



FERRAMENTAS PARA EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES EM BASE DE PATENTES: UMA APLICAÇÃO PARA O MODELO DE HÉLICE QUÍNTUPLA

ANDRÉ MORAES DOS SANTOS

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
amsantos@univali.br

LUC QUONIAM

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
quoniam@univ-tln.fr

CLAUDIA TEREZINHA KNISS

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
kniesscl@yahoo.com.br

DAVID REYMOND

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
david.reymond@univ-tln.fr



FERRAMENTAS PARA EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES EM BASE DE PATENTES: UMA APLICAÇÃO PARA O MODELO DE HÉLICE QUÍNTUPLA

Resumo

Neste artigo, demonstramos como o uso de ferramentas de software, aplicadas a base internacional de patentes, pode ser utilizada para analisar relações de um sistema de inovações com base no modelo de hélice quántupla. O modelo de Hélice Quántupla considera que a efetividade de um sistema de inovação depende do resultado da interação entre cinco elementos: (1) universidade, (2) empresa, (3) governo (4) sociedade civil e (5) ambiente sócio ecológico. O foco da quinta hélice está na sustentabilidade do processo de crescimento econômico e inovação, orientado para as relações com o ambiente natural. O caso escolhido foi a recuperação (reciclagem) de terras raras, um conjunto de substâncias de alto valor econômico para a indústria eletrônica, grande impacto estratégico (90% do fornecimento é controlado pela China) mas que geram grandes impactos ambientais. A pesquisa por patentes na reciclagem de terras raras foi realizada na base internacional de patentes Espacenet, que contém mais de 80 milhões de documentos de patentes. Foram encontradas 1603 patentes, cobrindo um período desde 1908 até 2014. Com base na análise tecnométrica das patentes, foi possível identificar relações descritas no modelo de Hélice Quántupla, bem como mapear a estrutura tecnológica do campo.

Palavras-chave: Hélice Quántupla, patentes, sistemas de inovação, sustentabilidade

Abstract

In this paper, we show how the use of software tools, applied to international patent database, can be used to analyze relationships of a system based on the quintuple helix innovation model. The model Helix posits that the effectiveness of an innovation system depends on the result of the interaction of five elements: (1) university (2) business, (3) Government (4) civil society and (5) socio ecological environment. The focus of the fifth helix is the sustainability of the economic growth and innovation process-oriented relations with the natural environment. The case chosen for this research are the recovery (recycling) of rare earths, a group of substances of high economic value to the electronics industry, large strategic impact (90% of supply is controlled by China) but that generate large environmental impacts. The search for patents in the recycling of rare earths was carried out based on the international patent Spacenet, which contains over 80 million patent documents. 1603 patents were found, covering a period from 1908 to 2014. Based on patent analysis tools and techniques, it was possible to identify relationships described in the Quintuple Helix Model and map the technological structure of the field.

Keywords: Quintuple Helix Model, patents, innovation systems, sustainability



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

1 Introdução

Governos, pesquisadores, sociedade civil e empresas são frequentemente confrontados com a acelerada taxa de mudança e inovação no ambiente científico e tecnológico. Para auxiliar na compreensão das relações deste ambiente de inovação, o modelo de hélice quártupla “se baseia, e se especializa, no conjunto das interações sociais e intercâmbios acadêmicos em um Estado (estado-nação) com o objetivo de promover e evidenciar um sistema cooperativo de conhecimentos, habilidades e inovações para um desenvolvimento mais sustentável (Carayannis & Campbell, 2010, p. 62).

Uma forma de obter informações para compreender o contexto tecnológico e estratégico de uma área é através dos dados de registros de patentes. As patentes podem ser excelentes fontes para apoiar o desenvolvimento tecnológico, formulação de políticas públicas, estratégias empresariais e análise do desenvolvimento científico-tecnológico (Y. Jeong & Yoon, 2014; Tekic, Drazic, Kukolj, & Vitas, 2014). Como fonte de informação, a patente contém a descrição necessária para a reprodução daquilo que está sendo patenteado, além de informações sobre famílias de patentes, conhecimentos prévios, aplicação geográfica, entre outros indicadores (Abbas, Zhang, & Khan, 2014). Também, independente da língua do país depositário, a patente possui registro bibliográfico na língua inglesa, tornando seu conteúdo internacionalmente disponível (Quoniam, Kniess, & Mazzieri, 2014). Além disso, as patentes possuem grande relevância no processo de inovação e interação universidade-indústria, pois refletem a força competitiva da ciência e da tecnologia, o nível da capacidade de inovação tecnológica e o grau de desenvolvimento dos mercados técnicos. Também despertam a visão para aspectos importantes da propriedade intelectual e da capacidade das competências centrais de uma empresa (Barroso, Quoniam, & Pacheco, 2009; Xu, 2010).

Se por um lado as patentes constituem uma importante base de conhecimento, por outro, os métodos e tecnologias para extrair as informações destas bases ainda carecem de melhorias para tratarem as relações em sua complexidade (Chung, 2014; C. Jeong & Kim, 2014; Meyer, Grant, Morlacchi, & Weckowska, 2014). Neste sentido, o questionamento que motiva este estudo é: Como utilizar artefatos tecnológicos para conhecer (identificar, mapear e monitorar) as relações de um modelo de hélice quártupla em campo de interesse a partir de uma base de dados de patentes?

Com o objetivo de demonstrar a aplicação de artefatos tecnológicos para conhecer (identificar, mapear e monitorar) as relações de um modelo de hélice quártupla, o campo de interesse escolhido para esta pesquisa foi a recuperação de terras raras. As terras raras são um conjunto de elementos químicos metálicos estratégicos para a produção de catalizadores, equipamentos eletrônicos, entre outras aplicações. Entre 2000 e 2012, a China tornou-se o principal fornecedor mundial de terras raras, respondendo por 95% do suprimento. Isto tem gerado uma preocupação estratégica com a oferta de terras raras pela comunidade internacional, levando os governos, indústrias e pesquisadores buscarem soluções para o problema (Binnemans et al., 2013; França, 2012). A necessidade de obtenção de terras raras também pode ser uma solução ao problema ambiental do lixo eletrônico. Estima-se que anualmente sejam geradas mais de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico no mundo. (Sthiannopkao & Wong, 2013). Porém, o lixo eletrônico pode conter quantidades significativas de terras-raras. Tudo isto torna o tema relevante sob o aspecto econômico, social e ecológico.

