

ANÁLISE DAS ROTAS TECNOLÓGICAS A PARTIR DE GRUPOS TECNOLÓGICOS PARA PATENTES VERDES¹

RESUMO:

Esta pesquisa contribui para uma melhor compreensão das trajetórias tecnológicas possíveis de serem identificadas a partir de patentes verdes. Para isso foi identificado um conjunto de rotas tecnológicas mais significativas, tanto para os grupos tecnológicos quanto para os setores. Destaca-se que em geral estas rotas envolveram um conjunto bastante específico e restrito de tecnologias protegidas por patentes, indicando, por outro lado, que há uma forte pulverização das tecnologias que foram desenvolvidas. Observou-se nos resultados um percentual muito elevado de patentes isoladas. Isto é, tecnologias que não provocaram outros desdobramentos e que desta forma pode-se supor que o seu impacto também tenha sido pontual.

Há indícios de que muitas das patentes estão associadas a economia de energia. Como boa parte dos setores analisados (como alumínio, cimento, química e petroquímica) há indicativos de que estes setores necessitam estar preparados para uma concorrência que deverá ter um dos seus pilares em melhorias no uso de energia que tanto poderão resultar em melhorias de produtividade quanto redução de custos.

Palavras Chaves: economia verde, rotas tecnológicas, patentes.

ABSTRACT:

This research contributes to a better understanding of the possible technological trajectories are identified from green patents. For this we identified a set of most significant technological routes, both for groups and for technological sectors. It is noteworthy that in general these routes involved a fairly specific and restricted technologies protected by patents, indicating, on the other hand, there is a strong spray of technologies that have been developed. Observed in the results, a much higher patent isolated. That is, technologies that have not caused other developments and thus may assume that its impact has also been punctual.

There is evidence that many of the patents are related and energy saving. Like most sectors analyzed (such as aluminum, cement, chemicals and petrochemicals) there are indications that these sectors need to be prepared for a competition that will have one of its pillars in improvements in energy use that both may result in productivity improvements as cost reduction.

Keywords: green economy, technological routes, patents.

I. Introdução

Há um debate corrente a respeito do impacto da atividade humana sobre os ativos ambientais e a sustentabilidade destas ações no longo prazo. A redução desse impacto deve ser obtida por meio de mudanças dos modos de produção e distribuição de mercadorias e serviços e dos hábitos de consumo. Sendo assim, a promoção do desenvolvimento econômico com sustentabilidade ambiental deve ser ancorada na mudança tecnológica, promovendo um aumento, em escala mundial, da produtividade total dos fatores.

¹ Os autores agradecem ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e a CAPES (coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento recebido para a realização e apresentação desta pesquisa, respectivamente.

Órgãos internacionais que defendem esta ideia, como a OCDE e a ONU, mantêm núcleos de pesquisas permanentes sobre políticas de inovação, avaliando casos de sucesso em todo o planeta e fazendo recomendações às instituições interessadas.

De acordo com a *Latin America Trade Network* (LATN, 2011), apesar de a preocupação ambiental ter ganhado destaque no Brasil a partir de fins 2009 – quando o país comprometeu-se voluntariamente a reduzir emissões de gases do efeito estufa –, ainda não há uma agenda articulada de mitigação da mudança climática. Os esforços consistem em algumas linhas de financiamento, sobretudo pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Neste contexto de recursos limitados para investimentos em tecnologias verdes, tanto no Brasil quanto em outros países, é natural questionar quais destas tecnologias devem receber incentivos. A despeito da discussão entre formulação de políticas horizontais ou setoriais, ou ainda de estratégias do tipo “*pick the winners*”, é possível se argumentar que as diretrizes da política de inovação verde podem ser melhor orientadas se houver uma compreensão mais adequada das rotas tecnológicas mais proeminentes.

De forma integrada aos estudos setoriais, a pesquisa buscou contribuir para uma melhor compreensão das trajetórias tecnológicas possíveis de serem identificadas a partir de patentes verdes. Ou seja, o objetivo principal desta pesquisa é auxiliar na informação sobre tecnologias mais promissoras na mitigação da mudança climática complementarmente aos estudos setoriais conduzidos em todo projeto.

Para isso foi identificado um conjunto de rotas tecnológicas mais significativas, tanto para os grupos tecnológicos quanto para os setores. Destaca-se que em geral estas rotas envolveram um conjunto bastante específico e restrito de tecnologias protegidas por patentes, indicando, por outro lado, que há uma forte pulverização das tecnologias que foram desenvolvidas. Inclusive em ambas as análises (setores e grupos tecnológicos) observou-se um percentual muito elevado de patentes isoladas. Isto é, tecnologias que não provocaram outros desdobramentos e que desta forma pode-se supor que o seu impacto também tenha sido pontual.

A construção dessas rotas envolveu a seleção das tecnologias de interesse por parte dos pesquisadores setoriais, utilizando como base a classificação de patentes do *IPC Green Inventory*, elaborado na Conferência Internacional da Mudança Climática, a construção de uma base de dados de patentes verdes e aplicação da abordagem metodológica da matriz de impacto superlimite, proposta por Kim et al (2011), para filtrar os grupos tecnológicos de maior impacto. Posteriormente a isso a identificação das tecnologias promissoras foi concluída observando redes de citação de patentes, utilizando a estatística SPLC (*search path link count*) proposta por Verspagen (2007) para o caso de redes mais densas; ou pela observação direta das patentes em redes menos densas seguindo as perspectivas de grupos tecnológicos e setores.

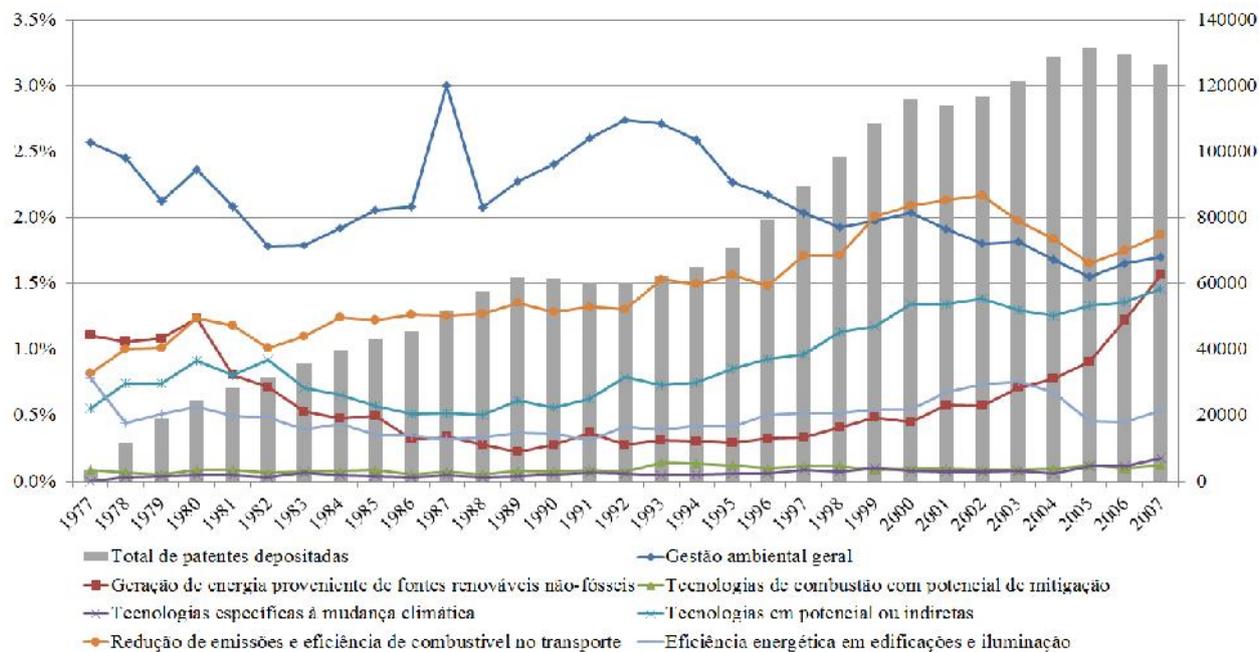
Além dessa introdução, este capítulo conta ainda com mais cinco seções. Na segunda seção é apresentada uma breve discussão sobre as patentes verdes, enquanto na seção seguinte são detalhados os aspectos metodológicos que nortearam o presente estudo. Nas terceira e quarta seções são apresentadas as análises das rotas tecnológicas sob as perspectivas dos grupos tecnológicos e dos setores econômicos, respectivamente. Na última seção são tecidas algumas considerações finais e as conclusões do estudo..

