equipamentos eletrônicos e tecnológico e seus resíduos contém um número razoável desses produtos. A pesquisa em inovação tecnológica e o patenteamento das novas descobertas, são estratégias para garantir uma vantagem competitiva. Neste contexto, o presente artigo tem o objetivo de apresentar um levantamento das informações patentarias envolvendo a reciclagem dos elementos terras raras partir dos resíduos, principalmente o resíduo eletroeletrônico. A pesquisa foi realizadas por meio do método exploratório na base de dados da EPO (*European Patente Office*), WIPO (*World Intellectual Property Organization*) e Aulive, sendo os dados extraído com o auxílio da ferramenta computacional PatentToNet, que gerou alguns dados utilizados para o mapeamento estratégico dos países que estão na fronteira do conhecimento e com maior solicitação de pedido de patentes.

**Palavras-chave:** Inovação tecnológica, Terra rara, resíduo eletroeletrônico.

## CONTRIBUTION OF THE INFORMATION TECHNOLOGIES PATENTING SEARCH FOR RECYCLING EQUIPMENT FOR WASTE ELECTRONICS

### Abstract

Technological innovation is the great change of propellant and global advancement, brings with products that change the concepts and introduces new raw materials with distinctive characteristics. One of these raw materials is the rare earth oxide, whose biggest producer and exporter is China. However, price adjustments and the reduction of this product on the world market has caused concern to many developed countries, which has been seeking alternatives in the recovery of rare earth oxide to soften the reduction in supply of this raw material. The rare earth oxides ores are used in various industries like the manufacture of electronic components, magnets, and oil industries etc ... The rare earths are key elements in the construction or manufacture of electronic and technological equipment and their waste contains a fair number of these products. Research on technological innovation and patenting of new discoveries, are strategies to ensure a competitive advantage. In this context, this article aims to present a survey of patentarias information involving the recycling of rare earth elements from waste, mainly electronics waste. The research was conducted through exploratory method in the EPO database (European Patent Office), WIPO (World Intellectual Property Organization) and Aulive, and the data extracted with the aid of PatentToNet computational tool, which generated some data used for the strategic mapping of countries that are at the frontier of knowledge and higher request of patent application.

**Keywords:** Technological innovation, rare earth, electric and electronic waste.

## **1 Introdução**

O avanço tecnológico nas últimas décadas aumentou a concorrência global levando as empresas a desenvolverem produtos complexo e eficiente buscando qualidade e baixo preço (Jugend & Da Silva, 2012). O grande gerador de mudanças é a inovação tecnológica, que além de envolver questões técnico-científica envolvem questões políticas, econômicas e sociocultural (Casagrande Jr, 2004). Um produto é tecnologicamente novo quando suas características diferem dos já produzidos (Morschel et al. 2013).

A inovação tecnológica está presente em vários campos, na química, iniciou-se com a utilização dos óxido de terras raras na camisa de lampião aproximadamente a 100 anos atrás e, com a descoberta de suas propriedades, este elemento e seus compostos passaram a serem utilizados cada vez mais na inovação tecnológica, (Martins and Isolani 2005).

Os terras raras são 17 elementos químicos na tabela periódica, que são classificados entre leves ou pesados, sendo 15 lantanídeos, escândio e ítrio, que tem em grande abundancia na crosta da terra (Gambogi 2015) Os elementos de terra rara são utilizados na produção de catalizadores automotivos, refino de petróleo, monitores de tela plana (telefones celulares, DVDs, e laptops) etc., (Humphries 2012). A cadeia de suprimento de elementos terra rara no mundo é predominantemente abastecido pela China, é isso representa uma vulnerabilidade que pode provocar a interrupção de fornecimento (Humphries 2012). Em meados dos anos 80 a China surgiu como grande fornecedor de metais de terra rara, mantendo a produção crescente e se destacando como maior fornecedor desse metal, (Santos et al. 2014).

No início de maio deste ano a China atualizou os impostos sobre a exportação do terra rara e tirou direitos de exportação dos produtores (Issue 2012). Os Estados Unidos por meio do United States Trade Representative (USTR), questionou a Organização Mundial do Comércio (OMC), as várias restrições a exportações impostas pela China referente a mais de 30 medidas aduaneiras (Gambogi 2015). A economia impulsiona o processo de inovação na busca de novos processo de obtenção de minérios, (James et al. 2001). A reciclagem vai tornar-se o foco de pesquisa de placas de circuito impresso, porém, a agravante e que poucas empresas possuem essa tecnologia e para amenizar essa deficiência as empresas precisam fazer parcerias com universidades e centros de pesquisas para a criação de tecnologia viável e que acompanhe o desenvolvimento dos produtos, (Marques, Marrero, and de Fraga Malfatti 2013).