2 Referencial Teórico

2.1 Sistema de Inovação e o Modelo de Hélice Quártupla



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

O quadro teórico de referência para as relações de um sistema nacional de inovação tem como base o modelo de hélice quintupla (Carayannis, Barth, & Campbell, 2012). O modelo de hélice quintupla é uma expansão do tradicional modelo de hélice tripla - o qual considera as interações de governo, empresas e universidades (Etzkowitz, 2003; Leydesdorff, 2012) – e inclui a sociedade civil e o ambiente ecológico natural desta sociedade. Nesta visão, as necessidades ecológicas também são direcionadoras da produção de conhecimento e inovação, compondo uma relação sinérgica entre sociedade, economia e ecologia (Carayannis & Campbell, 2010). O modelo de hélice quintupla é “um modelo que se baseia, e se especializa, no conjunto das interações sociais e intercâmbios acadêmicos em um Estado (estado-nação) com o objetivo de promover e evidenciar um sistema cooperativo de conhecimentos, habilidades e inovações para um desenvolvimento mais sustentável (Carayannis & Campbell, 2010, p. 62). Ainda que o núcleo de um sistema de inovação seja a articulação, produção e transferência de conhecimento e recursos entre universidades, empresas e governos, deve-se considerar que o futuro da própria civilização humana depende do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e o ambiente natural (Samadi-Miarkolaei & Samadi-Miarkolaei, 2014).

2.2 Artefatos tecnológicos para análise de informações

Algumas das principais fontes de informações para a análise dos sistemas de inovação estão nas bases de dados da web profunda, como, por exemplo, produção científica, patentes, instituições e programas de fomento. Em função da complexidade e do grande volume das informações destas bases, são necessários modelos e artefatos específicos para a obtenção e análise destes dados. A web profunda é o termo utilizado para referir-se ao conjunto de informações disponíveis em bases e sites específicos que não estão acessíveis através dos mecanismos de busca tradicionais, como o Google, por exemplo (Boutet & Quoniam, 2012; Brin & Page, 1998). Entretanto, estima-se que seu volume seja quinhentas vezes maior do que a web visível (Bergman, 2001; Liu, Wang, & Agrawal, 2012). Para realizar pesquisas complexas e em diferentes bases de dados da web profunda, pesquisadores e profissionais têm desenvolvido e aplicado ferramentas específicas para a mineração e análise de informações como, por exemplo, agentes inteligentes e mecanismos de crawler, mining e scraping. (Agarwal, Bharat Bhushan & Dhall, Shivangi, 2010; Ferrara, De Meo, Fiumara, & Baumgartner, 2012; Mena-Chalco, Junior, & Marcondes, 2009; Zhang, Du, & Wang, 2013).

A base científica para o desenvolvimento de artefatos no campo da tecnologia da informação pode ser encontrada na ciência do design, tradução livre do inglês design Science. A ciência do design preocupa-se com o conhecimento para a concepção e desenvolvimento de artefatos tecnológicos para a solução de problemas do mundo real (Hevner & Chatterjee, 2010; Van Aken, 2005) Os resultados das pesquisas da ciência do design são constructos, modelos, métodos e instâncias de soluções tecnológicas (March & Smith, 1995).

2.3 Patentes como base de conhecimento

As patentes podem ser utilizadas como base de conhecimento tanto para a aquisição quanto para transferência de tecnologias. Base de dados como a European Patente Office (EPO) e o World Intellectual Property Organization (WIPO) disponibilizam mais de mais de 70 milhões de documentos de patentes, o que corresponde a ,aproximadamente 1,4 bilhões de páginas (Quoniam et al., 2014). O grande gargalo para a utilização destes conhecimentos são os meios para acessa-los. Embora existam alguns softwares de pesquisa, em sua maioria são ferramentas proprietárias cujo o custo e impossibilidade de adaptação limitam o seu uso. Uma



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

alternativa são os softwares livres e de código aberto, como, por exemplo o PatentToNet (Reymond & Quoniam, 2014).

2.4 Análise de redes em patentes.

A análise de redes é uma técnica utilizada para a análise das relações existentes entre diferentes atores em um determinado campo de estudo (Wasserman, 1994). Nas pesquisas em patentes, a análise de redes pode ser utilizada para identificar redes de cooperação, interações entre atores públicos e privados, bases tecnológicas, entre outros padrões estruturais dos relacionamentos estabelecidos em forma de rede (Sternitzke, Bartkowski, & Schramm, 2008). As métricas mais comumente utilizadas para a análise dos nós de uma rede social são as medidas de centralidade de informação (degree ou degree centrality), centralidade de proximidade (closeness centrality) e centralidade de intermediação (betweenness centrality) (Freeman, 1979). A centralidade de informação reflete a importância individual de um nó em uma rede social e corresponde ao número de conexões ou laços diretos que este nó estabelece com os demais. Geralmente a centralidade está associada a poder, controle de recursos e capacidade de impactar os demais nós da rede (Freeman, 1979). A centralidade de proximidade considera a distância de um nó a todos os demais nós da rede, em que um nó com altos índices de centralidade de proximidade possui maior acesso aos demais elementos da rede, aumentando sua capacidade de intercâmbio de informações. Nós com baixa centralidade de proximidade geralmente são mais periféricos e apresentam menor capacidade de interação e troca de informações com os demais nós (Freeman, 1979). A centralidade de intermediação mensura o quão frequente um determinado nó está intermediando a relação entre todas as combinações de pares de outros nós. Quanto mais um nó é necessário para que outros nós se conectem, maior é a sua centralidade e capacidade para controlar ou influenciar a rede. Um nó com grande centralidade de intermediação torna os demais nós dependentes para acessarem o restante da rede (Freeman, 1979).