2. Metodologia para Identificação das Rotas Tecnológicas.

As preocupações com questões ambientais fizeram com que instituições ligadas à propriedade intelectual elaborassem classificações específicas de patentes verdes. Entende-se por patente verde o documento patentário que descreve uma tecnologia capaz de atenuar a necessidade de recursos envolvidos no processo de produção e/ou que abranda a emissão de resíduos. O *IPC Green Inventory*, é utilizado pela WIPO. No nível de seção estão as oito grandes classes de interesse dadas

por: Necessidades humanas; Operações e transporte; Química e metalurgia; Têxteis e papel; Construções Fixas; Engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosivos; Física; e eletricidade. Essas classes são desagregadas em subclasses, grupos e em subgrupos, respectivamente.

Gráfico 1 – Evolução do percentual de patentes verdes depositadas no USPTO e EPO com relação ao total de depósitos nos dois escritórios (1978-2007).



Fonte: Elaborado a partir dos dados da OCDE (2011).

É importante notar que dos 94 IPCs priorizados na pesquisa, 29 são indicados por dois ou mais analistas setoriais como relevantes para as atividades econômicas do setor, constituindo um banco de dados com um total 842.007 (oitocentas e quarenta e duas mil e sete) patentes identificadas.

Dado esse número extremamente elevado de patentes, que inviabiliza a identificação de trajetórias tecnológicas, foram empregados procedimentos de seleção e redução de grupos tecnológicos. Isto foi realizado de acordo com técnicas baseadas no critério de co-classificação de patentes, utilizando inicialmente a soma dos impactos cruzados por pares descrito em Choi et al (2007) para a identificação clusters entre os grupos tecnológicos, seguido pela análise de impacto cruzado (AIC), por meio da técnica de proposta por Kim et al (2011).

Para a seleção de grupos tecnológicos relevantes, a partir da identificação clusters entre os grupos tecnológicos, os IPCs foram ordenados em ordem crescente na hierarquização dos IPC e suas descrições foram comparadas. Posteriormente, a clusterização foi validada utilizando a soma dos impactos cruzados por pares descrito em Choi et al (2007), a qual tem que ser maior do que a soma dos impactos entre os IPCs deixados fora do cluster. Trata-se de uma matriz em que linhas e colunas são os IPCs ordenados hierarquicamente. Cada célula na matriz é o impacto cruzado de Choi et al (2007). De maneira geral, as maiores relações tecnológicas são entre IPCs próximos na classificação, e mesmo dentro de uma mesma seção tecnológica há processo de clusterização.

A tabela 1 apresenta as somas dos impactos tecnológicos entre pares de IPCs ao nível de grupo, agrupados por seção tecnológica, considerando a diagonal – o impacto intra-grupo e entre-grupos; e desconsiderando o impacto intra-grupo. Com exceção das seções D e E, que possuem poucos IPCs priorizados, em todos os demais casos, a soma dos impactos considerando ou desconsiderando o impacto intra-grupo é maior dentro da mesma seção do que entre outras seções.

Tabela 1 – Soma dos impactos cruzados por pares

		Seção Tecnológica do IPC					
		B	C	D	E	F	H
B	SD	16.62					
	CD	31.62	3.49	0.31	1.20	1.60	3.73
C	SD		14.71				
	CD	3.49	50.71	0.72	0.35	5.71	3.64
D	SD			0.00			
	CD	0.31	0.72	1.00	0.00	0.01	0.00
E	SD				0.74		
	CD	1.20	0.35	0.00	3.74	0.14	0.11
F	SD					10.01	
	CD	1.60	5.71	0.01	0.14	31.01	2.45
H	SD						10.01
	CD	3.73	3.64	0.00	0.11	2.45	26.01
Outras seções		10.33	13.90	1.04	1.80	9.91	9.93

CD: considerando os impactos das diagonais da matriz (números 1).

SD: Desconsidera os elementos da diagonal principal.

Utilizando da classificação por descrição e da soma dos impactos intra e entre grupos tecnológicos por pares, foram separados os clusters para posterior análise da matriz de impacto cruzado superlimite. Os treze clusters encontrados foram os seguintes:

- i. Separação e recuperação de materiais², afetando os setores de alumínio, automóveis e aeronáutico, cimento, química e petróleo e siderurgia;
- ii. Veículos em geral³, afetando os setores de automóveis e aeronáutico e química e petróleo;
- iii. Química orgânica, inorgânica e processamento químico⁴, afetando os setores de cimento, energia, etanol e biodiesel, química e petróleo e siderurgia;
- iv. Petróleo, gás ou coque⁵, afetando os setores de automóveis e aeronáutico, etanol e biodiesel e química e petróleo;
- v. Óleos, substâncias graxas, detergentes, bioquímica, microbiologia e enzimologia⁶ afetando o setor de etanol e biodiesel;
- vi. Metalurgia do ferro⁷ afetando os setores de cimento e siderurgia;
- vii. Metalurgia de ligas ferrosas e não-ferrosas⁸, afetando os setores de alumínio, cimento, energia e siderurgia;
- viii. Equipamentos e dispositivos utilizados em poços e minas⁹, afetando os setores de cimento, química e petróleo e siderurgia;
- ix. Iluminação¹⁰, afetando o setor de energia;
- x. Combustão, aquecimento, resfriamento e refrigeração¹¹ afetando os setores de cimento, energia, química e petróleo e siderurgia;
- xi. Secagem, fornalhas e troca de calor¹², afetando os setores de cimento, energia e siderurgia ;
- xii. Elementos elétricos básicos¹³, afetando os setores de energia e química e petróleo;
- xiii. Produção, conversão ou distribuição de energia elétrica¹⁴, afetando o setor de energia e química e petróleo;