As inovações tecnológicas são recursos utilizados como ferramentas para trazer soluções estratégicas nos processos e produção de bens e serviços e essa inovação pode ser registrada na forma de patente (Gusberty et al. 2014). As patentes são inovações tecnológicas registradas como propriedades industriais e intelectual na base de dados da EPO (Europ ean Patent Office) e WIPO (World Intellectual Property Organization), que podem ser utilizados como fonte de informações (Dos Santos et al. n.d.). Neste sentido, este trabalho tem o objetivo apresentar um levantamento das informações patentearias envolvendo a reciclagem dos elementos terras raras partir dos resíduos, principalmente resíduos eletroeletrônico.

## **2. REVISÃO TEÓRICA**

### **2.1 Propriedade Industrial**

Existe vários escritórios de registros de patentes, que disponibiliza a base de dados para pesquisas públicas das inovações criadas e suas descrições completas (Quoniam, Kniess,

and Mazzieri 2014). Patentes são títulos cedidos por escritórios governamentais ou regionais, existentes em vários países, mediante depósito do pedido e o atendimento dos requisitos legais, (Barros et al. 2014). O conteúdo das patentes armazenadas nas bases de dados somam mais de 70 milhões de documentos, com 1,4 bilhões de páginas, correspondentes a registros de patentes de mais de 80 países, (Quoniam, Kniess, and Mazzieri 2014). As patentes estão segregadas por área de conhecimento de acordo com a Classificação Internacional de Patentes, (Barros et al. 2014). As áreas de conhecimentos ainda estão divididas em classe, subclasse, grupos e subgrupos, conforme a Tabela 01 e a Figura 01.

Tabela 1:

Seções da Classificação Internacional de Patentes (IPC). Fonte: Wanise, 2014.

Seções	Significado
A	Necessidade Humanas
B	Operações de Processamento; Transporte
C	Química e Metalurgia
D	Têxteis e Papel
E	Construção Fixas
F	Engenharia Mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão
G	Física
H	Eletricidade

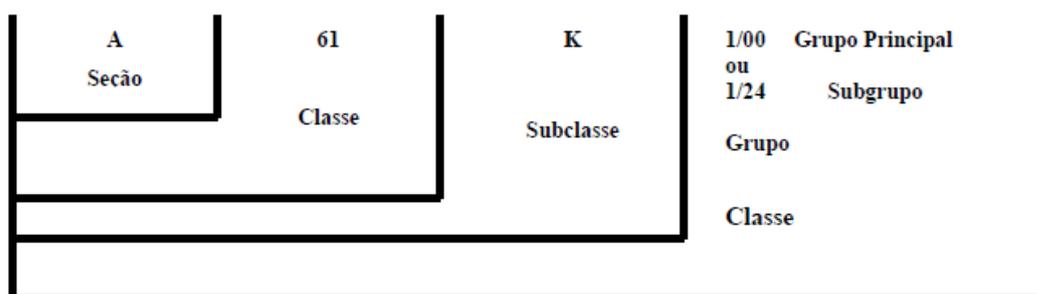


Figura 1: Mapa de distribuição. Fonte: Wanise, 2014

O patenteamento tem o papel de defender os interesses comerciais de uma maneira ofensiva e defensiva, sendo que a forma ofensiva visa proteger a liderança e manter o monopólio e a segunda tem o caráter de preservar a sobrevivência em determinada área tecnológica, (Barbieri and Alvares 2005). A Propriedade Intelectual cedida por meio de um título de patenteamento é uma certificação legal de direitos referentes a criação. A patente tem um papel estratégico importante que fornece soluções e técnicas novas para resolver problemas relacionados a produtos e processos, (Quoniam, Kniess, and Mazzieri 2014).

## 2.2 Inovação Tecnológica

A inovação tecnológica tem como principal objetivo a busca de melhores resultados econômicos por meio de novos produtos ou processos, (Carutasu 2013). A avaliação de novas ideias e conceitos de negócios, bem como o estabelecimento de métricas apropriadas de avaliação sistêmica de investimentos e gestão de novas tecnologias, são um desafio para as empresas, (Barbosa and Romero 2013).