3. Método

O método de pesquisa adotado nesta pesquisa foi a pesquisa-Ação. A pesquisa-ação tem sido utilizada pela área de sistemas de informações com o propósito de gerar conhecimento a partir da solução de problemas práticos (Baskerville & Myers, 2004). Assim, o desenvolvimento de processos e softwares para a análise das informações disponíveis nas bases de patentes caracteriza-se como uma forma de pesquisa ação, combinando o contexto social com a engenharia de sistemas. O método de pesquisa-ação possui uma sequência lógica e recursiva de etapas que inicia-se com o diagnóstico do problema, planejamento da ação, realização da ação, avaliação e reflexão (aprendizagem) sobre os resultados (Burstein & Gregor, 1999; Susman & Evered, 1978).

O diagnóstico do problema foi definido como a busca de processos e tecnologias (ferramentas) para a extração de conhecimento das bases de patentes. O assunto de reciclagem de terras raras foi escolhido por sua relevância estratégica e social. No planejamento, foram selecionadas as tecnologias e processos a serem empregados para a extração e análise de informações da base de patentes. A ação efetiva ocorreu no uso destes processos e ferramentais, com a devida extração do conhecimento das bases. O desenvolvimento de artefatos para recuperação e análise de dados envolveu a definição dos requisitos de extração (entradas), a consulta e recuperação das informações nas diferentes bases; tratamento e



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

extração das informações para o formato de banco de dados; a análise e apresentação dos resultados integrados. Por fim, na fase de avaliação e aprendizagem, foi realizada a reflexão sobre a experiência do desenvolvimento e uso da ferramenta.

Como ferramenta para a extração de dados, foi utilizado o software PatentToNet. A escolha ocorreu por ser um programa de código aberto e que possui as seguintes funcionalidades (Reymond & Quoniam, 2014):

- Busca a lista de patentes num formato que permite a construção de consultas complexas, utilizando um nome de arquivo colocado como parâmetro para formar a lista de resultados;
- Utiliza o resultado obtido na busca para fornecer os dados bibliométricos (inventores, datas, país, classificação e status);
- Possui algoritmos que possibilita uma rede temporal de entrada bibliográficas associadas as patentes e seus atributos que permite a manipulação e exploração das informações colhidas de cada patente criando um gráfico completo dos dados.

Por ser um software de código aberto, baseado em Python, o PatentToNet pode receber melhorias em suas funcionalidades de tratamento e filtragem das informações colhidas na base de dados de patentes. A expectativa é que este software, não só ajude na busca das patentes existentes mas contribua na análise dos vários fatores envolvidos no processo de P&D. A implementação de mecanismo de triangulação dos dados pode fornecer informações como a disseminação do conhecimento, dinâmica regional e bases tecnológica. A software PatentToNet também permite recuperar informações dos relacionamentos de rede em uma base de patentes como co-inventores e co-agentes e suas sub-redes buscando obter com isso os cruzamentos tecnológicos, interesse nacional protegido (tecnologia), Inventor e Tecnologia, Inventor e Empresas (Inventor-Agent).

Para a análise dos dados foi utilizado o software Gephi, um poderoso aplicativo para a análise de redes, que também possui código aberto e de livre distribuição (Bastian, Heymann, Jacomy, & others, 2009).

O contexto de aplicação: terras raras

Os elementos de terra rara estão presentes no nosso cotidiano em vários equipamentos tecnológicos como baterias de celulares, circuitos eletrônicos, carros híbridos e elétricos, chips de computadores, catalisadores químicos; fósforos para monitores, televisão e iluminação; conversores catalíticos, polimento de vidro, telefones celulares, laptops, ímãs, refino de petróleo, turbinas eólicas e painéis solares. As terras raras são 17 elementos químicos, mas que diferem no número de elétrons em uma das camadas da eletrosfera do átomo. São agrupados em família na tabela periódica e quimicamente muito parecidos. Os 15 primeiros citados pertence à família dos Lantanídeos e os dois últimos a família dos metais de transição conforme segue: Lantânio (La), Cério (Ce), Praseodímio (Pr), Neodímio (Nd), Promécio (Pm), Samário (Sm), Európio (Eu), Gadolínio (Gd), Téribo (Tb), Disprósio (Dy), Hólmio (Ho), Érbio (Er), Túlio (Tm), Itéribo (Yb), Lutécio (Lu), Escândio (Sc), Ítrio (Y).

A China começou a aparecer como grande produtor de metais terras raras no meado da década de 80 e a partir de então sua produção vem crescendo ano após ano, tornando-se o maior fornecedor dessa matéria prima aos países desenvolvidos. A China teve a seu favor na conquista desta liderança uma grande reserva natural de minério terras raras, mão de obra



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

barata que lhe permite extrair os minerais a preços mais baixos e a falta de restrições ambientais. Esses fatores foram suficientes para provocar o fechamento de várias minas de extração do minério terra rara no mundo a fora inclusive no Brasil. (Rocio, Silva, Carvalho, & Cardoso, 2012).

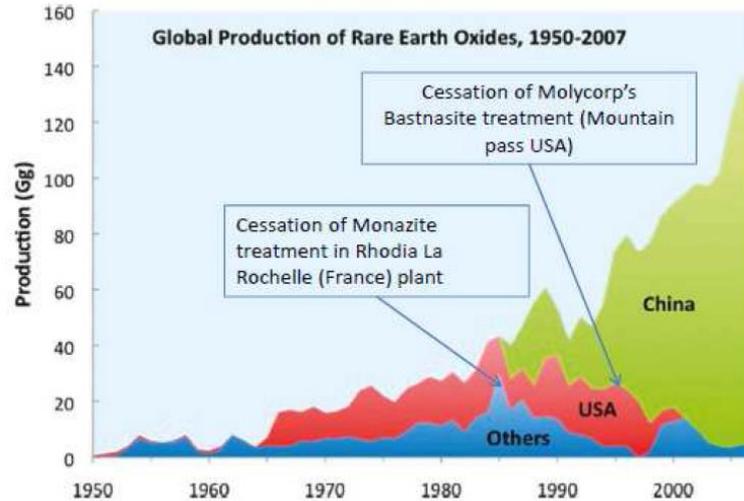


Figura 1 – Produção Mundial de Terra Rara

Fonte: Lima, (2012, p. 7).