² IPCs B01D-053, B03B-009, B29B-007 e B29B-017

³ IPCs B60K-001, B60K-006, B60K-015, B60K-016, B60L-003, B60L-008, B60L-009, B60L-011, B60W-010 e B60W-020,

⁴ IPCs C01B-031, C01B-033, C04B-007, C07C-067, C07C-069, C08J-011 e C09K-005

⁵ IPCs C10G-001, C10G-005, C10G-045, C10G-047, C10J-003, C10L-001, C10L-003 e C10L-003

⁶ IPCs C11B-011, C11B-013, C11C-003, C12N-009 e C12P-007,

⁷ IPCs C21B-003, C21B-005, C21B-007 e C21C-005,

⁸ IPCs C22B-007, C22B-021, C22C-021, C23C-014, C23C-016, C25C-001, C25C-003, C25D-011 e C30B-029

⁹ IPCs E21B-041, E21B-043 e E21F-017

¹⁰ IPCs F21K-099, F21L-002, F21L-004 e F21S-009

¹¹ IPCs F22B-001, F23B-080, F23B-090, F23C-009, F23G-005, F23G-007, F24H-007, F24J-001, F24J-002, F25B-027 e F25J-003,

¹² IPCs F26B-003, F27B-001, F27B-015, F27D-017, F28D-017, F28D-019 e F28D-020

¹³ IPCs H01G-009, H01L-025, H01L-027, H01L-031, H01L-033, H01L-051, H01M-004, H01M-010, H01M-012 e H01M-014,

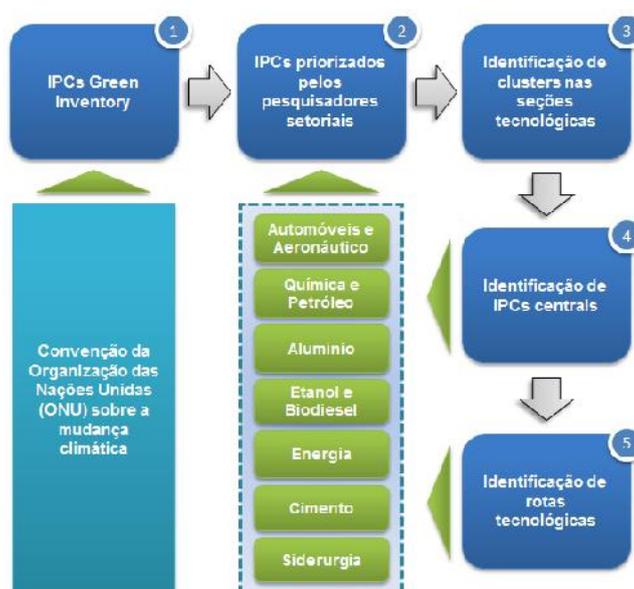
¹⁴ IPCs H02J-003, H02J-007, H02J-009, H02J-015 e H02N-006

A metodologia utilizada para a definição de rotas tecnológicas é baseada na Análise de Redes Sociais (ARS). No entanto, essa metodologia sofre de restrição na capacidade limitada de análise em grandes bases de dados¹⁵. Visando amenizar as limitações da metodologia de citações de patentes, Choi et al (2007) propuseram um critério de co-classificação conjuntamente com uma análise de impacto cruzado (AIC) operacionalizada por meio da construção de matrizes de impacto. O pressuposto é de que uma mesma patente pode pertencer a mais de uma classificação, considerando suas características tecnológicas. A frequência com que duas classificações são conjuntamente utilizadas pode ser interpretada como um sinal da conexão entre as áreas de conhecimento (BRESCHI; LISSONI; MALERBA, 2003; CHOI et al, 2007; KIM et al, 2011). A AIC é uma análise de um componente matemático apenas, podendo abrigar grandes bases de dados.

O procedimento de Kim et al (2011) é baseado em dois métodos: *association rule mining* (ARM) e *analytic network process* (ANP). A ARM pretende extrair correlações, padrões, associações ou estruturas casuais entre conjuntos de itens em bases de dados (KOTSIANTIS; KANELLOPOULOS, 2006, p. 71). Já a ANP¹⁶ pode ser vista como um desdobramento da ARS, cujo foco reside no cálculo do limite de uma matriz de conexões entre patentes, considerando matematicamente todas as inter-relações entre os nós; e não a análise gráfica da rede¹⁷. O método baseia-se no critério de co-classificação das patentes, no qual as informações sobre a classe das patentes citadas são utilizadas para o cálculo de um índice, englobando toda a informação das citações diretas e indiretas das áreas (classificações) relevantes.

A ARS retrata a interação (ligação ou conexão) entre atores (nós). A técnica pode ser utilizada para analisar uma gama bem distinta de variáveis, como relações entre empresas e universidades, a dispersão de uma doença, quais línguas se propagam mais rápido, a posição social de um indivíduo e suas oportunidades profissionais, dentre outras (JACKSON, 2008). Em estudos de citações de patentes como *proxy* para rotas tecnológicas, os nós representam as patentes e a ligação é dada pela citação de uma patente por outra(s). Pressupõe-se que as patentes citadas têm uma conexão tecnológica com aquelas que as citam (WARTBURG; TEICHERT; ROST, 2005).

Figura 2 – Abordagem utilizada para identificar tecnologias promissoras e a associação com os setores econômicos de interesse



¹⁵ Por um lado, boa parte dos *softwares* de ARS não comportam bases de dados com elevado número de informações; por outro, a análise gráfica se torna impraticável quando há um grande número de nós e/ou conexões, o que dificulta a inferência, por exemplo, sobre a estrutura da rede

¹⁶ Na verdade, a ANP é um avanço em relação ao *analytic hierarchy process* (AHP). Trata-se de um método para auxiliar em escolhas com bases em critérios (ponderações). Liebowitz (2005) debate uma forma de realizar a análise conjuntamente à ARS.

¹⁷ No caso da ANP, as linhas e colunas da matriz representam as classes (ou subclasses) de patentes.

As trajetórias mais relevantes poderiam ser definidas a partir da observação dos gráficos das redes. Todavia, em redes muito densas esse procedimento não é ótimo e pode apresentar caráter arbitrário. Hummon e Doreian (1989) propõem a criação de duas estatísticas com base no algoritmo de busca exaustiva – quais sejam, SPLC (*search path link count*) e SPNP (*search path node pair*) – visando facilitar, com maior confiabilidade, o procedimento que traça as melhores rotas tecnológicas. Ambas as estatísticas buscam caracterizar a importância das ligações entre as patentes, diferentemente das medidas de centralidade, por exemplo, que caracterizam a patente em si (o nó)¹⁸. Optou-se por trabalhar com os pedidos de depósitos e não com as patentes já concedidas.

3. Análise das Rotas Tecnológicas sob as Perspectivas dos Grupos Tecnológicos.

A seguir apresenta-se as principais informações de cada um dos grupos tecnológicos extraídas a partir das análises da matriz de impacto cruzado, a qual permitiu identificar os IPCs mais relevantes, bem como o cálculo dos escores SPLC das redes de citação do agrupamento tecnológico, o que permitiu verificar a quantidade de rotas tecnológicas para a construção das redes, e da ARS (análise de redes sociais) para a construção da própria rede de citações¹⁹. A tabela 02 apresenta uma síntese da análise de tecnologias relevantes, indicando a seção do WIPO, o agrupamento, os IPCs mais relevantes, os setores interessados, as tecnologias identificadas na análise patentária, empresas mais relevantes e algumas observações relevantes encontradas. As redes e as trajetórias tecnológicas estimadas referentes a essa análise estão apresentadas no apêndice 3 a este capítulo.

O primeiro agrupamento de tecnologias, descrito como **separação e recuperação de materiais**, possui apenas 4 IPCs, mas que têm influência em 6 setores analisados.

Ao utilizar a metodologia de análise de rotas tecnológicas de Verspagen (2007), verifica-se a existência de uma rede composta por patentes que estão nos dois grupos tecnológicos de maior impacto deste agrupamento. Destaca-se a existência de quatro rotas mais relevantes²⁰. Estas rotas possuem ao todo 13 patentes distintas, cujos depósitos mais antigos são de 1991 e o mais recente, de 2008. A rota principal descreve tecnologias de preparação mecânica de sucata não-ordenada via equipamentos eletrônicos, método e dispositivo para a reciclagem de resíduos de aparelhos, e dispositivo de recusa com sistema de armazenagem para material reciclável, respectivamente. Já a segunda rota trata de processos e dispositivos de recuperação de resíduos com plásticos e embalagens, matérias-primas secundárias, objetos moldados de polímeros, na qual a última das patentes citadas é sobre o uso de um moinho de impacto para recuperação de resíduos.

No agrupamento tecnológico de **separação e recuperação de materiais** destacam-se a empresa Volkswagen (de origem alemã), que desenvolveu tecnologias para separação e recuperação de materiais. A mais distinta das tecnologias identificadas neste agrupamento descreve um processo de produção de combustível a partir de refugos de combustíveis provenientes de lixo. Apesar dos IPCs de maior impacto no agrupamento serem priorizados pelo setor de alumínio, as tecnologias identificadas ao nível patentário estão voltadas para a recuperação de plástico.

