



# DESCONTINUIDADE TECNOLÓGICA EM PATENTES ENVOLVENDO O USO DE CINZAS DE CARVÃO: ANÁLISE BASEADA EM CONTEÚDO TEXTUAL

**Hermani Magalhães Olivense do Carmo**

Mestre em Economia Aplicada Professor da Universidade Federal de Alagoas

E-mail: [hermani\\_record@hotmail.com](mailto:hermani_record@hotmail.com)

**Loreni Maria dos Santos Braum**

Mestre em Ciências Contábeis, Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná

E-mail: [lorenibraum@hotmail.com](mailto:lorenibraum@hotmail.com)

**Eduardo Vimercati de Sá**

Pesquisador na Universidade Nove de Julho

E-mail: [eduardovimercatisa@gmail.com](mailto:eduardovimercatisa@gmail.com)

## RESUMO

Acompanhar as tendências de mercado e ações dos concorrentes é essencial diante de cenários econômicos instáveis. Uma forma de acompanhar essas tendências é observar os registros de patentes efetuados por *stakeholders* ligados à organização. Este artigo teve como objetivo verificar a descontinuidade tecnológica nas áreas que utilizam as cinzas de carvão, através do banco de patentes e outras fontes buscando analisar o comportamento da tecnologia dominante, o enfoque nas irregularidades e o direcionamento de conteúdo das patentes. As patentes são instrumentos de proteção mercadológica para que empresas e inventores tenham o direito de exclusividade para explorar economicamente e financeiramente suas invenções. Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa seguiram três etapas: i) Bibliometria; ii) Análise das patentes existentes na base de dados *patent2net.vlab4u.info*; iii) Análise de conteúdo das patentes, através do software de análise textual *Iramuteq*. Nossos achados revelam que a maior parte das patentes são registradas no IPC C04B, cuja Seção trata de produtos e processos ligados à Química e Metalurgia, e utilizadas na indústria de cimento. Revelam, também, que existe uma tendência de descontinuidade tecnológica ao indicar a influência da Classe 5 nas Classes 2 e 4.

**Palavras-chave:** Cinzas de Carvão, Patentes, Análise de Conteúdo, Descontinuidade Tecnológica.

## TECHNOLOGICAL DISCONTINUITY IN PATENTS INVOLVING THE COAL ASH USE: BASED ANALYSIS IN TEXTUAL CONTENTS

## ABSTRACT

Monitor market trends and actions of competitors is essential in the face of unstable economic scenarios. A way to track these trends is to observe patent registrations made by stakeholders linked to the organization. This article aimed to verify the technological discontinuity in the areas that use the coal ash through the patent database and other sources seeking to analyze the behavior

\*Autor para correspondência/Author for correspondence/Autor para la correspondencia: Hermani Magalhães Olivense do Carmo Universidade Federal de Alagoas- Campus A. C. Simões - Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, Maceió - AL, Cep: 57072-970

Data do recebimento do artigo (received): 23/01/2017

Data do aceite de publicação (accepted): 10/10/2017

Desk Review

Double Blind Review

of the dominant technology, the focus on irregularities and content targeting of patents. Patents are marketing protection tools for companies and inventors have the exclusive right to economically and financially exploit their inventions. The methodological procedures adopted in this study followed three stages: i) Bibliometry; ii) Analysis of existing patents in patent2net.vlab4u.info database; iii) Content analysis of patents through Iramuteq textual analysis software. Our findings reveal that most patents are registered in the IPC C04B, whose section about products and processes related to chemistry and metallurgy, and used in the cement industry. They also reveal that there is a trend of technological discontinuity to indicate the influence of class 5 in Classes 2 e 4.

**Key-words:** Coal ash; Patents; Content Analysis; Technological Discontinuity.

## **DISCONTINUIDAD TECNOLÓGICA DE LAS PATENTES QUE IMPLICA EL USO DE CENIZAS DE CARBÓN: ANÁLISIS BASADA EN CONTENIDO TEXTUAL**

### **RESUMEN**

Seguir las tendencias y las acciones de los competidores en el mercado es esencial en la cara de escenarios económicos inestables. Una manera de seguir estas tendencias es observar los registros de patentes realizados por los agentes vinculados a la organización. Este estudio tuvo como objetivo verificar la discontinuidad tecnológica en las áreas que utilizan la ceniza de carbón a través de la base de datos de patentes y de otras fuentes que tratan de analizar el comportamiento de la tecnología dominante, el enfoque sobre las irregularidades y la orientación de contenido patentes. Las patentes son la comercialización de instrumentos de protección para las empresas y los inventores tienen el derecho exclusivo de explotar económicamente y financieramente sus invenciones. Los procedimientos metodológicos adoptados en este estudio siguieron tres etapas: i) Bibliometría; ii) el análisis de las patentes existentes en la base de datos patent2net.vlab4u.info; iii) El análisis del contenido de las patentes de software a través de análisis textual Iramuteq. Nuestros resultados revelan que la mayoría de las patentes están registradas en el IPC C04B, cuya sección acerca de los productos y procesos relacionados con la Química y Metalurgia, y se utilizan en la industria del cemento. También revelan que hay una tendencia de la discontinuidad tecnológica para indicar la influencia de la clase 5 en las clases 2 y 4.