A inovação tecnológica para os economistas vai muito além da ideia de invenção ela engloba todo o processo de implementação, ampliando a ideia de produtos, processos e serviços para práticas e políticas, (Gardner, Acharya, and Yach 2007). As empresas inovadoras tem teias complexas de relacionamento com clientes, fornecedores, institutos de pesquisas, associações industriais, que são utilizados para solucionar problemas técnicos, organizacionais e financeiros, (OOyewale, Adeyemo, and Ogunleye 2013).

## 2.3 Resíduos Eletroeletrônicos e Elementos Terra Rara

Os equipamentos eletrônicos descartados por quebras ou obsolescência são inutilizados de forma incorreta quanto ao descarte, além de serem tratados como resíduos comuns e destinados a lixões, podem até retornar para o mercado de forma clandestina, (PNUMA 2009). As placas de circuitos impressos representa atualmente, um dos segmentos com grande volume de resíduo tecnológico, sendo ela a base da indústria eletrônica, (Marques, Marrero, and de Fraga Malfatti 2013). A reciclagem além de suprir a demanda, promove um benefício ao meio ambiente em ambos aspectos que são respectivamente: a diminuição da exploração das lavras do minério de forma predatória e danosa ao planeta, a contaminação do solo e da água, pelo descarte inadequado dos equipamentos eletroeletrônicos, que são prejudicial à saúde e ao meio ambiente. A eliminação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, são chamados eWastes, e tem sido reconhecido mundialmente como uma questão importante, sendo que os componentes eletrônicos são geralmente complexos em termos da sua estrutura física e a variedade de materiais utilizados, (Groot and Van der Linde 2009).

A matéria prima utilizadas nos componentes eletroeletrônico são os elementos de terras raras que incluem o usos de fósforos em televisão a cores e monitores de tela plana (telefone celulares, DVDs portáteis e laptops), irmãs permanentes e baterias recarregáveis para híbrido e veículos elétricos geradores e turbinas eólicas, (Humphries 2012). Infelizmente, a disponibilidade da elemento de terra rara parece estar em risco, conforme (Alonso et al. 2012), tendo em vista as restrições ambientais e o monopólio da produção mundial exercido pela China. As dificuldades encontradas na ampliação da produção de elemento terra rara, fora da China, combinada com o aumento acentuado da procura de tecnologias e restrições de exportação pelos Chineses, leva a busca da reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos para aliviar a escassez de elementos terras raras, (Sprecher et al. 2014).

## 2.4 Legislação aplicável aos resíduos eletroeletrônicos

Segundo o United Nations Environmental Program – UNEP (2015), a cada ano a indústria eletrônica, que já é uma das que mais cresce no mundo, produz até 41 milhões de toneladas de lixo eletrônico provenientes de bens como computadores e smartphones. conforme o relatório “Waste Crime – waste risks: gaps in meeting the global waste challenge”, lançado em Genebra em maio de 2015, uma média de 60% a 90% destes resíduos é comercializada ilegalmente ou despejada. Além de atingir volumes preocupantes na sociedade moderna, os REEE demandam um processo de gerenciamento e destinação diferenciado, para que não causem danos ao meio ambiente e à saúde da população. No Brasil, referido assunto é

tutelado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, disposta pela Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010). A PNRS estabelece as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos; às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Em dezembro de 2010, a PNRS foi regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404. Para a gestão adequada dos resíduos sólidos, dispôs-se a responsabilidade compartilhada entre o poder público, seus geradores (fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes) e consumidores finais. Entre as determinações da Política está a implementação obrigatória de sistemas de Logística Reversa (LR) pós-consumo sob a responsabilidade de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de alguns tipos de resíduos, entre eles, os resíduos eletroeletrônicos, nos quais são focados o presente trabalho. A implantação da LR deverá ser feita por meio de acordos setoriais. Com este acordo prévio e o conhecimento da realidade, seja ela local, regional ou nacional, será possível traçar metas e ações exequíveis. Como ainda não existe um acordo setorial de REE em âmbito nacional, alguns estados como Espírito Santo, Paraná e Rio Grande do Sul têm se destacado em apresentar leis que abordam exclusivamente a gestão dos REE (Ushizima et al. 2014). Ainda precisamos avançar muito neste assunto, principalmente em consolidarmos conceitos de REE, de forma que a União, os Estados e os Municípios possam legislar com coerência e rapidez, tal qual o tema demanda.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada pode ser classificada como exploratória. O estudo foi realizado por meio de uma pesquisa preliminar nas bases de dados da EPO-Espacenet (<https://www.epo.org/searching/free/espacenet.html>), WIPO-Patentscope (<https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>) e Patentinspiration (<http://www.patentinspiration.com/>), que serviu como fonte de prospecção para delinear a linha de pesquisa.