O agrupamento de **veículos em geral**, possui 10 IPCs priorizados, influenciando os setores de automóveis e aeronáutico e 2 por meio do setor de química e petróleo. Nota-se que muitas tecnologias são extremamente correlacionadas, o que produz leva os cálculos da matriz superlimite a constatar que 5 IPCs respondem por 80% do impacto tecnológico do agrupamento.

¹⁸ A SPLC enumera todos os caminhos possíveis numa rede e conta a frequência das patentes por cada um destes caminhos (ligações). Os caminhos com a maior quantidade de ligações são os mais importantes e sinalizam o rumo principal para a tecnologia. Já a SPNP conta o número de trajetórias que passam por pares de nós, remetendo às medidas de centralidade (HUMMON; DOREIAN, 1989).

¹⁹ O detalhamento metodológico e os resultados específicos de cada uma destas análises estão disponíveis no relatório “Rotas tecnológicas e Sistemas de Inovação” disponível em www.ebc.fearp.usp.br

²⁰ Verspagen (2007) comentou que há arbitrariedade na escolha do ponto de corte das principais rotas tecnológicas da rede. Neste trabalho optou-se por demonstrar graficamente os maiores escores para identificar os pontos de quebra relevantes.

No agrupamento de **veículos em geral** observa-se uma grande participação de empresas de origem japonesa, tais como Toyota, Nissan, Toshiba e Aisin AW CO, ainda que os mercados de proteção sejam primariamente o europeu e o estadunidense. Como os IPCs de maior impacto da matriz superlimite apontaram para tecnologias ligadas à geração e utilização de energia a partir de forças da natureza e as patentes identificadas como mais relevantes protegem tecnologias de dispositivos de controle, transformadores de energia e fontes de alimentação, pode-se dizer que os dispositivos de controle de energia são tão (ou mais) importantes do que a própria geração de energia proveniente de outras fontes.

A seção de química e metalurgia (C) é a mais extensa em quantidade de IPCs priorizados, possuindo cinco agrupamentos tecnológicos neste trabalho: Química orgânica, inorgânica e processamento químico – influenciando os setores de cimento, energia, etanol e biodiesel, química e petróleo e siderurgia; Petróleo, gás ou coque – afetando os setores de automóveis e aeronáutico, etanol e biodiesel, e química e petróleo; Óleos, substâncias graxas, detergentes, bioquímica, microbiologia e enzimologia – essenciais ao setor de etanol e biodiesel somente; Metalurgia do ferro – importante para os setores de cimento e siderurgia; e Metalurgia de ligas ferrosas e não-ferrosas, relacionada aos setores de alumínio, cimento, energia e siderurgia.

No agrupamento de **química orgânica, inorgânica e processamento químico**, o componente principal da rede apresenta três IPCs de maior impacto²¹. Ao se observar as dez rotas tecnológicas de maior escore SPLC, verifica-se que todas estas rotas iniciam-se pela patente JP3942226, depositada pela empresa Taiheiyo Cement, em 1997, que trata de um método de produção de composição de cimento. Esta empresa é responsável por 15 das 18 patentes contidas nas rotas mais relevantes – três destas compartilhadas com a empresa Daiichi Cement (JP4629170, JP4164229 e JP4164242); sendo, portanto, uma referência para o setor.

Deste modo, o agrupamento tecnológico de química orgânica, inorgânica e processamento químico tem como destaque as tecnologias de cimentos hidráulicos, silício, carbono e seus componentes. Todavia, a patente mais recente das principais rotas tecnológicas da rede trata de um tema não abordado anteriormente: a utilização de lodo de esgoto para composição de cimento.

Já o agrupamento tecnológico de **petróleo, gás ou coque**, contém 5 IPCs, com importância para os setores de automóveis e aeronáutico, etanol e biodiesel e química e petróleo²². Como a rede é muito conectada entre si, os escores SPLC são extremamente altos, passando dos 2 mil pontos. Este fato aponta para um setor altamente explorado tecnologicamente, com uma grande quantidade de patentes intermediárias na rede.

A patente que origina todas as rotas foi depositada em 1991 e protege um método para tratamento de gás natural, cujo titular é a empresa francesa IFP Energies Nouvelles. Nas demais patentes é expressiva a preocupação com a inibição e/ou controle de formação de hidratos, já que 19 patentes tratam do assunto. Nota-se que não se trata de um assunto já esgotado, pois há patentes protegendo temas relacionados a materiais poliméricos. Destaca-se ainda que as gigantes do petróleo Exxon Mobil e Shell depositaram patentes com estas finalidades ainda nos anos 1990; sendo que todas as patentes citadas na rede estão protegidas em território estadunidense. Além disso, observa-se que há 5 casos de patentes que possuem vários titulares, incluindo bancos²³, e a empresa com a maior quantidade de depósitos nesta rede é alemã, Clariant GMBH, com 5 depósitos.

No agrupamento tecnológico de **petróleo, gás e coque**, os IPCs centrais no desenvolvimento tecnológico verde são os de Recuperação de misturas líquidas de hidrocarboneto a partir de gases,

²¹ Somados, os IPCs C04B-007, C01B-033 e C01B-031 possuem 6660 patentes distintas, sendo que 838 (12,6% do total) destas estão conectadas entre si por relações de citação e 85 (1,3%) estão no componente principal da rede.

²² Estes IPCs possuem mais de 30 mil patentes distintas, 17,7% destas – 5,4 mil, aproximadamente, possuem conexões de citação com outras patentes do agrupamento; e 3734 estão no componente principal da rede (12,1% do total).

²³ US6180699, WO200240433 (2000) e WO200274722 (2001), tem por titulares a Ashland Aqualon, Bank of Nova Scotia, Chase Manhattan Bank e ISP Capital and Investment e WO201045520 e WO201045523 (2008), tem por titulares o Bank of America, Calgon e Nalco;

Combustíveis sólidos, Craqueamento de óleos hidrocarbonetos, na presença de hidrogênio ou de compostos geradores de hidrogênio, para obter frações de ponto de ebulição inferior, Combustíveis gasosos; Gás natural; Gás natural sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G, C10K; Gás liquefeito de petróleo e Produção de gases contendo monóxido de carbono e hidrogênio²⁴; que possuem um volume considerável de patentes depositadas. A análise mais desagregada indicou que uma preocupação recorrente é a inibição de gases hidratados em fluidos, já que diversas tecnologias distintas foram protegidas ao longo do período de análise. Além disso, há uma grande complexidade e interesse nestes setores, dadas a quantidade de patentes intermediárias nas redes, que elevam o escore SPLC das redes e também a presença de bancos como co-titulares das patentes. Sob a perspectiva dos setores econômicos analisados, pode-se dizer que as tecnologias identificadas provocam um impacto direto no setor de química e petróleo e indireto nos setores de automóveis e aeronáutico.

O agrupamento tecnológico de **óleos, substâncias graxas, detergentes, bioquímica, microbiologia e enzimologia**, tem os IPCs priorizados exclusivamente pelos setores de etanol e biodiesel²⁵. As dez rotas mais relevantes iniciam-se por uma patente depositada em 1992, que descreve um método para acidificação de sabão²⁶ com uma solução de bissulfito de sódio. Além disso, boa parte destas dez rotas termina na patente depositada em 2009 pela empresa Linde Ag (Alemanha), que protege um processo e um aparelho para neutralizar sabão oleoso.

É uma rede composta majoritariamente por patentes depositadas via tratado PCT e no escritório Europeu, sendo apenas 2 patentes depositadas primariamente no mercado estadunidense. A maioria das patentes (20 patentes) foi depositada nos anos 2000. Há a predominância de empresas finlandesas como titulares (Forchem OY (2 patentes), LT Dynamics OY (1), Parkon Innovations e Valtion Teknillinen (1), Polargas AB OY (5 cotitularidades com Air Liquide francesa), Raisio Benecol (5 patentes e 1 com a Ravintoraisio e 2 em conjunto com a Sterol Technologies LTD); além de uma patente que tem como titular a Universidade de Helsinki e a Fundação da Universidade de Aalto).