**Palabras-clave:** Las cenizas de carbón, Patentes, Análisis de Contenidos, Discontinuidad Tecnológica.

### **I INTRODUÇÃO**

A descontinuidade tecnológica tem sido considerada como o incremento de uma ideia nova que vai mudar o sistema atual (Funk, 2008), proporcionada também pelo desenvolvimento de uma nova tecnologia que substituirá um produto ou um processo (Sabatier et al., 2015). A partir dos estudos de Abernathy e Utterback (1978) as descontinuidades tecnológicas foram caracterizadas em três fases: a) Fluida - adaptação à nova tecnologia, b) Transição - ciclo de crescimento do produto com ajustes incrementais, c) Específica - ciclo de amadurecimento dos processos de produção perante o mercado, mas as inovações incrementais continuam sendo implementadas nos produtos.

A inovação tecnológica apresenta um ciclo de vida específico com base nas fases do processo de descontinuidade tecnológica. Tushman e Anderson (1986) apresentam a descontinuidade tecnológica em períodos, iniciando pelo período de fermentação tecnológica - surgimento de novos projetos em substituição da tecnologia existente, em seguida o período de design dominante - período de mudanças tecnológicas incrementais e vai até o início de uma nova descontinuidade.

O design dominante, para Henderson e Clark (1990), é caracterizado por um conjunto de design que correspondem às principais funções exercidas pelo produto e que estão incorporadas nos componentes e, também, por uma arquitetura de produto que define as formas como estes componentes estão integrados. Desta forma, o período de inovação de um produto é mais alto durante o início da criação, quando a principal preocupação das empresas é torná-lo dominante. As fases de mudança do produto está associada com a identificação de uma necessidade existente (Abernathy & Utterback, 1978), no decorrer do processo de maturidade da tecnologia do produto e tornando um design dominante reconhecido (Utterback, 1996).

Machado, Jesus e Rodrigues (2012) descrevem que o progresso da ciência leva à mudança das fronteiras e dos paradigmas do conhecimento, possibilitando que novas tecnologias surjam em um cenário de incertezas, complexidades e riscos no processo de escolha da tecnologia a ser implantada ou absorvida. Acompanhar as tendências de mercado e ações dos concorrentes é essencial diante de cenários econômicos instáveis. Uma forma de acompanhar essas tendências é observar os registros de patentes efetuados por *stakeholders* ligados à organização. As patentes são instrumentos de proteção mercadológica para que empresas e inventores tenham o direito de exclusividade para explorar economicamente e financeiramente suas invenções.

O registro global de patentes envolvendo o uso da cinza de carvão é uma área que teve aumento significativo nos últimos vinte anos, principalmente no continente asiático. O estudo de Sabedot, Sundstron, De Böer, Sampaio, De Oliveira Dias e Ramos (2011) apontou a importância da utilização da cinza de carvão, principalmente proveniente da queima de carvão mineral nas usinas termelétricas, como matéria prima para outros segmentos. Os autores destacaram que a construção civil é o setor que mais utiliza as cinzas de carvão, principalmente na indústria cimenteira, neste contexto surge o seguinte questionamento: Analisando os registros de patentes envolvendo a cinza de carvão é possível identificar descontinuidade tecnológica?

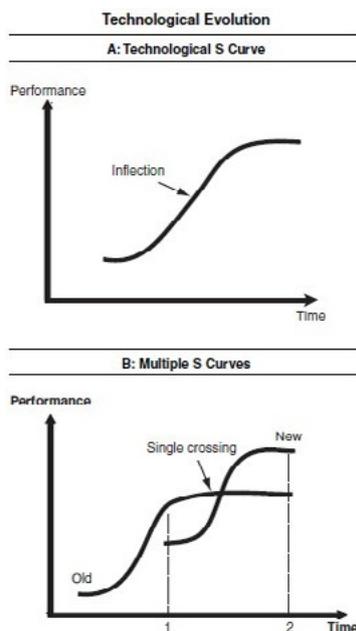
Este artigo teve como objetivo verificar a descontinuidade tecnológica nas áreas que utilizam as cinzas de carvão, através do banco de patentes e outras fontes buscando analisar o comportamento da tecnologia dominante, o enfoque nas irregularidades e o direcionamento de conteúdo das patentes. Para tal, os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa seguiram três etapas: i) Bibliometria; ii) Análise das patentes existentes na base de dados *patent2net.vlab4u.info*; e, iii) Análise de conteúdo das patentes, através do software de análise textual *Iramuteq*.

## 2 DESCONTINUIDADE TECNOLÓGICA

Anderson e Tushman (1990) argumentam que a descontinuidade tecnológica interpreta a decisão em se adotar uma nova tecnologia para o setor, em substituição à existente, devido ao surgimento de uma inovação radical. A maioria das novas tecnologias tem desempenho superior em relação às antigas, desde o momento em que foram introduzidas. Já para Foster (1986) a descontinuidade tecnológica reflete o ciclo de vida de uma tecnologia e pode ser do tipo “destruidora de competência”, quando a nova tecnologia se torna obsoleta, o modelo até então dominante, encerrando seu ciclo.

A descontinuidade tecnológica é definida como um avanço técnico tão significativo no aumento de escala, na eficiência e no design, que pode tornar obsoletas as tecnologias mais antigas com o advento de novas tecnologias. As novas inovações superam tecnologias dominantes vigentes e levam à descontinuidade tecnológica, fazendo com que o setor retorne a um novo estágio inicial, porém, mais evoluído. As grandes mudanças tecnológicas podem ser caracterizadas como destruidoras de competência ou como intensificadoras de competência, e essas mudanças exigem novas habilidades, capacidades e conhecimentos, tanto no desenvolvimento como na produção do produto (Tushman & Anderson, 1986).