Segundo estimativas internacionais, a China é responsável por 95% da produção e dona de 36% das reservas conhecidas. O valor do mercado mundial dos óxidos de terras raras é da ordem de US\$ 5 bilhões anuais. O maior produtor e fornecedor desta matéria prima, até então era a China, porém este cenário está mudando, tendo em vista, que a China tem aumentado o seu consumo interno desta matéria prima em sua própria produção industrial e começado a impor restrições ambientais na produção do minério de terra rara e isso está elevando o custo desta matéria prima. (Rocio et al., 2012). Em 2012 a China produziu 85 por cento dos minérios terra rara no mundo e consumiu 70 por cento deste suprimento (Binnemans et al., 2013). O domínio da produção da China elevou os preços de todos os terras raras a partir de 2008, algumas REEs tiveram o preço elevados vinte vezes ou mais. Isso fez com que os outros países buscassem soluções reabrindo suas antigas minas ou fazendo grandes descobertas como no Canadá e Groenlândia para Madagascar e Malawi. O que forçou os preços a recuar chegando a cair o preço em 70% ou mais, após um pico em 2011, conforme a tabela a baixo.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

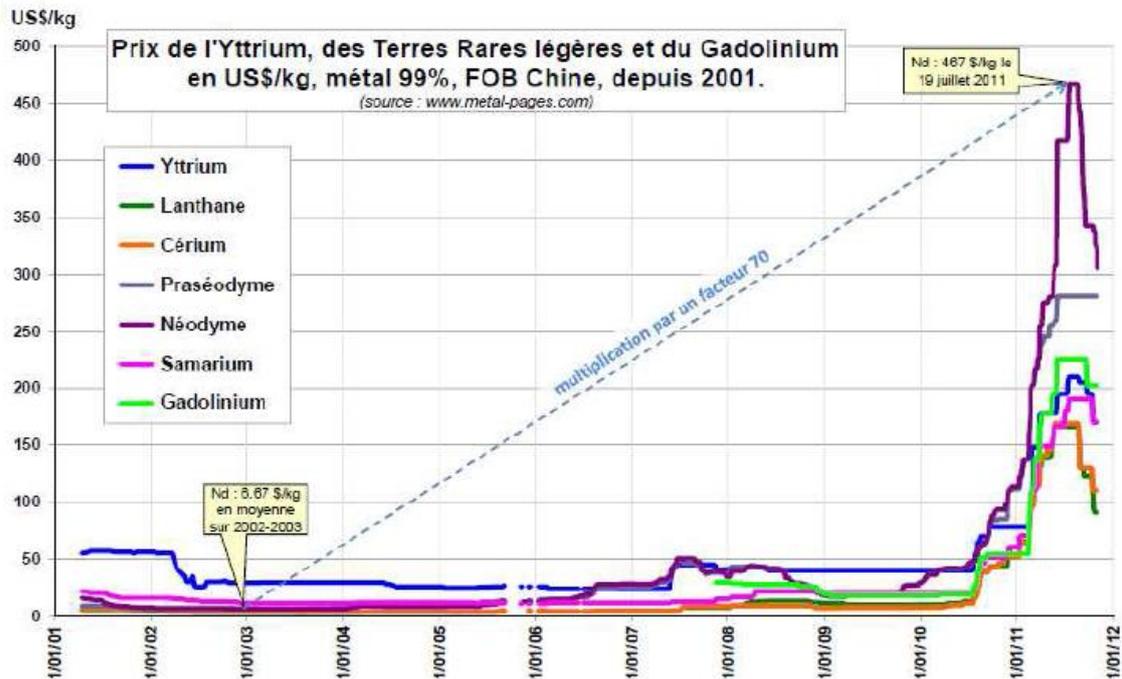


Figura 2 – Preços Mundias de Terra Rara

Fonte: Lima, (2012, p. 8).

O monopólio da China e o aumento do preço dos terras raras despertou a preocupação de vários países como o EUA, Japão, Austrália, Índia, Vietnã, Rússia e Brasil, que estão buscando alternativa para sua autossuficiência com exceção do Japão os demais países estão buscando novas jazidas em seus territórios. O Japão através de seus cientistas descobriu uma quantidade significativa de elementos terras raras no fundo do Oceano Pacífico e a mesma constatação foi feita na lama existente na Jamaica. (Rocio et al., 2012)

4. Análise dos resultados

Para a extração dos dados, a ferramenta PatentToNet foi instalada em um servidor específico, com uma configuração de 32Gb de memória RAM, Processador Intel i7, 1Tb de disco rígido e 100Mb de conexão de internet, rodando sistema operacional Ubuntu e Python 2.7.

A pesquisa com o PatentToNet foi realizada na base de dados Espacenet, que reúne as principais bases regionais e internacionais de patentes. A busca foi feita em maio de 2014 e utilizou-se os termos “rare earth” e “recycling”. Ao total, foram recuperadas 1603 patentes, cobrindo um período desde 1908 até 2014. Ao todo, foram recuperados mais de 50Mb de dados e o tempo total para a extração foi de 36 horas.

A seguir serão apresentadas as análises realizadas com base nos dados extraídos.

4.1 Evolução do número de patentes

Conforme a Figura 5, observa-se o crescimento exponencial e acelerado das patentes em terras raras principalmente na última década. Isto coincide com o crescimento da demanda



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

e simultânea restrição da oferta mundial das terras raras, decorrentes da posição estratégica assumida pela China.