Nesta rede também está presente uma patente (2006), relacionada a metodologias e usos de produtos de ácidos graxos, de titularidade do Bank of America, Calgo e Nalco. Apesar da forte presença de empresas finlandesas, a Linde AG (Alemanha), detém a maior quantidade de depósitos (7), que tratam da preparação, recuperação, aquecimento da produção, desativação e neutralização de salmora, de *tall oil*²⁷. As tecnologias mais diferenciadas pertencem a Cognis (Alemanha) e tratam do processo de produção de ácidos graxos, ésteres de ácidos graxos e sterol esters (um grupo heterogêneo de componentes químicos) de pastas de neutralização e da Raisio Benecol (Finlândia) sobre processo de hidrogenação.

Portanto, dentre as tecnologias de **recuperação ou refinação de outras substâncias graxas; e recuperação de gorduras, óleos graxos, ou ácidos graxos a partir de materiais de refugo**, consideradas relevantes para o setor de etanol e biodiesel, há uma preocupação relevante com o método de processamento e neutralização de sabão para/de óleos, com forte presença de empresas finlandesas, tal como a Raisio; e alemãs, tal como a Linde AG. Também há neste mercado a presença de universidades e bancos. Não foram identificadas patentes com o título explícito de etanol e biodiesel, mas muitas das apresentadas acabam por citar a produção destes produtos em sua descrição. Como no Brasil boa parte do etanol é produzido a partir da cana-de-açúcar – e não de resíduos de madeira – duas alternativas tecnológicas podem surgir: primeiro, pode haver processos provenientes de outras matérias-primas que podem ser aproveitados no preparo de etanol de cana-

²⁴ Respectivamente C10G-005, C10L-005, C10G-047, C10L-003, C10J-003

²⁵ C11B-011, C11B-013, C11C-003, C12N-009 e C12P-007.

²⁶ O sabão descrito nesta rota é um derivado de ácidos graxos, utilizado primariamente na separação e preparo de óleos.

²⁷ *Tall oil*, também chamado de resina líquida ou resina de pinheiro, é um líquido obtido no processo de fabricação de pasta de madeira, sobretudo quando utilizadas árvores coníferas.

de-açúcar; segundo, o preparo de combustível a partir de *tall oil* pode ser uma alternativa no país, ligado, por exemplo, a indústria moveleira.

O agrupamento de **metalurgia do ferro** compreende 4 IPCs, dos quais três possuem fator de impacto relevante, e são ligados a **fabricação de ferro-gusa em altos-fornos e as características em geral de fabricação do ferro gusa**, sendo apontados pelos pesquisadores setoriais de cimento e siderurgia como prioritários. Trata-se de um agrupamento com baixo volume de depósitos, porém todos os IPCs compartilham patentes entre si, mesmo que a quantidade relativa seja pequena.

Dentre as rotas mais importantes, as 3 com escores mais altos se iniciam na patente que protege uma tecnologia de processo de fabricação de ferro-gusa e clinker de cimento, depositada em 1993, pela empresa de cimento suíça Holderbank Financiere Glarus, que detém 12 patentes na rede, todas anteriores aos anos 2000. Essas tecnologias abrangem o processo para produção de aço e pastas hidráulicas ativas, métodos de manufatura de ferro gusa ou aço e clinker de cimento provenientes de escórias

A Holcim Technology LTD, possui 9 patentes com diferentes co-titulares relacionadas a construções sustentáveis²⁸. Os depósitos a partir de 2004, são individuais e protegem tecnologias que buscam a redução do cromo em escórias metalúrgicas – patentes.

A empresa Voest Alpine Ind Anlagen (Áustria), possui 5 patentes na rede, uma individual que protege o método e a instalação para condicionamento de escória com adição de resíduos metalúrgicos; as demais patentes em co-titularidade com a Siemens VAI Metals Technologies e tratam de métodos de utilização de escórias.

As tecnologias dos agrupamentos tecnológicos de **metalurgia de ligas ferrosas e não-ferrosas** afetam os setores de alumínio, cimento, energia e siderurgia. Embora apresente um volume considerável, há vários IPCs que não compartilham patentes, indicando uma baixa proximidade tecnológica. Há uma baixa concentração de patentes intermediárias e somente uma pequena porção possui muitas conexões mútuas, aumentando o escore SPLC.

As patentes mais antigas, que integram as rotas tecnológicas mais relevantes, pertencem a empresa holandesa Hoogovens Aluminium BV que protegeu tecnologia sobre fluxo de sal para adição em metal fundido, com o intuito de remover outros constituintes (1994), e métodos para refino de fundição de sucata de alumínio obtidos a partir de fundições refinadas (2004). Em 1995, a Sharp protegeu um aparelho para purificação de metais. Em 1996 há um depósito da TNO - *Netherlands Organisation for Applied Scientific Research*, a respeito de um método e um dispositivo para separação de metais ou placas metálicas de diferentes tempos de fundição. A patente mais recente é da Pyrotec (2009) e descreve o uso de um fluxo de sal de cloreto de sódio e cloreto de magnésio para a purificação de folhas de alumínio.

Portanto, a maioria das tecnologias do agrupamento de **metalurgia de ligas ferrosas e não-ferrosas**, afeta os setores de alumínio, cimento, energia e siderurgia, estão voltadas para a purificação de alumínio, sobretudo do reaproveitamento de resíduos de metais. A princípio, o impacto imediato do aprimoramento destas tecnologias acontece no setor de alumínio, sendo repassadas indiretamente aos demais setores. As empresas com mais depósitos nas rotas tecnológicas são a Aleris Switzerland e a Corus Technology.

Na seção de **têxteis e papel**, em razão de apenas 1 IPC priorizado não foi possível calcular o fator de impacto. Este IPC é descrito como recuperação dos materiais de partida, de resíduos materiais ou de solventes durante a manufatura de filamentos artificiais ou similares e conta com apenas 112 patentes depositadas ao longo dos 20 anos de análise, das quais apenas quatro são conectadas entre

²⁸ Estas patentes tratam da produção de ligas hidráulicas e outras ligas, como ferro-cromo e ferrovanádio; métodos de produção de pozolonas, escórias sintéticas de altos-fornos, clinker belite ou alite, ligas de ferro-gusa, provenientes de escórias oxidadas; método de processamento de resíduos de incineração a partir de um conversor de banho de metal multi-estágio; método para tratamento de escórias em banho de ferro; método de remoção de cromo e/ou níquel de escórias líquidas.

si. As duas mais antigas foram depositadas no escritório patentário alemão. Uma trata da reutilização de resíduos de poliamida, depositada pela Thuringisches Inst Textil (Alemanha); e a segunda, descreve granulados oriundos de materiais poliméricos reciclados – depositada pela Akzo NV (Holanda).

As duas patentes mais recentes são da BASF, e da Cookson Fibers e Prisma Fibers, depositadas nos EUA, descrevendo métodos de reciclagem de resíduos de polímeros. Portanto, dentre as tecnologias de recuperação de materiais de resíduos ou de solventes, há pouca evidência a favor de uma tecnologia específica, com algumas poucas patentes sugerindo métodos de reciclagem de polímeros.

A seção E, de **construções fixas**, possui três IPCs priorizados pelos setores de cimento, química e petróleo e siderurgia, sejam eles: equipamentos ou detalhes de perfuração, limpeza e vedação de poços, sondagem subaquática, contêineres para sondagem; métodos ou aparelhos para obter óleo, gás, água, matérias solúveis ou fundíveis ou de lama minerais de poços; e métodos ou dispositivos empregados em minas ou túneis não incluídos em outro local²⁹. Estas tecnologias estão relacionadas a equipamentos utilizados em poços e minas. A rede de citações possui 170 patentes. Todavia, nenhuma destas patentes está conectada por relações de citação, impossibilitando a análise SPLC. Este pequeno volume de depósitos gera poucos desdobramentos tecnológicos.