As inovações tecnológicas seguem uma continuidade até um ponto que podemos chamar de *looping*. Assim, Abernathy e Utterback (1975) a definem como estágio inicial das empresas, que ainda são flexíveis e buscam estabelecer um desenho dominante para o setor a partir das suas tecnologias, alimentando o aparecimento de inovações radicais. Enfim, novas inovações radicais ultrapassam tecnologias dominantes correntes e levam à descontinuidade tecnológica, fazendo com que o setor retorne a um novo estágio inicial, porém, mais evoluído. Foster (1986) criou a Curva S, que é uma representação gráfica que explica o momento em que uma empresa está perto do limite de desempenho da tecnologia dominante, onde concorrentes exploram tecnologias alternativas, surgindo uma nova trajetória tecnológica e uma nova curva. Sua análise permite identificar a tendência de ruptura tecnológica e de surgimento da nova trajetória. A representação Gráfica da Curva S é apresentada na Figura 1.



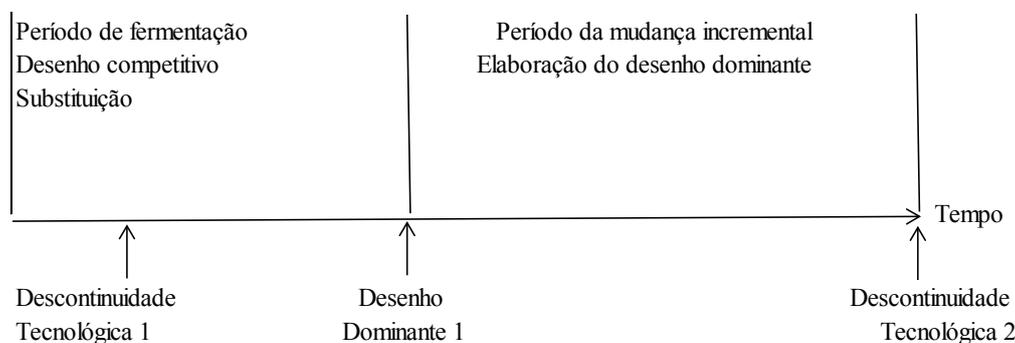
**Figura 1. Curva S.**

Fonte: Adaptado de Sood e Tellis (2005).

Gatignon, Tushman, Smith e Anderson (2002) defendem que há uma confusão empírica substancial sobre os efeitos de diferentes tipos de inovação sobre os resultados organizacionais. Por exemplo, enquanto algumas inovações podem causar descontinuidade e desestabilizar empresas outras não. Pesquisas apontam que a descontinuidade tecnológica é inevitável, até mesmo por causa do ciclo de vida tecnológico. Rothaermel (2001) defende que as empresas podem sobreviver há uma mudança tecnológica radical, por meio de alianças estratégicas estabelecidas antes de uma descontinuidade. Estes processos de cooperação entre empresas servem como um mecanismo para o desenvolvimento de novos produtos para firmar o desempenho no período pós-descontinuidade.

De acordo com Tushman e Anderson (1986) o modelo de design dominante surge de padrões da “fermentação” tecnológica. Estes autores destacam que após o surgimento do design dominante, o progresso tecnológico é dirigido pelas inovações incrementais e melhorias, mas descontinuidades oferecem melhor preço e desempenho do que a inovação pautada em tecnologia atual, baseada em inovações incrementais. Além disso, explicam que se trata de uma poderosa fonte de variação, demonstrando que o núcleo tecnológico de uma indústria evolui através de longos períodos de mudança incremental pontuado por descontinuidades tecnológicas. Estas descontinuidades previsivelmente afetadas por incerteza ambiental e as taxas de crescimento da organização. Pontuam a chave na evolução de uma tecnologia: o surgimento de um projeto dominante após uma descontinuidade tecnológica.

Tushman e Anderson (1986) argumentam que uma inovação revolucionária inaugura uma era de efervescência em que a concorrência entre as variações do avanço inicial culmina na seleção de uma única configuração dominante da nova tecnologia. Variações de sucesso são conservadas por inovações incrementais. A Figura 2 ilustra os componentes de um ciclo tecnológico em que tais inovações partem dramaticamente da norma de inovação incremental contínua que caracteriza as classes de produtos, e que pode ser chamado de descontinuidades tecnológicas ou afetar os processos subjacentes ou os próprios produtos. Modelos dominantes e descontinuidades tecnológicas colocam desafios competitivos cruciais e escolhas estratégicas para as organizações.



**Figura 2. Componentes de um ciclo tecnológico.**

Fonte: Adaptado de Tushman e Anderson (1986)

Tripsas (2008) define descontinuidade tecnológica como um modelo de evolução tecnológica que incorpora duas trajetórias tecnológicas e um novo conceito: trajetórias preferenciais, que são ciclos de mudança incremental e descontinuidade de preferências. Um dos exemplos que o autor cita de descontinuidades de preferência é o da indústria tipográfica, que combinou o conceito de trajetórias de preferência com o trabalho prévio sobre trajetórias tecnológicas para desenvolver um modelo conceitual que aprofunda nossa compreensão do ciclo de vida da tecnologia especificamente o momento de transições tecnológicas em uma indústria.