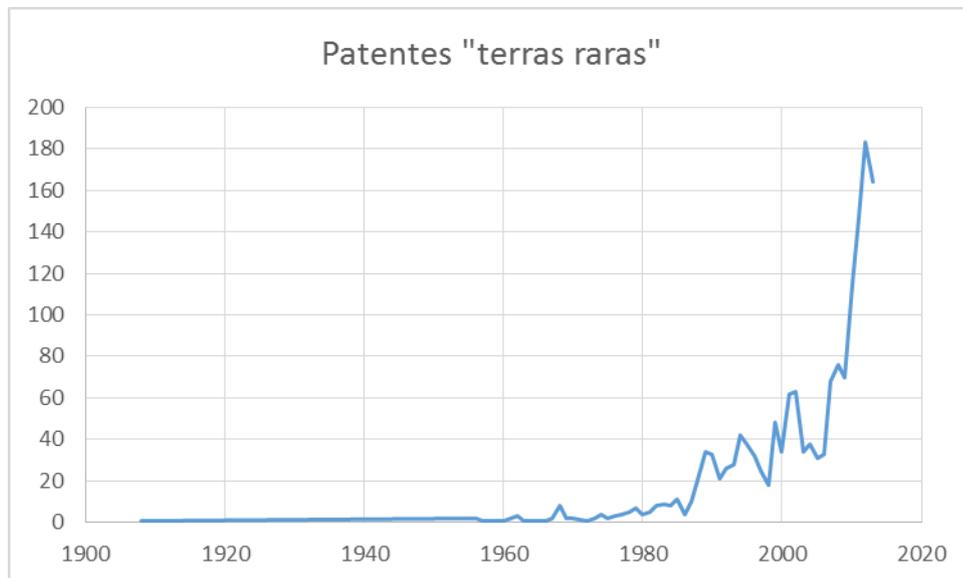


Figura 5 – Patentes anuais em “terras raras”

A predominância da China também ser revelada na análise da regionalidade das patentes. Utilizando-se a análise de redes, com o apoio do software livre Gephi, foi possível representar as relações entre as patentes e os países de aplicação. Conforme pode-se observar na Figura 6, a China possui representatividade expressiva, sendo seguida pelo Japão e Estados Unidos.

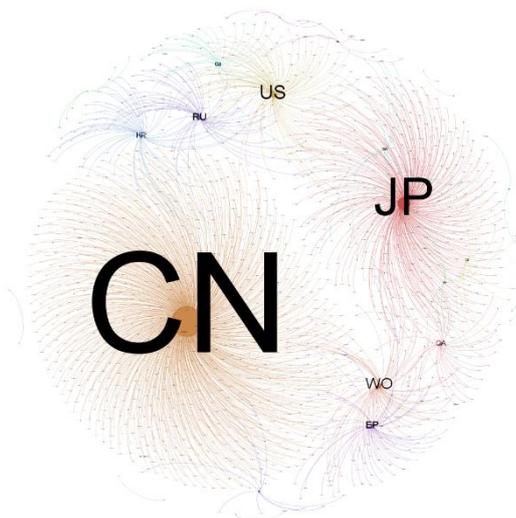


Figura 6 - Relações entre patentes e país de aplicação

Para analisar os principais aplicantes, ou seja, empresas ou organizações que depositaram patentes, utilizamos a relação com os códigos de patentes no nível IPC4. Devido às limitações de espaço restringimos a análise para este artigo a empresa central, identificada na Figura 7 como Matsushita, uma empresa do grupo Panasonic. De fato, os resultados podem ser melhor analisados utilizando a visualização em equipamento computacional que permite a visualização da rede em tamanhos apropriados.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