Na seção tecnológica de **engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosivos**, há três agrupamentos tecnológicos. O primeiro deles abrange tecnologias de iluminação e é composto por quatro IPCs priorizados pelo setor de energia³⁰: sistemas de dispositivos de iluminação elétrica, matéria não abrangida pelos demais grupos desta subclasse³¹, dispositivos de iluminação com fonte de energia incorporada; sistemas de iluminação usando dispositivos de iluminação com fonte de energia incorporada e dispositivos de iluminação elétrica com acumuladores ou baterias elétricas incorporadas. A rede de citação de patentes abriga somente 80 depósitos e apenas 2 destes estão conectados por citação, as quais protegem uma tecnologia de bastão com chips emissores de luz LED, cujos titulares são pessoas físicas e os depósitos foram realizados na China.

O segundo agrupamento da seção F, que abrange **dispositivos e métodos de combustão, aquecimento, resfriamento e refrigeração**; é um dos maiores, com 11 categorias de IPC, cujo aprimoramento tecnológico auxilia os setores econômicos de cimento, energia, química e petróleo e siderurgia.

A rede contendo as patentes depositadas nos três IPCs de destaque possui 694 patentes, mas apenas 18 das mesmas estão conectadas por citações. Assim, há apenas pares de patentes conectadas com relação de citação, o que torna impossível a análise via escore SPLC.

Destacam-se 4 depósitos da Hitachi (Japão); que tratam do diagnóstico para a degradação de caldeiras; e também sistemas e método de caldeira com combustível oxidável com realimentação de ar quente. As empresas japonesas Tiyoda Seisakusho KK e Sakura Seiki Co Ltd possuem patentes sobre método, geradores e estabilizadores de vapor saturado. Assim o agrupamento de **dispositivos e métodos de combustão, aquecimento, resfriamento e refrigeração** envolve, em grande parte, a redução de emissões de gases nocivos, além de formas mais eficientes de armazenamento de calor.

O último dos agrupamentos da seção F, **secagem, fornalhas e troca de calor**, há sete IPCs priorizados pelos pesquisadores setoriais de cimento, energia e siderurgia. Algumas destas tecnologias, apesar de estarem classificadas de maneira próxima, guardam pouca relação – neste sentido um aprimoramento em um destas não tem condições de transbordar para outras tecnologias. Os resultados indicam que as tecnologias relevantes para são pouco conectadas, com métodos e dispositivos geradores, regeneradores e armazenadores de calor.

²⁹ Respectivamente E21B-041; E21B-043; E21F-017.

³⁰ Respectivamente F21L-002; F21K-099; F21S-009;

³¹ Trata-se de uma linha de tecnologias de iluminação distinta das incandescentes.

A rede de citações patentárias do agrupamento tecnológico de secagem, fornalhas e troca de calor é restrita. Apenas 6,4% (181) das 2822 patentes da rede possuem conexões com demais patentes do agrupamento e 26 estão no componente principal. Nota-se a baixa prevalência de patentes intermediárias, sugerindo que os aprimoramentos tecnológicos não são sequenciais, mas dispersos. Há vinte trajetórias possíveis nesta rede. Porém o aprimoramento tecnológico não é distribuído sequencialmente entre as patentes da área. As duas rotas mais relevantes, de acordo com o escore, iniciam-se pela patente da RYMS, uma empresa americana, que protegeu em 1995 um gerador de alto rendimento em lâmina para utilizar em ciclos regenerativos de gás.

Há ainda quatro patentes depositadas pela Força Aérea dos Estados Unidos, duas de 2001 que protegem estruturas em folha para regeneradores de calor; uma de 2002 sobre um regenerador de calor com guias conjuntas; e uma de 2004, que abrange um método e um aparelho para absorção de energia térmica.

Outras tecnologias abordadas são: materiais regeneradores de calor, armazenamento de calor, geradores e regeneradores de calor, permutadores de calor. Dentre as empresas mais conhecidas, podem-se citar as japonesas Honda Motors, Sharp e Toshiba.

Os pesquisadores setoriais de energia e química e petróleo identificaram 16 IPCs centrais, que foram aglutinados como: i) elementos elétricos básicos, que conta com dez IPCs; ii) produção, conversão ou distribuição de energia elétrica, que possui cinco IPCs. Destaca-se que foi excluído da análise aquele que não possuía patentes em comum com os demais IPCs.

O agrupamento tecnológico de **elementos elétricos básicos**, possui uma quantidade expressiva de patentes, com alguns pares de IPCs³² compartilhando mais de 3 mil patentes. E mesmo os IPCs, com menor quantidade possuem boa parte de suas patentes compartilhadas³³. A rede de citações patentárias deste agrupamento, apesar de possuir um número considerável de patentes na rede, apresenta poucas patentes que são intermediárias, sugerindo que os desenvolvimentos são pontuais.

Uma vez que há distintas patentes iniciais e finais, optou-se por avaliar as patentes contidas nas 19 rotas tecnológicas mais relevantes. Das 21 patentes contidas nas 19 rotas tecnológicas mais relevantes, 17 são propriedade da Semiconductor Energy Lab, empresa de P&D japonesa, das quais 10 patentes estão relacionadas a aparelhos ou dispositivos emissores de luz e seus métodos de fabricação³⁴, protegidas entre 2000 a 2007. Esta empresa também detém tecnologia sobre dispositivo de display; display emissor de luz, aparelhos eletrônicos, dispositivo elétrico-ótico com camada isolante, método de fabricação de dispositivo elétrico-ótico, método de cristalização de isolante de silicone e fabricação de dispositivos semicondutores e dispositivo semicondutor e seu método de fabricação.

As demais patentes da rede descrevem processo para fabricação de semicondutores, depositada pela Cannon em 1995; monitores, depositada pela Casio em 1996; e pela Seiko em 1997; e monitores de tela plana, depositada pela Samsung em 2003.

No agrupamento de **elementos elétricos básicos**, que afeta os setores de energia e química e petróleo. O resultado da matriz de impacto cruzado indicou diversas tecnologias relevantes, tais como células híbridas, geradores eletroquímicos, capacitores eletrolíticos e semicondutores. Mais especificamente as patentes contidas nas rotas mais relevantes tratam de monitores, dispositivos emissores de luz e semicondutores. A empresa Semiconductor Energy Lab é peça chave na rede, com muitos aprimoramentos tecnológicos sequenciais, cujas patentes envolvem, em sua maioria, dispositivos monitores e emissores de luz.

³² patentes (H01L-031 e H01L-033, H01L-031 e H01M-014, H01M-004 e H01M-010).

³³ É o caso do IPC H01M-012, que possui 60,8% (816) patentes também classificadas como H01M-004 e 17,7% (237) classificadas como H01M-010.

³⁴(US7442963, US7432529, US6828727, US7728326, US7952101, US6605826, US8188655, US7867053, US7683535, US7745993).

O último agrupamento tecnológico do setor de eletricidade abrange tecnologias verdes relacionadas à **produção, conversão ou distribuição de energia elétrica**. São cinco IPCs priorizados pelos setores de energia, química e petróleo também. Nota-se uma grande relação tecnológica entre os IPCs. A rede de citação deste agrupamento de produção, conversão ou distribuição de energia elétrica conta com 23275 patentes, das quais 1586 (6,8%) estão conectadas por citações e 634 estão no componente principal. Ao analisar as 20 rotas tecnológicas mais relevantes, constata-se 20 patentes depositadas entre 1994 e 2010, com 14 destas depositadas no escritório patentário japonês e as outras 6 protegidas via tratado PCT.

As patentes mais antigas da rede foram depositadas pela empresa japonesa Hitachi nos anos de 1994 e 1995. A primeira descreve um dispositivo de controle de armazenamento de energia elétrica; a segunda, e a terceira, patente sistemas de armazenamento de energia baseado em bateria secundária.