Cusumoto, Suarez e Kahl (2007) trazem uma nova definição para compreensão do efeito das descontinuidades tecnológicas têm-se causado sobre o impacto de uma nova tecnologia em clientes existentes, ou competências existentes. Argumentam que há uma terceira dimensão que é integração da tecnologia atual com a anterior. Para usar uma terminologia semelhante, uma nova tecnologia pode “destruir” as ligações com a tecnologia existente da base instalada (baixa necessidade de integração com a tecnologia anterior), ou “preservar” os vínculos (alta necessidade de integração).

### 3 CINZA DE CARVÃO MINERAL

De acordo com Zaccaron, Nandi, Silva e Comin (2015) o carvão mineral é formado pela transformação de matéria vegetal de grandes florestas que sofreram soterramento por matéria mineral como areia e argila, por exemplo, tendo como principal elemento o carbono. O processo de soterramento acontece gradativamente provocando aumento de pressão e temperatura na matéria orgânica, que leva à expulsão de átomos de oxigênio e hidrogênio e concentração do carbono. Nos Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul estão localizadas as reservas brasileiras de carvão. O carvão mineral é o combustível fóssil mais abundante no Brasil e o Estado de Santa Catarina é responsável por 65% da produção nacional (Kniess, 2005). Na região sul do Brasil são produzidas cerca de 3.000.000 toneladas/ano, o que representa em torno de 60% da produção nacional (Consoli, Heineck, Coop, Fonseca & Ferreira, 2007).

A principal utilização do carvão mineral no Brasil é nas grandes siderúrgicas, para a produção de aços e nas usinas para geração de energia elétrica. Entretanto, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2015), a maior “restrição à utilização do carvão é o forte impacto socioambiental provocado em todas as etapas do processo de produção e também no consumo. A extração, por exemplo, provoca a degradação das áreas de mineração. A combustão é responsável por emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>)”.

O carvão ainda hoje permanece como uma importante fonte de geração de energia em todo o mundo, mas o uso de carvão em usinas de energia gera cinzas em quantidades elevadas (Jayaranjan, Hullebusch & Annachhatre, 2014). Considerando a escassez dos recursos naturais cada vez mais as indústrias vêm demonstrando interesse no reaproveitamento de resíduos gerados no processo produtivo. O uso dos resíduos do processo industrial possibilita, além da redução dos custos de produção, a minimização da poluição por meio da redução dos rejeitos eliminados no meio ambiente. No caso do carvão mineral o resíduo gerado é a cinza.

A cinza do carvão mineral é um subproduto da combustão do carvão mineral usado nas usinas termelétricas constituindo-se em uma sobra de matéria prima de boa qualidade, de acordo com Knies (2005) e Consoli et al. (2007). Este subproduto é, segundo Knies (2005), compatível com várias matérias primas utilizadas na indústria cerâmica de revestimento, podendo substituir parcial ou integralmente outras matérias primas na produção de vigas e pilares, além de tintas para serigrafia.

Porém, como destacam Jayaranjan, Hullebusch e Annachhatre (2014), menos de 30% da cinza de carvão produzida é reutilizada e seu reuso na engenharia civil, tais como a construção de estradas, aterros, materiais de construção, aplicações geo-polímero e na produção de cimento pode trazer benefícios para a natureza por meio da redução dos resíduos descartados. Além do uso na construção civil, a cinza de carvão possui outras opções de reutilização potenciais que incluem aplicações, tais como cerâmica de vidro, água e tratamento de águas residuais, a agricultura, bem como para a fabricação de produtos de alto valor (por exemplo, espelhos de telescópio, produtos à prova de fogo, etc.).

Existem diversas opções para reutilização de resíduos da combustão de carvão que geram benefícios econômicos adicionais. Estes incluem o uso na construção civil, no tratamento de águas residuais, para a recuperação de metais e para a produção de materiais como zeólitos (Jayaranjan, Hullebusch & Annachhatre, 2014). Uma síntese de diversas pesquisas realizadas mostrando as opções de reutilização da cinza de carvão foi realizada por estes autores, como segue: 1) Aplicações na engenharia civil, construção de estradas e em aterros; 2) Material ligante, cimento OPC, geo-polímero e material de substituição areia; 3) Materiais de construção e produtos de engenharia; 4) Aplicações de água e tratamento de águas residuais; 5) Gestão de resíduos perigosos; 6) Agricultura; 7) Habitats artificiais; 8) Valor adicionado a materiais; 9) Freios automotivos; e 10) Capturar dióxido de carbono.

As cinzas de carvão são reutilizadas principalmente em aplicações de engenharia civil, tais como a construção de estradas, aterros, materiais de construção, aplicações geo-polímero e na produção de cimento, concreto, preenchimento estrutural, estabilização do solo, mas seu uso também pode ser feito na agricultura e na captura de dióxido de carbono.

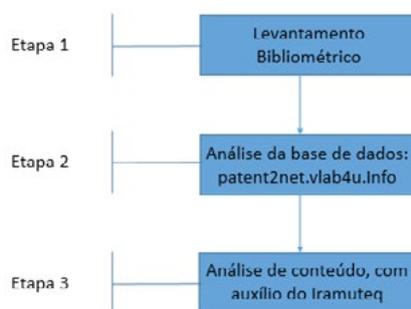
## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo de verificar a descontinuidade tecnológica nas áreas que utilizam as cinzas de carvão, através do banco de patentes e outras fontes, buscou-se analisar o comportamento da tecnologia dominante, o enfoque na irregularidades e o direcionamento de conteúdo das patentes. Para tal, os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa seguiram três

etapas: i) Bibliometria; ii) Análise das patentes existentes na base de dados *patent2net.vlab4u.info*; iii) Análise de conteúdo das patentes, através do software de análise textual *Iramuteq*.