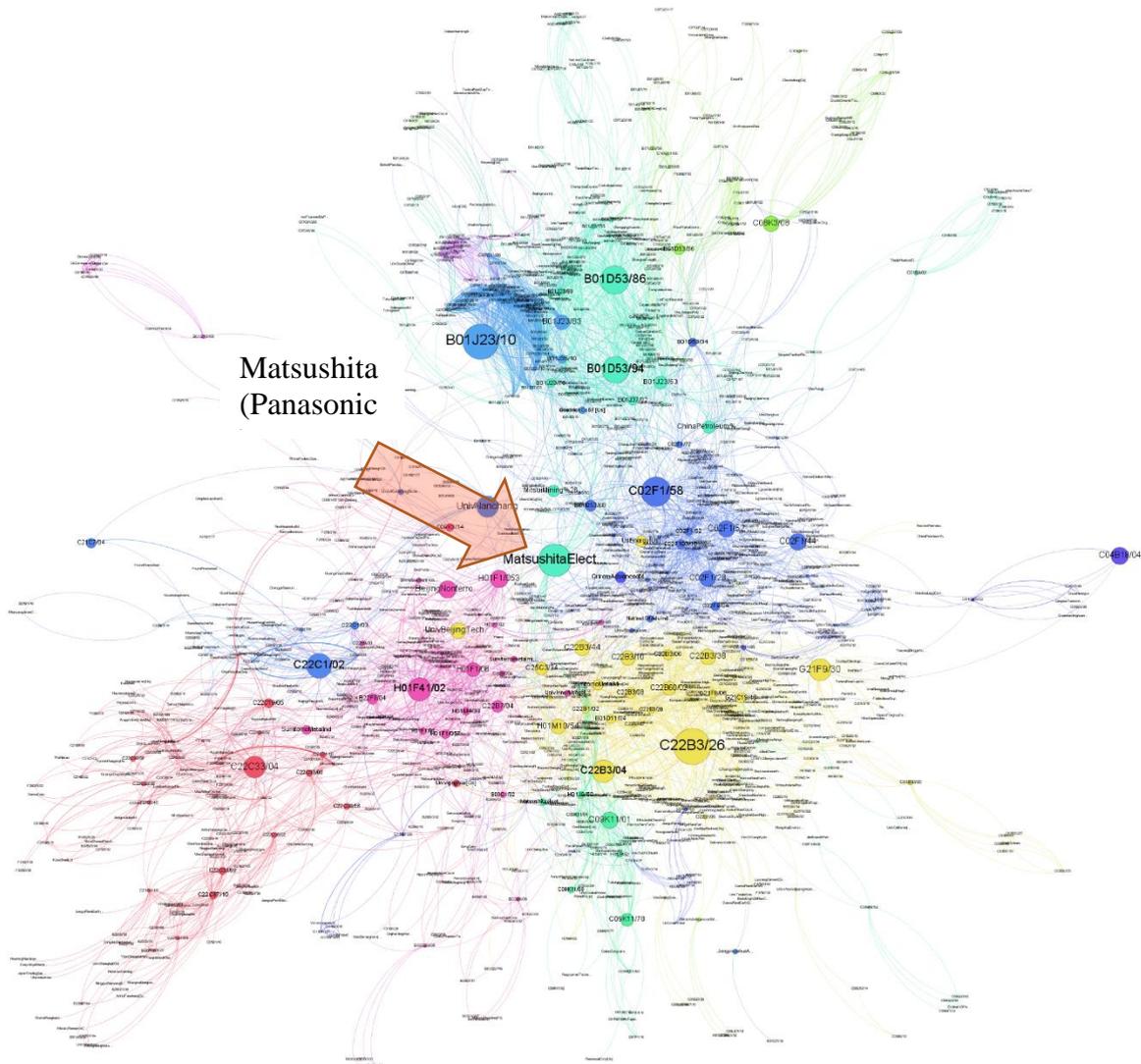


Figura 7 – Relação entre aplicantes e patentes

O mapeamento das áreas IPC foi outra análise realizada. A Classificação Internacional de Patentes (IPC) é uma descrição tipificadora da tecnologia em questão. Quando um registro de patente é realizado, uma equipe de especialistas analisa a patente e indica quais códigos IPC's descrevem aquela patente. Logo, o mapeamento do IPC reflete a estrutura das bases tecnológicas em que as patentes estão calcadas. Na Figura 8 é possível verificar que as tecnologias para a produção ou refino de materiais metálicos (C22B) apresentam o maior número de ligações com as patentes depositadas. Explorando-se os subníveis da classificação é possível obter informações mais detalhadas sobre a função tecnológica da patente.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

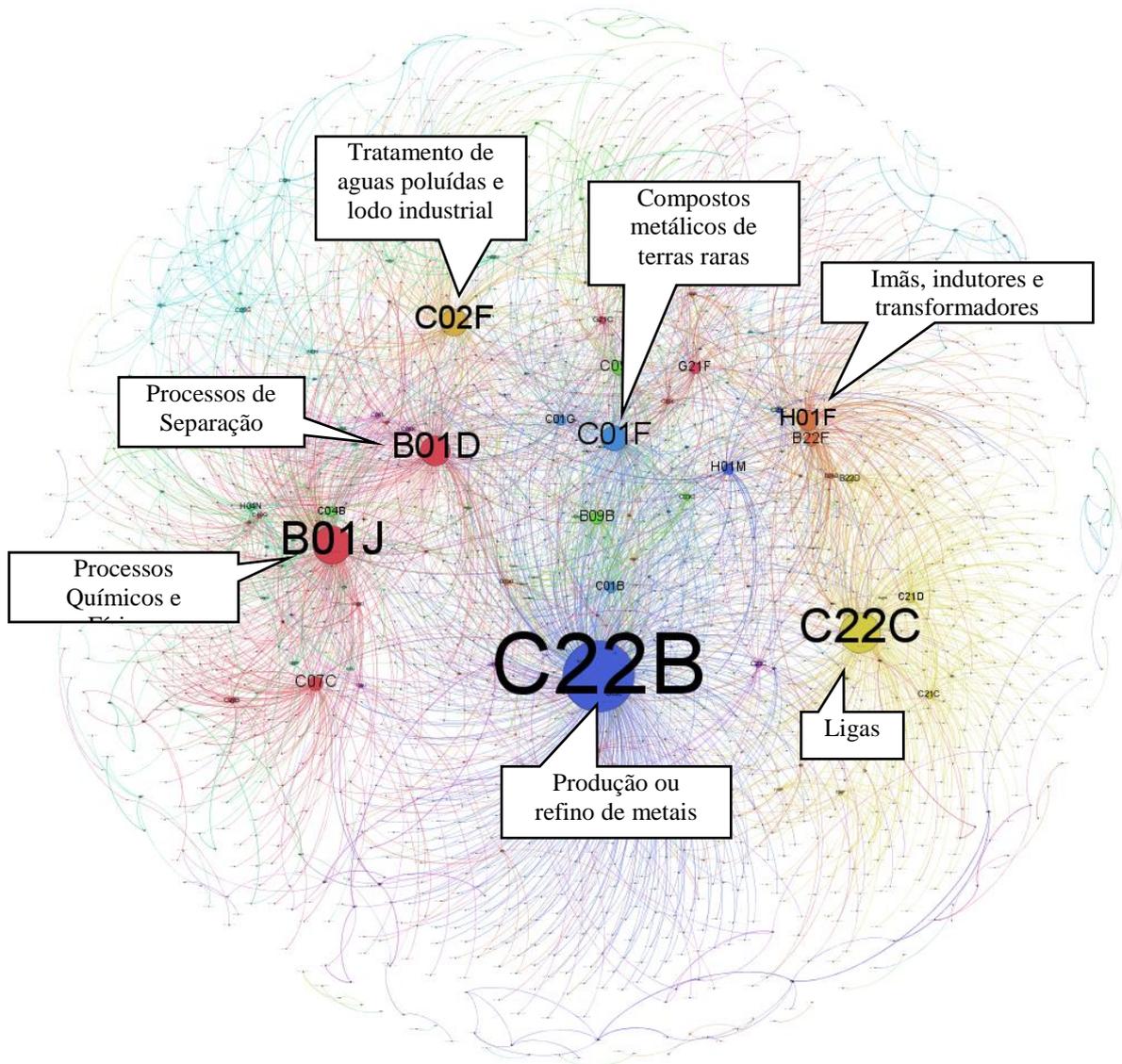


Figura 8 – Relação entre IPC nível 4 das patentes

Por fim, utilizamos as ferramentas de análise de redes para verificar possíveis interações de acordo com o modelo de hélice quántupla. As relações podem representar as interações entre governo empresas e institutos de pesquisa, compondo a base de um sistema de inovação (Etzkowitz, 2003; Leydesdorff, 2012). Utilizando as relações entre depositante e inventor, foi possível verificar ligações entre pesquisadores que atuam, ou atuaram, em diferentes organizações. Isto é uma evidência da possibilidade de interação entre institutos de pesquisas e empresas. Na Figura 9 é possível verificar um exemplo desta relação entre empresas e universidades chinesas (em vermelho) por meio dos inventores (em azul).