Ainda nos anos de 1990, a Meidensha Electric Mfg Co Ltd (Japão, 1997) protegeu tecnologias de estação de entrada e transformação de energia para uso privado; enquanto a Tokyo Gas (Japão, 1999) protegeu sistema de entrada de energia instantânea com controle para reversão de potência.

Somente em 2005, voltam a acontecer depósitos a respeito de sistemas de controle de fluxo de energia e compensadores. A partir de 2006 algumas patentes começam a descrever tecnologias diferentes. A Mitsubishi, protege um acumulador de energia e um sistema de distribuição híbrido; a Kinden e a Toshiba, protegem método e sistema de regulador de frequência; enquanto a Honda, possuem sistemas de co-geração de energia; por fim, a NGK Insulators (Japão), protege um método de controle de energia com sistemas de compensação.

Com exceção do depósito em 2008 por Mario La Rosa (Itália) de um sistema de geração com base em energia eólica, todas as demais patentes, descrevem distintos tipos de sistemas de controle de energia.

Portanto, no agrupamento de **produção, conversão, distribuição e armazenamento de energia** há certa homogeneidade da importância dos IPCs priorizados, com os mesmos compartilhando uma grande quantidade de patentes. As patentes identificadas pelo escore SPLC nas redes de citação tratam de sistemas de controle de energia elétrica e empresas japonesas, tais como a Toshiba, Mitsubishi e Honda detém a maior quantidade de depósitos.

Tabela 2 – Resumo das análises baseadas em grupos tecnológicos

Seção WIPO	Agrupamento	IPCs mais relevantes	Setores econômicos de interesse	Tecnologias identificadas por patentes	Empresas mais relevantes	Observações
Operações de processamento e transporte (B)	Separação e recuperação de materiais	B29B-007; B03B-009	Alumínio	Separação e recuperação de materiais a partir de resíduos	Diversas empresas alemãs	Patentes das rotas mais relevantes depositadas nos escritórios alemão e europeu
	Veículos em geral	B60K-016; B60L-008; B60L-009; B60L-003; B60K-015	Veículos e aeronáutico	Dispositivos de controle, transformadores de energia e fontes de alimentação - associados a geração de energia a partir de forças da natureza	Empresas de origem japonesa - Toyota, Nissan, Toshiba e Aisin AW CO	Dispositivos de controle de energia são mais citados do que a própria geração de energia
Química e Metalurgia (C)	Química orgânica, inorgânica e	C04B-007; C01B-033; C01B-031	Cimento (direto); Energia;	Composições e métodos de produção de	Taiheiyo Cement (Japão)	Patente mais recente das rotas mais relevantes

	processamento químico		Química e petróleo; e Siderurgia (indireto)	cimentos a partir de resíduos		trata de produção de cimento a partir de lodo de esgoto
	Petróleo, gás ou coque	C10G-005; C10L-005; C10G-047; C10L-003; C10J-003	Automóveis e aeronáutico; Química e petróleo	Inibição de gases hidratados em fluidos	Exxon Mobil, Shell (anos 1990) e Clariant GMBH (mais recente)	Rotas tecnológicas possuem muitas conexões. Presença de bancos como co-titulares de patentes
	Óleos, substâncias graxas, detergentes, bioquímica, microbiologia e enzimologia	C11B-011; C11B-013	Etanol e biodiesel	Preparação de óleo combustível a partir de resina de pinheiro	Empresas finlandesas e a alemã Linde AG	Não foram encontradas patentes citando etanol e biodiesel nas rotas tecnológicas mais relevantes
	Metalurgia do ferro	C21B-005; C21B-007; C21B-003	Cimento; Siderurgia	Tratamento e reutilização de escórias em altos-fornos	Holderbank Financiere Glarus (até 2000) Siemens, Holcim Technology e Voest Alpine Ind Anlagen (mais recentemente)	Forte presença da empresa Holcim Technology
	Metalurgia de ligas ferrosas e não-ferrosas	C25D-011; C25C-001; C22B-021; C23C-016; C23C-014; C30B-029	Alumínio (direto); Cimento; Energia; Siderurgia (indireto)	Purificação de placas de alumínio via reaproveitamento de resíduos	Aleris Switzerland e Corus Technology	Presença de pessoas físicas e institutos de pesquisa como titulares
Engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosivos (F)	Iluminação	F21L-002	Energia	Chips emissores de luz LED (apenas duas patentes identificadas)	-	Patentes depositadas por pessoas físicas chinesas (inventores)
	Combustão, aquecimento, resfriamento e refrigeração	F23B-080; F24H-007; F23B-090	Energia; Química e petróleo	Redução da emissão de gases nocivos em máquinas de combustão	Empresas japonesas como Hitachi, Tiyoda Seisakusho KK e Sakura Seiki Co Ltd	Diversidade na descrição de tecnologias no componente principal da rede
	Secagem, fornalhas e troca de calor	F28D-019; F27B-015; F27B-001; F28D-017	Cimento; Siderurgia	Métodos e dispositivos geradores, regeneradores e armazenadores de calor	Honda, Sharp e Toshiba	Presença significativa da Força Aérea dos Estados Unidos na rede com as principais rotas tecnológicas
Eletricidade (H)	Elementos elétricos básicos	H01M-012; H01M-	Energia; Química e petróleo	Monitores, dispositivos emissores de luz e	Semiconductor Energy Lab,	Presença significativa da empresa japonesa

		014; H01G-009; H01L-027; H01L-025		semicondutores	Cannon, Casio, Seiko	de P&D Semiconductor Energy Lab
Eletricidade (H)	Produção, conversão ou distribuição de energia elétrica	H02J-015; H02J-003; H02J-009; H02N-006	Energia; Química e petróleo	Sistemas de controle de energia elétrica	Empresas japonesas como Toshiba, Mitsubishi e Honda	Todas as patentes contidas nas rotas principais foram depositadas no Japão ou via tratado PCT

Considerações Finais

Este trabalho apresentou rotas tecnológicas para doze (12) grupos tecnológicos, estimadas a partir de um conjunto de IPCs priorizados pelos pesquisadores Setoriais. A estimação dessas rotas envolveu um processo de redução e seleção que consequentemente determinou as características das rotas tecnológicas estimadas.

Considerando esse fator limitante a primeira conclusão que pode ser extraída do estudo, dado ainda o elevado número de patentes presentes nas análises, é o caráter pouco associado que o desenvolvimento das tecnologias guarda entre si. Isto é, usualmente as redes estimadas envolvem um subconjunto bastante restrito do conjunto das patentes utilizadas para sua estimação.

Ainda assim, é possível perceber que dentre os grupos tecnológicos considerados, Os IPCs que envolvem química e metalurgia são o conjunto mais relevante de tecnologias verdes foco desta pesquisa. Dos 35 de tipos de tecnologias (IPCs) considerados, 19 deles se mostraram relevantes nas análises de impacto. Esse grupo tecnológico também foi aquele que número de setores econômicos pode ser associado direto ou indiretamente, sendo que as empresas responsáveis por esses desenvolvimentos estão na maior parte dos casos sediadas nos países centrais, como Japão, EUA, Alemanha, entre outros.

No setor de etanol e biodiesel destacaram-se 30 rotas tecnológicas, com direcionamentos diversos. Desde tecnologias de hiper-saturação micro-molecular de óleos de cozinha convencionais para aplicações em elevada altitude e espaços confinados até desenvolvimento de lipídio estruturado contendo composições e métodos com características promotoras de saúde e nutrição. As trajetórias possuem baixo número de patentes intermediárias e diversas patentes finais, o que é um indicativo de que a tecnologia ainda está em expansão. As patentes mais recentes envolvem a produção de ésteres de glicerol acil e ácidos graxos triglicerídeos para realização de revestimentos biocompatíveis.