Efetuamos um levantamento bibliométrico, tanto sobre descontinuidade tecnológica como a utilização de cinzas de carvão, para analisar o estado da arte de ambos os assuntos. As bases utilizadas nesse levantamento foram *Web of Science* e *Google Scholar*. O resultado desse levantamento está presente na seção anterior (Referencial Teórico). A análise do base de dados de patentes, através do site *patent2net.vlab4u.info*, permitiu extrair a maioria das patentes, mundialmente depositadas, relacionadas ao tema cinza de carvão.

Com o auxílio do portal Espacenet Patent Research (<http://worldwide.espacenet.com>) foi possível ter acesso aos *abstracts* das patentes utilizadas como amostra para este estudo. O período analisado foi de 1951 a 2015. Para a definição da amostra utilizamos dois critérios: o primeiro de identificar o código de IPC mais utilizado pelas instituições que depositam patentes (C04B), e o segundo foi a presença das palavras “*ash*” e “*coal*” nos títulos das patentes. E a terceira etapa, com o auxílio do *Iramuteq*, podemos analisar o conteúdo do *abstracts* das patentes. A Figura 3 representa graficamente essas 3 etapas.



**Figura 3.** Evolução histórica das patentes por Seção (IPC).

Fonte: elaborado pelos autores.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com a busca inicial na base de patentes do site *patent2net.vlab4u.info*, apesar de utilizar o verbete *coal ash ceramic* (cerâmica de cinza de carvão), banco de patentes apresentou as outras utilizações das cinzas de carvão, o que veremos mais adiante. No total, foram apontadas 1.784 patentes registradas no mundo. Porém, atualmente, o site só disponibiliza 657.

A China é o país que mais patenteia nessa área. Desde 1951, o país já registrou 1.217 patentes. Isso significa 68,22% de tudo que já foi patenteado no mundo. Em segundo lugar, com 395 patentes (22,14% do total), vem o Japão. Os dois países juntos concentram mais de 90% da produção global de patentes. Em terceiro lugar vem a Coreia do Sul, com 68 patentes (3,81%). O fato de possuírem uma matriz energética baseada no carvão mineral e possuírem poucos recursos minerais em seus territórios, esses países vem procurando descobrir novas utilizações para os resíduos da queima do carvão. Os Estados Unidos, que é considerado um dos principais países em registros de patentes, registrou apenas 20 patentes, ao longo do período analisado.

O Quadro 2 apresenta o total de patentes registradas por país, de acordo com suas respectivas sigla internacionais, desde 1951.

Quadro 2. Total de patentes por país.

País Ano	AT	CA	CN	CZ	DE	EA	EP	GB	GR	JP	KR	MX	RU	TW	US	WO*	Totais
1951								1									1
1953								1									1
1956								1									1
1976															2		2
1977								2									2
1982										4							4
1985					2					2							4
1986			2							10					1		13
1987			6							4	3						13
1988			4														4
1989		1	3							6							10
1990			3							8							11
1991			4														4
1992			10							14							24
1993	2		14							9							25
1994			12	5	5					19			1		3		45
1995			8							20						3	31
1996			1							3					3		7
1997			10							22	2						34
1998			6							15						1	22
1999			4							39							43
2000			10							27	1			2		2	42
2001			15							24	1					3	43
2002			3							40	11				3		57
2003			6							22	11						39
2004			21				2			42							65
2005			13							12			2				27
2006			38							5					3	4	50
2007			11			1				12		2					26
2008			50							12	3						65
2009			67							6	2		2			3	80
2010			61				2			5	15		2			2	87
2011			81							9	4		6		2		102
2012			155							3	2		2			6	168
2013			229						2	1	10		6		2		250
2014			333								1						334
2015			37								2				1	8	48
Totais	2	1	1.217	5	7	1	4	5	2	395	68	2	21	2	20	32	1.784

Fonte: elaborado pelos autores, com base na base de patentes *patent2net.vlab4u.info*.

Nota:\* WO = Nacionalidade não mencionada.

Não obstante verificar a evolução dos registros de patentes por país, cabe ressaltar que estes registros são realizados em várias áreas conforme a *International Patent Classification* (IPC). Esta classificação é dividida em 8 seções, permitindo a extratificação das áreas do conhecimento passíveis de patenteamento. Para maiores detalhes sobre o IPC, vide o site do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual ([www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br)). De acordo com o total de patentes en-

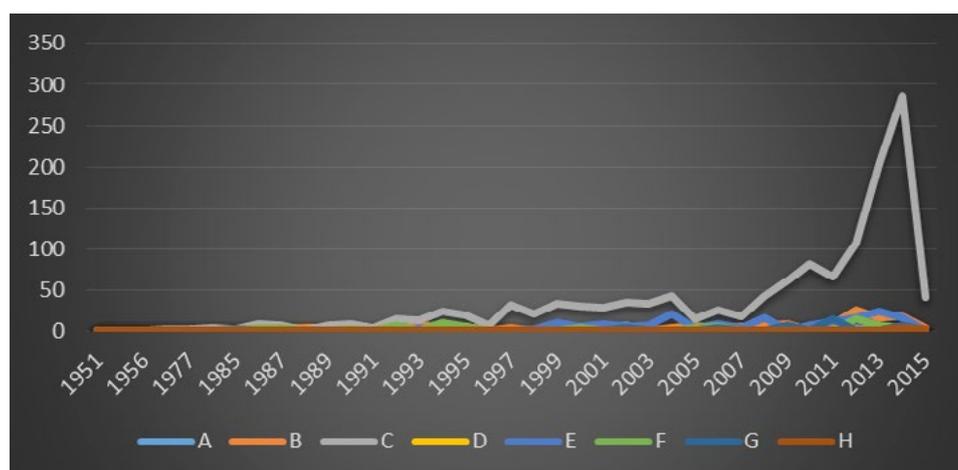
contradas, a seção que concentra mais registros é a que contempla a área de Química e Metalurgia, com 1325 registros, conforme Tabela 1.