As palavras chaves foram escolhidas com bases no objetivo da pesquisa, que é a identificação de processo de reciclagem dos elementos de terra rara. Observando ainda que os termos utilizados fora em inglês, tendo em vista que base de dados estão neste idioma.

Tabela 2:

Palavras chaves utilizadas em pesquisa.

ta= "rare earth" and ta= elect* /		
Espacenet (EPO)	Patentscope (WIPO)	Patentinspiration
11 438	403	16943
ta= "rare earth" and ta= recycl*		
699	403	696

Foi utilizado a base da EPO para coleta de dados utilizando o PatentToNet, que é uma ferramenta gratuita de buscas que permiti a produção da rede temporal dos itens bibliográficos relacionados com patente, (Reymond and Quoniam 2014).

Para realizar análise no arquivo Gephi foi realizado uma triagem na tabela da EPO para definir um parâmetro de estudo e estabelecer um critério de busca. Foi definido de acordo como objeto de análise o código C22B59/00 (obtenção de metais de terra raras) conforme a figura 01.

Símbolo	Classificação e descrição
★★★★★	<input type="checkbox"/> Y02W 30/00 Tecnologias para a gestão de resíduos sólidos ( aproveitamento do calor em combustão ou incineração de resíduos <a href="#">Y02E 20/12</a> ; combustível a partir de resíduos <a href="#">Y02E 50/30</a> ; metano a partir de resíduos para geração de energia <a href="#">Y02E 50/34</a> )
★★★★★	<input type="checkbox"/> B01J 23/00 Catalisadores compreendendo metais ou óxidos de metais ou hidróxidos, não previstas no grupo <a href="#">B01J 21/00</a> ( <a href="#">B01J 21/16</a> tem prioridade )
★★★★★	<input type="checkbox"/> C07C 17/00 Preparação de hidrocarbonetos halogenados
★★★★★	<input type="checkbox"/> B01J 27/00 Os catalisadores que compreendem os elementos ou compostos de halogêneos, enxofre, selênio, telúrio, fósforo ou azoto ; catalisadores compreendendo os compostos de carbono
★★★★★	<input type="checkbox"/> B01J 37/00 Processos, em geral, para a preparação de catalisadores ; Processos, em geral, para a activação dos catalisadores
★★★★★	<input type="checkbox"/> B01J 35/00 Os catalisadores, de um modo geral, caracterizados pela sua forma ou propriedades físicas
★★★★★	<input type="checkbox"/> C22B 7/00 Trabalhando-se matérias-primas que não sejam minérios, por exemplo, para a produção de sucata de metais não ferrosos e seus compostos; {Métodos de interesse geral ou aplicado à conquista de mais de dois metais ( briquetagem de sucata <a href="#">C22B 1/248</a> ; tratamento preliminar de sucata <a href="#">C22B 1/005</a> )}
★★★★★	<input checked="" type="checkbox"/> <b>C22B 59/00</b> <b>Obtenção de metais de terras raras</b> ←
★★★★★	<input type="checkbox"/> H01F 1/00 Ímãs ou corpos magnéticos caracterizados pelos mesmos materiais magnéticos ; selecção de materiais para suas propriedades magnéticas
★★★★★	<input type="checkbox"/> H01F 41/00 Aparelhos ou processos especialmente adaptados para fabricar ou montar os dispositivos abrangidos por esta subclasse

Figura 1: Classificação da EPO, utilizada como parâmetro de pesquisa.

#### 4. Análise dos Resultados

Os resultados obtidos após a definição do objeto de análise e a busca no PatentToNet, resultou gráfico representado na Figura 02, que destaca a China como o país que mais depositou pedido de patente sobre processo de obtenção de terra rara seguido pelo Japão e o Estados Unidos.