Não se localizou nenhuma patente com depósito prioritário no Brasil, o que chama a atenção uma vez que há diversos programas voltados a Biodiesel, os quais tem sido alvo de investimentos em tecnologia. Verifica-se que não se trata apenas de uma política de primeiro patentear no exterior, e sim de realmente não haver tecnologia nacional sendo desenvolvida para esta importante rota tecnológica, nem por empresas brasileiras, nem por ICTs (Instituição de Ciência e tecnologia) nacionais. Isto no futuro poderá significar que o país enfrentará dependência tecnológica em relação à produção deste combustível.

A seção de operações de engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosivos também é numerosa em quantidade de IPCs, com 24 tecnologias afetando cinco setores distintos – automóveis e aeronáutico, cimento, energia, química e petróleo, e siderurgia. Entretanto, o número de IPCs relevantes se mostra relativamente menor, com destaque para 9 IPCs, sendo que as tecnologias desenvolvidas estão supostamente relacionadas a também um conjunto mais restrito de setores econômicos, com destaque maior para o setor de Energia. Nos grupos tecnológicos pertencentes a essa seção se destaca presença de empresas japonesas, e em alguns casos americanas.

A seção de Eletricidade também merece destaque nas considerações finais. Dentre os 16 IPCs priorizados, 5 destes compartilhados entre ambos os setores, 9 exclusivos ao setor de energia e 2 exclusivos ao de química e petróleo, 9 demonstraram-se relevantes na análise de impacto. As tecnologias desenvolvidas encontram aplicações principalmente nos setores de Energia, Química e Petróleo, sendo novamente a presença de empresas japonesas fator de destaque.

No agrupamento de **elementos elétricos básicos**, as tecnologias mais relevantes estão associadas a células híbridas, geradores eletroquímicos, capacitores eletrolíticos e semicondutores, com destaque para as patentes que tratam de monitores, dispositivos emissores de luz e semicondutores; onde a empresa Semiconductor Energy Lab se sobressai em razão de aprimoramentos tecnológicos sequenciais nesta rota.

O último agrupamento tecnológico do setor de eletricidade abrange tecnologias verdes relacionadas à **produção, conversão ou distribuição de energia elétrica**. Nota-se uma grande relação tecnológica entre os IPCs. Esta rede conta com 23275 patentes, das quais 1586 (6,8%) estão conectadas por citações e 634 estão no componente principal, com destaque para os depósitos recentes realizados no escritório patentário japonês e proteção via tratado PCT.

Há indícios de que muitas das patentes estão associadas a economia de energia. Destaca-se a proteção de tecnologias a respeito de sistemas de controle de fluxo de energia e compensadores; acumuladores de energia; sistema de distribuição híbrido; método e sistema de regulador de frequência; sistemas de co-geração de energia; método de controle de energia com sistemas de compensação. Como boa parte dos setores envolvidos no projeto EBC é intensivo em energia, como alumínio, cimento, química e petroquímica, há indicativos de que estes setores necessitam estar preparados para uma concorrência que deverá ter um dos seus pilares em melhorias no uso de energia que tanto poderão resultar em melhorias de produtividade quanto redução de custos.

Os desafios futuros envolvem o desdobramento e a continuidade do projeto EBC de forma a incentivar e permitir que especialistas setoriais realizem uma interpretação técnica dos resultados das rotas tecnológicas identificadas de maneira a não apenas apontar direcionamentos mas verificar o estágio de desenvolvimento tecnológico em relação as principais empresas e instituições de pesquisa brasileiras. Uma vez que estas não apresentaram uma participação muito expressiva nas rotas identificadas.

Desta forma este aprofundamento poderia ser realizado por um grupo multidisciplinar com composto por um especialista temático em conjunto com um analista de negócios especializado naquele segmento do próprio banco o que levaria a um olhar mais de proposição de diretrizes para o banco. Não apenas o BNDES como outros órgãos, como a Finep, podem ter nos resultados do projeto um forte instrumento para discutir com a indústria brasileira.

Há de se destacar também, que os presentes resultados são uma foto da presente situação tecnológica, a qual se tornaria mais robusta com a sua repetição periódica, afim de dar maiores indícios e contornar as possíveis fragilidades de levantamento num ponto. O método utilizado propicia localizar as patentes mais importantes, as mais citadas em outras patentes. Porém, num ponto do tempo ele não permite evidências sobre quais as patentes que estariam se conformando em novos e importantes nós da rede, qual seja, que seriam os pontos focais de desenvolvimentos futuros. Mas com a repetição sistemática e periódica pode ser possível detectar quais patentes estão crescendo em referência, o que pode propiciar ações públicas e privadas voltadas para o futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

BRESCHI, S.; LISSONI, F.; MALERBA, F. **Knowledge-relatedness in firm technological diversification**. Research Policy, v. 32, p. 69-87, 2003.

- CHEN, Y.; CHIU, Y. **Vector space model for patent documents with hierarchical class labels.** Journal of Information Science, 2012, p. 1-12.
- COURTIAL, J. P.; CALLON, M.; SIGOGNEAU, A. **The use of patent titles for identifying the topics of invention and forecasting trends.** Scientometrics, v. 26, n. 2, p. 231-242, 1994.
- HALL, B. H.; JAFFE, A. B.; TRAJTENBERG, M. **The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools.** NBER Working paper series, n. 8498, 2001.
- HUMMON, N. P.; DOREIAN, P. **Connectivity in a citation network: the development of the DNA theory.** Social networks, v. 11, p. 39-63, 1989.
- JACKSON, M. O. **Social and Economic Networks.** Princeton: Princeton University Press, Primeira edição, 2008.
- KIM, C.; LEE, H.; SEOL, H.; LEE, C. **Identifying core technologies based on technological cross-impacts: An association rule mining (ARM) and analytic network process (ANP) approach.** Expert Systems with Applications, v. 38, p. 12559-12564, 2011.
- KOTSIANTIS, S.; KANELLOPOULOS, D. **Association Rules Mining: A Recent Overview.** GESTS International Transactions on Computer Science and Engineering, v. 32, n. 1, p. 71-82, 2006.
- LIEBOWITZ, J. **Linking social network analysis with the analytic hierarchy process for knowledge mapping in organizations.** Journal of Knowledge Management, v. 9, n. 1, p. 76-86, 2005.
- NARIN, F. **Patent Bibliometrics.** Scientometrics, v. 30, n. 1, p. 147-155, 1994.
- OCDE a. **Better policies to support eco-innovation.** OECD Studies on Environmental Innovation, OECD Publishing, 2011.
- OCDE b. **Fostering innovation for green growth.** OECD Studies on Environmental Innovation, OECD Publishing, 2011.
- OCDE c. **Invention transfer of environmental technologies.** OECD Studies on Environmental Innovation, OECD Publishing, 2011.
- STERNITZKE, C.; BARTKOWSKI, A.; SCHRAMM, R. **Visualizing patent statistics by means of social network analysis tools.** World Patent Information, v. 30, p. 115-131, 2008.
- TRAJTENBERG, M. **A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations.** The RAND Journal of Economics, v. 21, n. 1, p. 172-187, 1990.
- UNEP, EPO and ICTSD (United Nations Environment Programme (UNEP), European Patent Office (EPO) and International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). **Patents and clean energy: bridging the gap between evidence and policy.** Final report, 2010. 102 paginas. Disponível em <http://www.epo.org/news-issues/issues/clean-energy/study.html>, acesso outubro de 2011.
- VERSPAGEN, B. **Mapping technological trajectories as patent citation networks: a study on the history of fuel cell research.** Advances in Complex Systems, v. 10, n. 1, p. 93-115, 2007.
- WALLIN, J. A. **Bibliometric Methods: Pitfalls and Possibilities.** Basic & Clinic Pharmacology & Toxicology, v. 97, p. 261-275, 2005.
- WARTBURG, I. V.; TEICHERT, T.; ROST, K. **Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis.** Research Policy, v. 34, p. 1591-1607, 2005.
- WIPO; **IPC Green Inventory.** World Intellectual Property Organization Disponível em <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/est/>. Acesso em outubro de 2011