**Tabela 1:**  
**Total de patentes por Seção (IPC)**

Seção (IPC)	Nº de Patentes	(%)
A: Necessidades Humanas.	15	0,84%
B: Operações de Processamento e Transporte.	142	7,96%
C: Química e Metalurgia.	1325	74,27%
D: Têxteis e Papel.	16	0,90%
E: Construções Fixas.	169	9,47%
F: Engenharia Mecânica, Iluminação, Aquecimento, Armas e Explosão.	71	3,98%
G: Física.	36	2,02%
H: Eletricidade.	6	0,34%
Total	1.784	100,00%

Fonte: elaborado pelos autores, com base na base de patentes *patent2net.vlab4u.info*.

Buscando analisar a evolução histórica desses registros por Seção (IPC), conseguimos perceber que a Seção C (Química e Metalurgia) é a que mais vem se desenvolvendo ao longo do período analisado. O item que mais se destaca, dentro desta seção, é o C04B, que engloba patentes relacionadas aos seguintes produtos: cal, magnésia, escória, cimentos e suas composições, (por exemplo: argamassa, concreto ou materiais de construções similares), pedra artificial, cerâmica, refratários e tratamento da pedra natural. Esse item contém 961 registros de patentes, desde 1951, ou seja, aproximadamente 54% do total de patentes foi registrado nesse código. A segunda Seção com mais evolução histórica é a Seção E (Construções Fixas), com 169 registros. Na Seção E, o item E04B merece destaque, com 63 patentes registradas. O item E04B contempla estrutura geral de edificações, paredes, telhados, soalhos, tetos, isolamento ou outras proteções de edificações. A evolução de todas as seções podem ser observadas na Figura 4.



**Figura 4.** Evolução histórica das patentes por Seção (IPC).

Fonte: elaborado pelos autores, com base na base de patentes *patent2net.vlab4u.info*.

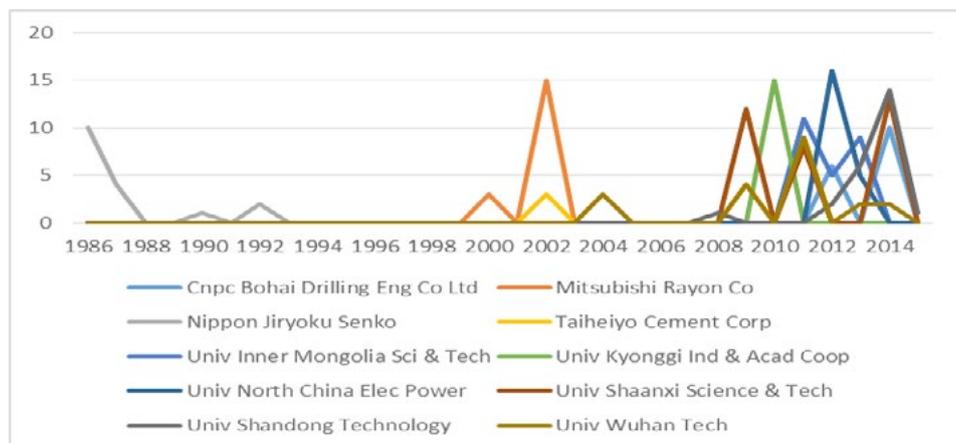
Ao analisarmos as nacionalidades das patentes, conforme os códigos acima citados, verificamos que a China e o Japão mantêm suas posições de liderança e vice-liderança, respectivamente. A China teve seu primeiro registro de patente, no código C04B, em 1987, enquanto o Japão teve dois registros um ano antes, em 1986. Em relação ao item E04B, aconteceu o contrário, porém, um pouco mais tarde. A China registrou primeiro em 1991 e o Japão oito anos mais tarde, em 1999. Entre as principais instituições detentoras de patentes relacionadas às cinzas

de carvão estão as universidades. Elas foram responsáveis pelo registro de 305 patentes, tendo a Universidade Shaanxi Science & Tech como a maior instituição patenteadora no assunto, com patentes muito recentes (2009-2014). Porém, a primeira instituição a registrar uma patente nessa área foi uma companhia inglesa chamada Corson G & W H, cujo registro está datado de 1951. As 10 instituições que mais possuem patentes relacionadas às cinzas de carvão estão listadas na Tabela 2, e suas evoluções históricas na Figura 5.

**Tabela 2.**  
Total de patentes por Seção (IPC)

Instituição	Nacionalidade	Nº de patentes
Cnpc Bohai Drilling Eng Co Ltd	China	16
Mitsubishi Rayon Co	Japão	18
Nippon Jiryoku Senko	Japão	17
Taiheiyo Cement Corp	Japão	16
Univ Inner Mongolia Sci & Tech	China	25
Univ Kyonggi Ind & Acad Coop	Coréia do Sul	15
Univ North China Elec Power	China	21
Univ Shaanxi Science & Tech	China	33
Univ Shandong Technology	China	24
Univ Wuhan Tech	China	20
Total		205

Fonte: elaborado pelos autores, com base na base de patentes *patent2net.vlab4u.info*.