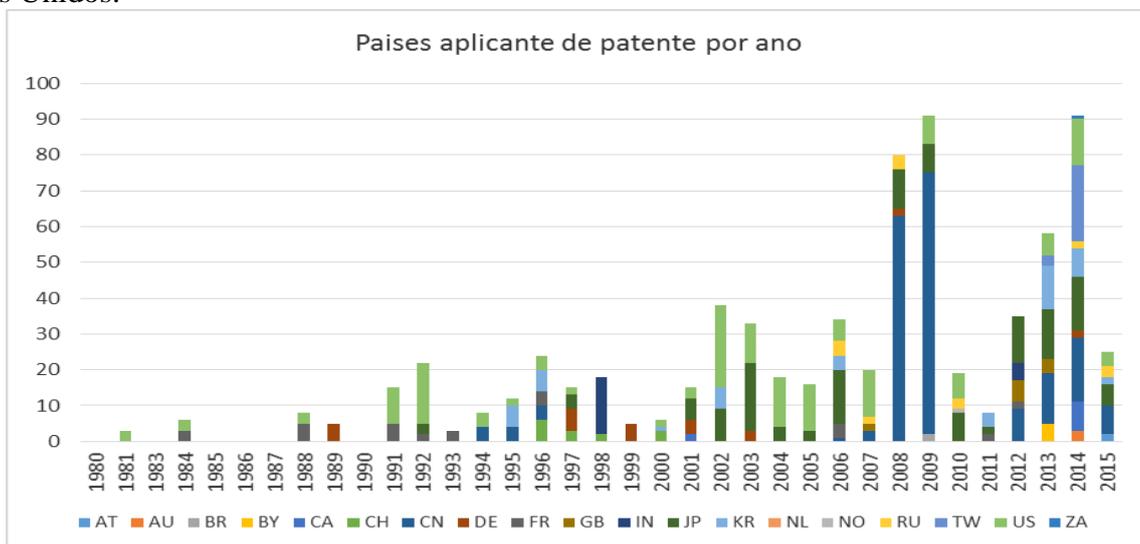


Figura 2: Gráfico de países depositantes de patentes sobre processo de obtenção de terra rara

A Figura 03, apresenta os países depositante de patente por ano e consolida a china como o país que mais solicitou registro de patente nos últimos 35 sobre processo de obtenção de terra rara

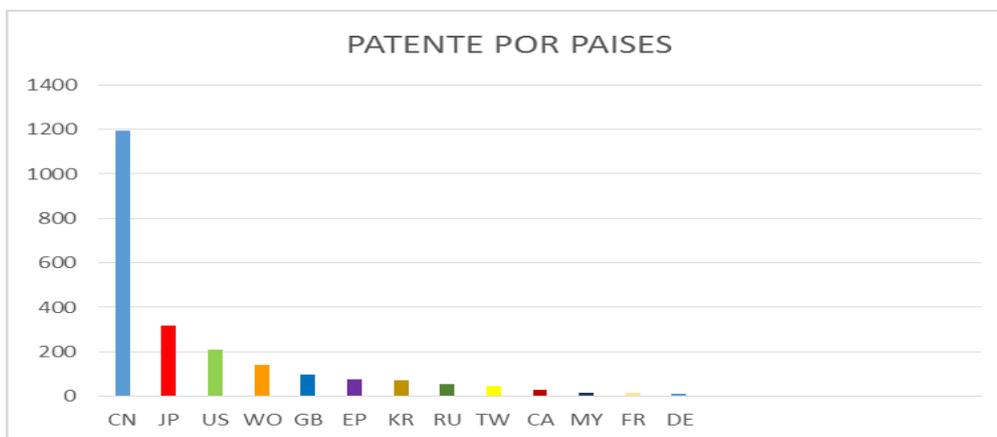


Figura 3: O gráfico ratifica a china países que mais pediram de deposito de patentes nos últimos 35 anos.

As redes de inovação tecnológica para o aproveitamento e recuperação de óxido de terra rara vem aumentando significativamente conforme representa a figura 04.

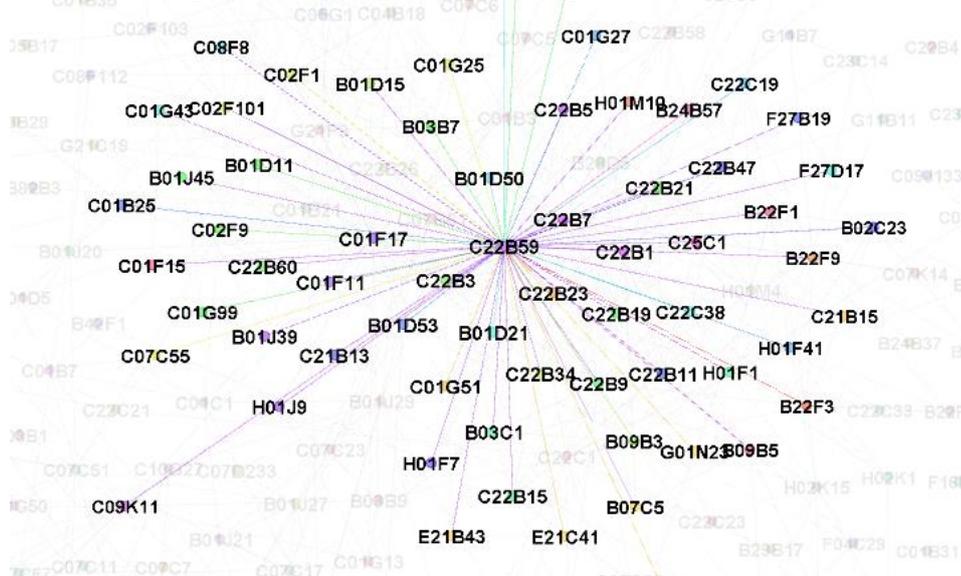


Figura 4: Rede de relacionamentos das tecnologias aplicadas na obtenção de terra rara