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

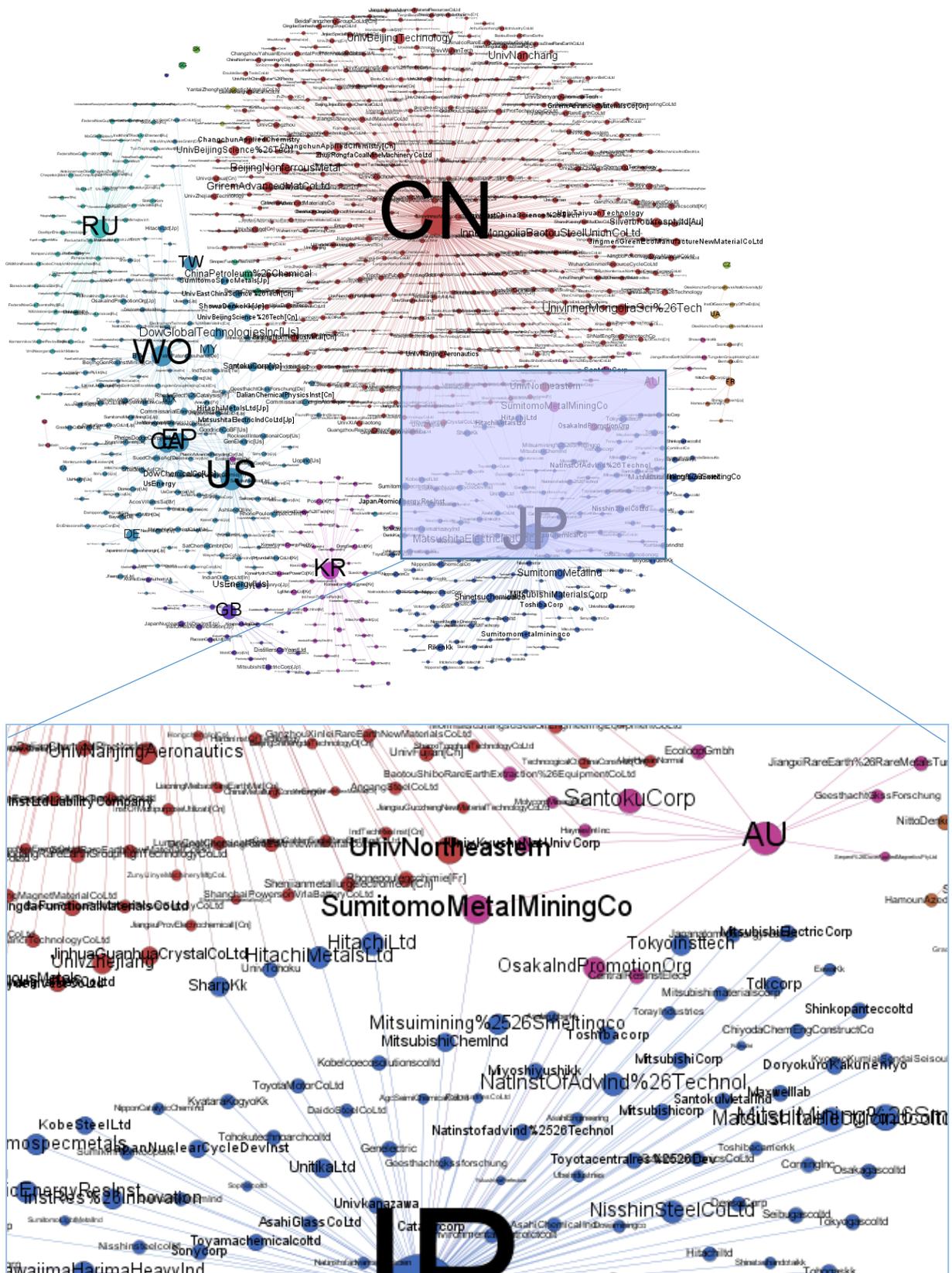


Figura 10. – Aplicantes e países.



5. Considerações finais

Com esta pesquisa, foi possível demonstrar a viabilidade do uso de artefatos tecnológicos para conhecer (identificar, mapear e monitorar) as relações de um modelo de hélice quádrupla em campo de interesse a partir de uma base de dados de patentes.

Agentes governamentais, pesquisadores e executivos estão em constante desafio no alcance de seus objetivos frente a acelerada taxa de mudança e inovação no ambiente científico e tecnológico. Para prosperar em suas metas, é importante compreender o contexto tecnológico e estratégico das áreas de inovação. Neste contexto, este estudo buscou contribuir para o uso das patentes como fontes para apoiar o desenvolvimento tecnológico, formulação de políticas públicas, estratégias empresariais e análise do desenvolvimento científico-tecnológico.

Com esta pesquisa, foi possível demonstrar a viabilidade do uso de artefatos tecnológicos para conhecer (identificar, mapear e monitorar) as relações de um modelo de hélice quádrupla em campo de interesse a partir de uma base de dados de patentes. A partir deste estudo inicial, é possível avançar para a identificação de outras relações presentes no modelo de hélice quádrupla que não são comumente cobertos pelas informações disponíveis em bases de patentes, como a interação com a sociedade civil, por exemplo.

6. Bibliografia

Abbas, A., Zhang, L., & Khan, S. U. (2014). A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information*, 37, 3–13. doi:10.1016/j.wpi.2013.12.006

Agarwal, Bharat Bhushan, & Dhall, Shivangi. (2010). Web mining: information and pattern discovery on the world wide web, 1(1). Recuperado de http://ijstm.com/papers/bharat_1003.pdf

Barroso, W., Quoniam, L., & Pacheco, E. (2009). Patents as technological information in Latin America. *World Patent Information*, 31(3), 207–215.