**Figura 5.** Evolução histórica das patentes das 10 principais instituições.

Fonte: elaborado pelos autores, com base na base de patentes *patent2net.vlab4u.info*.

Nas buscas realizadas no site *patent2net.vlab4u.info*, até o fechamento deste artigo, não foram observadas patentes brasileiras. Mas, conseguimos encontrar, buscando em sites de instituições nacionais, uma patente no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM, 2015) e 13 no site Patentes Online (2015). Estas patentes estão relacionadas no Quadro 3, com seus respectivos IPCs, destacam a utilização da cinza de carvão em seus resumos.

**Quadro 3** - Relação de patentes sobre cinza de carvão, depositadas no INPI

Título da patente	IPC	Fonte
Processo para remoção de manganês e outros metais presentes em baixas concentrações em efluentes industriais	C02F	CETEM
Método de utilização de resíduos de produção de cosméticos como componentes principais de novos materiais de construção civil	C04B	Patentes Online
Aperfeiçoamento em processo de pavimentação	E01C	Patentes Online

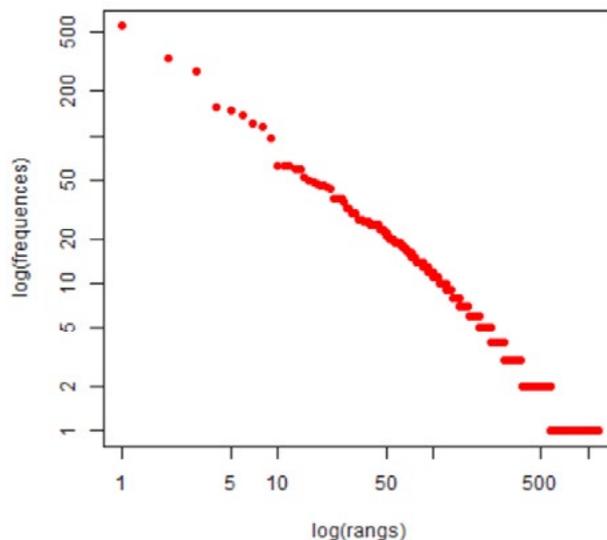
Título da patente	IPC	Fonte
Tijolo estrutural prensado	E04B	Patentes Online
Zeólita de cinzas de carvão modificada por surfactante como material adsorvente, seu processo de preparação e sua utilização	C01B C02F	Patentes Online
Os métodos de utilização de fosfo-gesso para fabricação de materiais de construção civil	B28C E04C	Patentes Online
Argamassa sem cimento	C04B	Patentes Online
Zeólitas de cinzas de carvão e sua utilização como material adsorvente para remoção de corantes em efluentes	B01J B01D	Patentes Online
Zeólitas de cinzas de carvão e sua utilização como material adsorvente de íons metálicos em efluentes e na remediação de solo	B01J B01D	Patentes Online
Produção de materiais vitro-cerâmicos do sistema $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{Li}_2\text{O}$ utilizando cinza de carvão mineral como matéria-prima	C03C	Patentes Online
Compósito magnético baseado em zeólitas de cinzas de carvão e sua utilização como material adsorvente de íons metálicos em efluentes B01J B01D		Patentes Online
Método para produzir blocos e tijolos de cinzas voláteis não vitrificados duráveis	C04B	Patentes Online
<a href="#">Método para utilização de cinza de carvão, material sólido, artigo, uso de sobra de depurador e método de processamento usado em baterias</a>	C04B	Patentes Online
Dormente em concreto plástico	E01B	Patentes Online

Fonte: elaborado pelos autores.

Após analisar a base de dados de patentes (*patent2net.vlab4u.info*), partimos para a análise de conteúdo dos *abstracts* das patentes com a utilização do software Iramuteq. Para Camargo e Justo (2013, p. 2), a análise de conteúdo textual possibilita “descrever um material produzido por um produtor, seja individual ou coletivamente, como também pode-se utilizar a análise textual com a finalidade relacional, comparando produções diferentes em função de variáveis específicas que descrevem quem produziu o texto”.

A amostra de patentes utilizada para esta análise foi filtrada, inicialmente, pelo IPC C04B que é o mais utilizado pelos patenteadores na área de cinza de carvão, e, posteriormente, pelas palavras “coal” e “ash” inseridas no título. Dessa forma, obtivemos 44 patentes, registradas entre 1992 e 2015, de origem chinesa. Os *abstracts* foram inseridos na íntegra, apenas obedecendo os critérios de parametrização de caracteres solicitados pelo Iramuteq. As etapas de análise de conteúdo seguiram o tutorial elaborado por Camargo e Justo (2013), como segue: i) estatísticas textuais clássicas; ii) pesquisa de especificidades e AFC; iii) Classificação Hierárquica Descendente (CHD); iv) análise de imititudes; e v) nuvem de palavras.

A primeira etapa, Estatísticas Textuais Clássicas, apresenta dados básicos para um simples conferência do que foi importado para análise no software. Assim, podemos confirmar que foram analisados 44 textos, *abstracts* mais especificamente no nosso caso, com a ocorrência de 6.607 palavras. A Figura 6 apresenta o Diagrama de Zipf, gráfico que apresenta o comportamento das frequências das palavras ao longo do texto, ilustrando a distribuição de *frequences x rangs* (Camargo & Justo, 2013).