A figuras 5 e 6 apresentam a área de conhecimento que estão relacionado na pesquisa de obtenção de terra rara, formando uma grande rede de pesquisa que aplica várias tecnologias de diversas áreas do conhecimento.



Figura 5: Rede das várias áreas do conhecimento.

A rede da figura 06, mostra que a área de conhecimento “D- Textiles e paper” não relaciona com a rede “C- Chemistry, metallurgy”, no caso de terra rara.



Figura 6: Rede com as áreas de conhecimento envolvidas em pesquisa de reciclagem de terra rara.

A rede na figura 07, apresenta os países que estão envolvidos nas pesquisas para reaproveitamento de terra rara

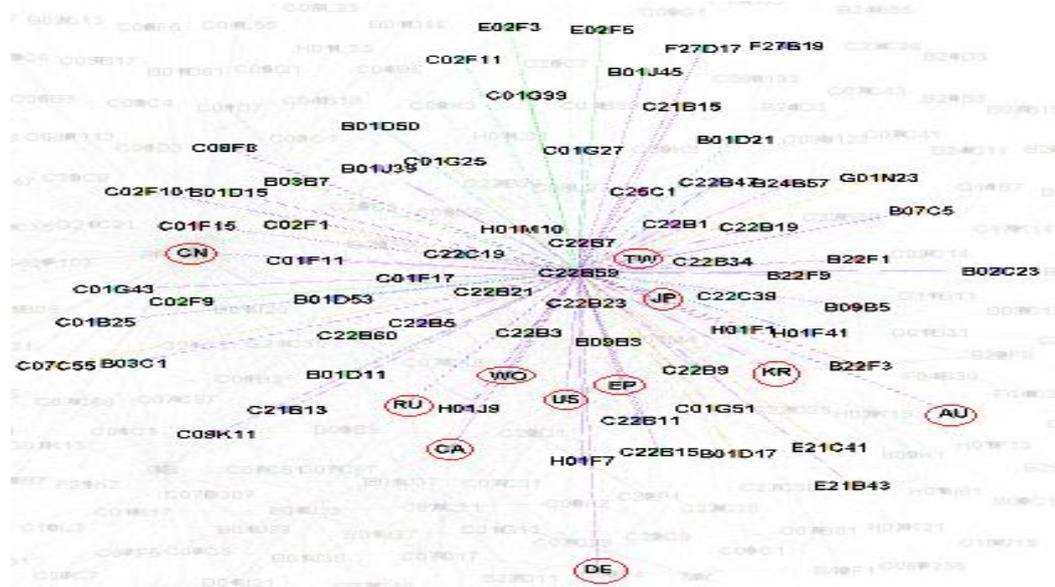


Figura 7: Rede das pesquisas e países envolvidos

A rede apresenta alguns códigos de pesquisa de terra rara de acordo com a classificação Internacional de Patentes (IPC) trazendo no o código C22B59, que concentra todas as outras pesquisas, além de apresentar os registros de patentes concedidos, deixando evidente o domínio da China nos registros de patentes, conforme figura 08.