Baskerville, R., & Myers, M. D. (2004). Special issue on action research in information systems: making is research relevant to practice--foreword. *Mis Quarterly*, 28(3), 329–335.

Bastian, M., Heymann, S., Jacomy, M., & others. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *ICWSM*, 8, 361–362.

Bergman, M. K. (2001). White paper: the deep web: surfacing hidden value. *Journal of electronic publishing*, 7(1). Recuperado de <http://quod.lib.umich.edu/cgi/t/text/idx/jep/3336451.0007.104/--white-paper-the-deep-web-surfacing-hidden-value?rgn=main;view=fulltext>

Binnemans, K., Jones, P. T., Blanpain, B., Van Gerven, T., Yang, Y., Walton, A., & Buchert, M. (2013). Recycling of rare earths: a critical review. *Journal of Cleaner Production*, 51, 1–22.

Boutet, C.-V., & Quoniam, L. (2012). Towards active seo (search engine optimization) 2.0. *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, 9(3), 443–458. doi:10.4301/S1807-17752012000300001

Brin, S., & Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1–7), 107–117. doi:10.1016/S0169-7552(98)00110-X

Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(1), 1–12.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innovation and the Environment Relate To Each Other?: A Proposed Framework for a Trans-disciplinary Analysis of Sustainable Development and Social Ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41–69. doi:10.4018/jsesd.2010010105

Chung, C. J. (2014). An analysis of the status of the Triple Helix and university–industry–government relationships in Asia. *Scientometrics*, 99(1), 139–149.

Etzkowitz, H. (2003). Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Social Science Information*, 42(3), 293–337. doi:10.1177/05390184030423002

Ferrara, E., De Meo, P., Fiumara, G., & Baumgartner, R. (2012). Web data extraction, applications and techniques: a survey. arXiv preprint arXiv:1207.0246. Recuperado de <http://arxiv.org/abs/1207.0246>

França, M. S. J. (2012). Terras que valem ouro. *Unesp Ciência*, 3(29), 32–35.

Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks*, 1(3), 215–239.

Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). *Design science research in information systems*. Springer. Recuperado de http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-5653-8_2

Jeong, C., & Kim, K. (2014). Creating patents on the new technology using analogy-based patent mining. *Expert Systems with Applications*, 41(8), 3605–3614. doi:10.1016/j.eswa.2013.11.045

Jeong, Y., & Yoon, B. (2014). Development of patent roadmap based on technology roadmap by analyzing patterns of patent development. *Technovation*, Article in Press. doi:10.1016/j.technovation.2014.03.001

Leydesdorff, L. (2012). The triple helix, quadruple helix, ..., and an N-tuple of helices: Explanatory models for analyzing the knowledge-based economy? *Journal of the Knowledge Economy*, 3(1), 25–35.

Liu, T., Wang, F., & Agrawal, G. (2012). Stratified sampling for data mining on the deep web. *Frontiers of Computer Science*, 6(2), 179–196.

Mena-Chalco, J. P., Junior, C., & Marcondes, R. (2009). ScriptLattes: an open-source knowledge extraction system from the Lattes platform. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 15(4), 31–39.

Meyer, M., Grant, K., Morlacchi, P., & Weckowska, D. (2014). Triple Helix indicators as an emergent area of enquiry: a bibliometric perspective. *Scientometrics*, 99(1), 151–174.

Paulo César Ribeiro Lima. (2012). *TERRAS-RARAS: ELEMENTOS ESTRATÉGICOS PARA O BRASIL*. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Governo Federal. Brasil. Recuperado de <http://www2.camara.leg.br/acamara/altosestudios/temas/temas-2013-2014/terras-raras/EstudoMineraisEstrategicoseTerrasRaras.pdf>

Quoniam, L., Kniess, C. T., & Mazzieri, M. R. (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. doi:10.5007/1518-2924.2014v19n39p243

Reymond, D., & Quoniam, L. (2014). PatentToNet : l'exploration libre des brevets par les réseaux. In *sfsic2014*. Université du Sud Toulon Var, Toulon, France.

Rocio, M. A. R., Silva, M. M. da, Carvalho, P. S. L. de, & Cardoso, J. G. da R. (2012). Terras-raras: situação atual e perspectivas. *BNDES Setorial*, 35, 369 – 420.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

Samadi-Miarkolaei, H., & Samadi-Miarkolaei, H. (2014). Review the Industry-University Interactional Models in Knowledge-based Economy. *International Journal of Economy, Management and Social Sciences*, 3(6), 325–333.

Sternitzke, C., Bartkowski, A., & Schramm, R. (2008). Visualizing patent statistics by means of social network analysis tools. *World Patent Information*, 30(2), 115–131.

Sthiannopkao, S., & Wong, M. H. (2013). Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences. *Science of the Total Environment*, 463, 1147–1153.

Tekic, Z., Drazic, M., Kukolj, D., & Vitas, M. (2014). From Patent Data to Business Intelligence – PSALM Case Studies. 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2013, 69(0), 296–303. doi:10.1016/j.proeng.2014.02.235

Van Aken, J. E. (2005). Management research as a design science: articulating the research products of mode 2 knowledge production in management. *British journal of management*, 16(1), 19–36.

Wasserman, S. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8). Cambridge university press. Recuperado de <http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=CAm2DpIqRUIC&oi=fnd&pg=PR21&dq=social+network+analysis+wasserman&ots=HvFqsbZDMg&sig=UChdOA3Lsj4xoCilQfdafqZs9gg>

Xu, H. (2010). A Regional University-Industry Cooperation Research Based on Patent Data Analysis. *Asian Social Science*, 6(11).

Zhang, Z., Du, J., & Wang, L. (2013). Formal concept analysis approach for data extraction from a limited deep web database. *Journal of Intelligent Information Systems*. doi:10.1007/s10844-013-0242-y