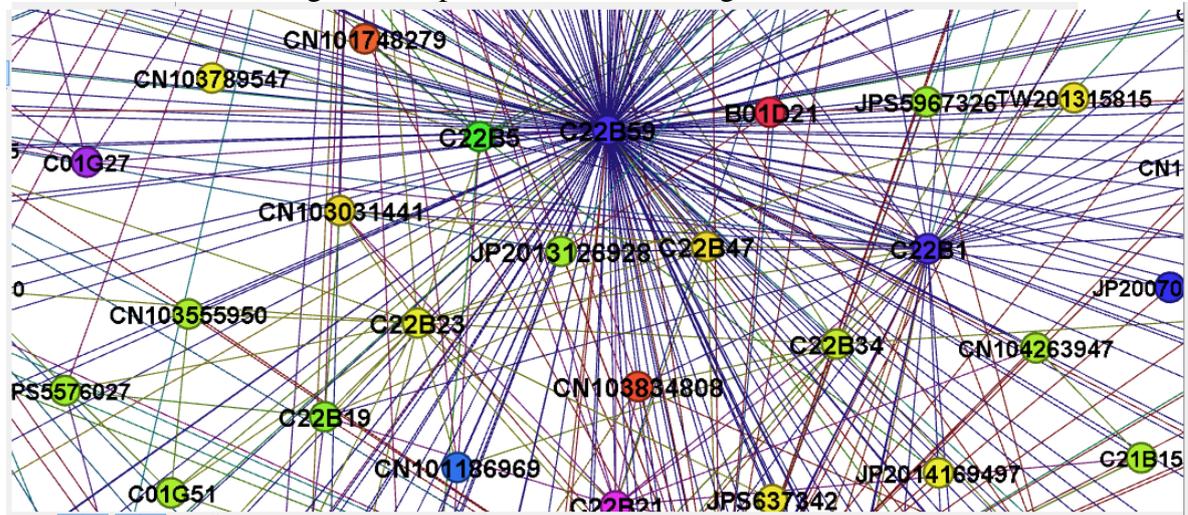


Figura 08: Rede com pesquisas e pedidos de patentes concedido

## 5. CONCLUSÃO

O presente artigo utilizou-se da classificação C22B59/00, que se refere a obtenção de metais de terras raras, foco principal da pesquisas, é importante saber que na obtenção de terras raras, por meio de reciclagem no desenvolvimento de uma patente, pode ser utilizados vários processos e técnicas com classificações do CPC (*Cooperative Patent Classification*), de diversas áreas, porém, nesta pesquisa as classificações encontradas foram “B” execução das operações : transporte, separação e mistura), “C” (químicos metalúrgicos), “H” (Eletricidade), “G” (física) e “F” (Engenharia mecânica; iluminação; aquecimento e bombas de aeração). A China, maior produtor de óxido de terras raras, possui 66,66 %, de patentes na recuperação ou obtenção de terras raras. Não obstante a isso, o Japão com 9% e o Estados Unidos com 4,5 %, também vem pesquisando e solicitando registro de patenteamento seguidos por outros países de primeiro mundo. O estudo evidencia e reforça a importância estratégica do óxido de terra rara no campo tecnológico, e apresenta uma disputa pela sustentabilidade e autonomia na produção e obtenção deste elemento. As políticas ambientais e o aumento no mercado mundial do preço do minério de terra rara, somado as cotas de exportação deste material imposta pela China, tem gerado uma grande preocupação no mercado tendo em vista que a escassez deste produto pode levar a um colapso econômico.

Podemos observado que os processos utilizados na extração, é o físico-químico, suscitando um domínio neste campo tecnológico que nos orientar na busca de melhorias no processo industrial, proporcionando uma possível captação de resíduo para reaproveitamento. As bases de dados de patentes oferecem um local fértil de conhecimento que podem ser explorados para prospectar novas tecnologias. Podemos verificar o grau de importância estratégica que os elementos de terras raras assumem diante de uma necessidade tecnológica global. E nesse sentido, a reciclagem dos eletroeletrônicos podem ser a solução para a demanda crescente desse elemento, o que nos leva a buscar novas tecnologias.

## REFERÊNCIAS

Alonso, Elisa, Andrew M. Sherman, Timothy J. Wallington, et al. 2012, Evaluating Rare Earth Element Availability: A Case with Revolutionary Demand from Clean Technologies. *Environmental Science & Technology* 46(6): 3406–3414.

Barbieri, José Carlos, and Antonio Carlos Teixeira Alvares. 2005 *Estratégia de Patenteamento E Licenciamento de Tecnologia: Conceitos E Estudo de Caso*. <http://www.spell.org.br/documentos/ver/6457/estrategia-de-patenteamento-e-licenciamento-de-tecnologia--conceitos-e-estudo-de-caso>, accessed July 24, 2015.

Barbosa, Fernando, and Fernando Romero. 2013, Business Strategies in Contexts of High Uncertainty: A Case Study on the Innovation and Internationalization Processes of a Technological Portuguese SME. *In European Conference on Innovation and Entrepreneurship* Pp. 88–95. Reading, United Kingdom: Academic Conferences International Limited. <http://search.proquest.com/docview/1508791959/12D1C68550B944AFPQ/11?accountid=43603>, accessed May 28, 2015.

Barros, Wanise Borges Gouvea, Luc Quoniam, Jorge Magalhães, and Marilena Corrêa. 2014. Patente como fonte de informação tecnológica: utilização de documentos de patente em domínio público.

Carutasu, George, 2013. Sustainable Innovation in Computer Communication and Management. *Journal of Information Systems & Operations Management*: 1–15.

Casagrande Jr, Eloy Fassi. 2004, Inovação Tecnológica E Sustentabilidade: Possíveis Ferramentas Para Uma Necessária Interface. *Revista Educação & Tecnologia*(8). <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/download/1136/733>, accessed July 16, 2015.

Dos Santos, André Moraes, Luc Quoniam, Claudia Terezinha Kniess, and David Reymond n.d. Ferramentas para extração e análise de informações em base de patentes: uma aplicação para o modelo de hélice quádrupla. <http://www.singep.org.br/3singep/resultado/401.pdf>, accessed July 22, 2015.

Gambogi, Joseph, 2015 Minerals Yearbook U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey Rare Earths [advance Release]. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.

Gardner, Charles A., Tara Acharya, and Derek Yach, 2007 Technological And Social Innovation: A Unifying New Paradigm For Global Health. *Health Affairs* 26(4): 1052–61.

Groot, D. R., and J. A. N. Van der Linde. 2009, The Processing of eWaste. Part 1. The Preparation and Characterization of a Metallic Alloy Derived from the Smelting of Printed Circuit Boards. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy* 109(12): 697–700.

Gusberti, Tomoe Daniela Hamanaka, Mariana de Freitas Dewes, Luiza Santos Cunha, and Caroline Francisco Dorneles. 2014. Mapeamento de Competências Tecnológicas Como Ferramenta Para Avaliação Da Transferência de Tecnologia Em Instituições de Pesquisa. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering* 6(11): 202–218.

Humphries, Marc. 2012, Rare Earth Elements: The Global Supply Chain. Congressional Research Service: 7–5700.

Issue, In This. 2012 September 2012 THE RARE EARTH MARKET : 44(8): 1–11.

James, Laurence P., Wendi H. Cooksey, Maeng-Eon Park, and Kyu-Youl Sung 2001 Economic and Environmental Applications for Recent Innovations of Nonferrous Metallurgy in Some Industrial Nations. *Korean Journal of Chemical Engineering* 18(6): 948–954.

Jugend, Daniel, and Sérgio Luis Da Silva. 2012, Inovação Tecnológica Em Projetos de Novos Produtos: Um Estudo Exploratório Sobre Relações Gerenciais de Integração Entre Unidades de Uma Multinacional. *Revista de Gestão E Projetos* 3(1): 29–49.

Marques, André Canal, José-María Cabrera Marrero, and Célia de Fraga Malfatti

2013 A Review of the Recycling of Non-Metallic Fractions of Printed Circuit Boards. SpringerPlus 2(1): 521.

Martins, Tereza S., and Paulo Celso Isolani. 2005 Terras Raras: Aplicações Industriais E Biológicas. Química Nova 28(1): 111–117.

Morschel, Emilio Lourenço, Dálcio Roberto dos Reis, Eloiza Aparecida Silva Ávila de Matos, and Verlaine Lia Costa. 2013. A influência da cultura organizacional no processo de inovação: o caso da águia sistemas de armazenagem em Ponta Grossa, Paraná. Review of Administration and Innovation - RAI 10(2). <http://www.revistarai.org/rai/article/view/882>, accessed July 17, 2015.

OOyewale, I., S. A. Adeyemo, and P. O. Ogunleye. 2013, Technological Innovation: An Imperative Tool for Entrepreneurship Development in Nigeria. Australian Journal of Business and Management Research 3(8): n/a.

Quoniam, Luc, Claudia Terezinha Kniess, and Marcos Rogério Mazzieri. 2014 A Patente Como Objeto de Pesquisa Em Ciências Da Informação E Comunicação. Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia E Ciência Da Informação 19(39): 243.

Reymond, David, and Luc Quoniam. 2014 PatentToNet Lexploration Libre Des Brevets Par Les Réseaux.pdf.

Santos, André Moraes Dos, Luc Quoniam, Claudia Terezinha Kniess, and David Reymond. 2014. Ferramentas para extração e análise de informações em base de patentes: uma aplicação para o modelo de hélice quártupla. Anais Do III SINGEP E II S2IS – São Paulo – SP – Brasil – 09, 10 E 11/11/2014.

Sprecher, Benjamin, Yanping Xiao, Allan Walton, et al. 2014, Life Cycle Inventory of the Production of Rare Earths and the Subsequent Production of NdFeB Rare Earth Permanent Magnets. Environmental Science & Technology 48(7): 3951–3958.