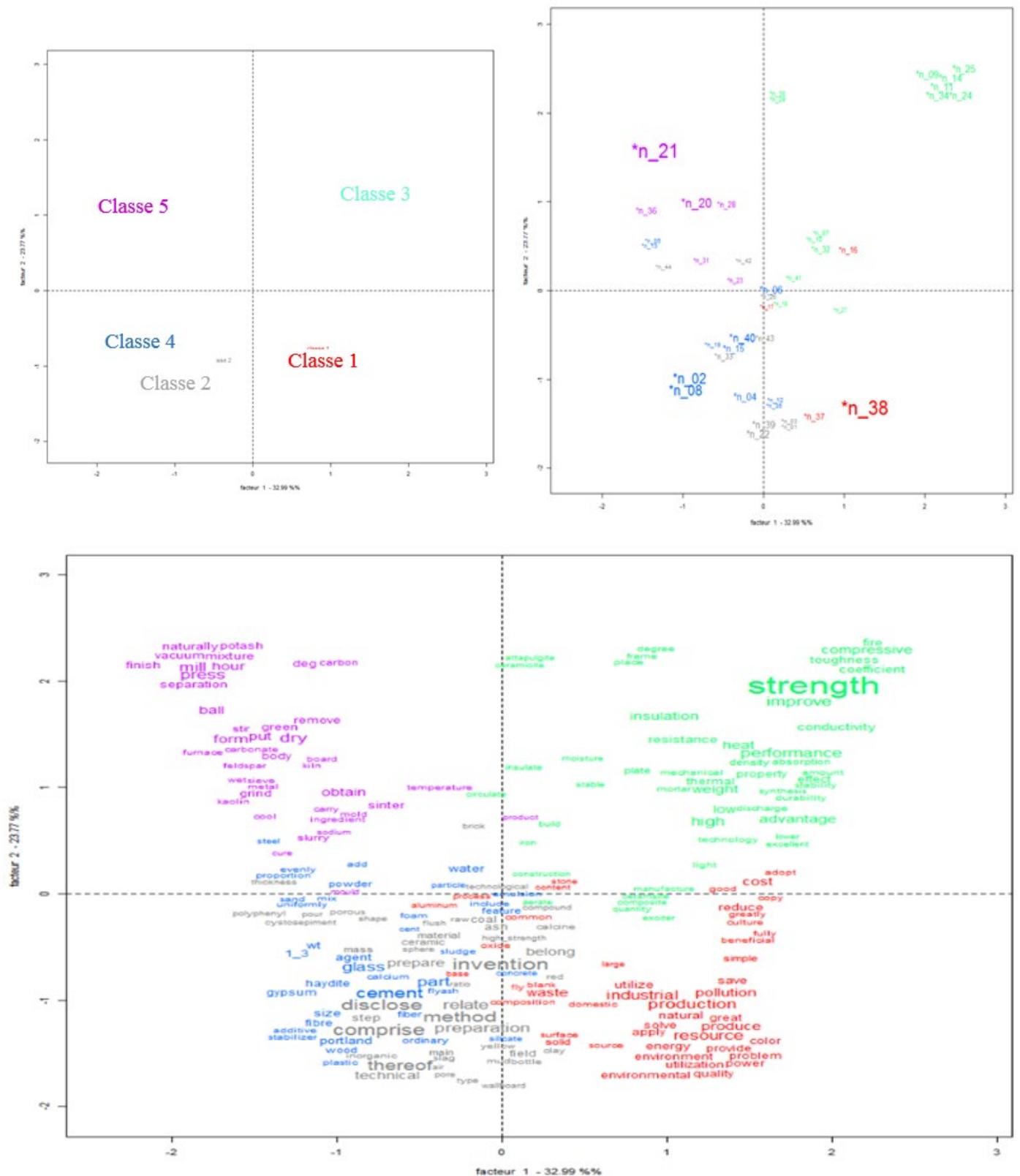


**Figura 7.** Diagrama de Zipf

Fonte: elaborado pelos autores.

A segunda etapa, Pesquisa de Especificidades e Análise Fatorial de Correspondência (AFC), apresenta as frequências das classes gramaticais e das formas, por variável. O importante desta etapa é a verificação da proximidade do conjunto de palavras e o agrupamento realizado em classes. As 44 patentes foram agrupadas em 5 classes, da seguinte forma:

- Classe 1 - Patentes: 16, 17, 37 e 38.
- Classe 2 - Patentes: 01, 03, 22, 26, 33, 39, 43, 42 e 44.
- Classe 3 - Patentes: 07, 09, 10, 11, 14, 18, 24, 25, 27, 29, 30, 32, 34 e 41.
- Classe 4 - Patentes: 02, 04, 05, 06, 08, 12, 13, 15, 19, 35, 40.
- Classe 5 - Patentes: 20, 21, 23, 28, 31 e 36.



**Figura 8.** Análise Fatorial de Correspondência

Fonte: elaborado pelos autores.

Através da Figura 7, percebemos que as classes 2 e 4 estão mais próximas e estão ligadas a classe 5. Já as classes 1 e 3 possuem mais afinidade. Estas aproximações serão melhor percebidas na etapa seguinte, ao analisarmos o Dendrograma da CHD. Percebemos também a aproximação das palavras que possuem maior frequência.

Ao processar a Classificação Hierárquica Descendente (CHD), terceira etapa da análise de conteúdo textual, encontramos resultados que identificam o conteúdo lexical das classes. A Tabela 3 apresenta as palavras mais representativas, ordenadas por classe e pela sua frequên-

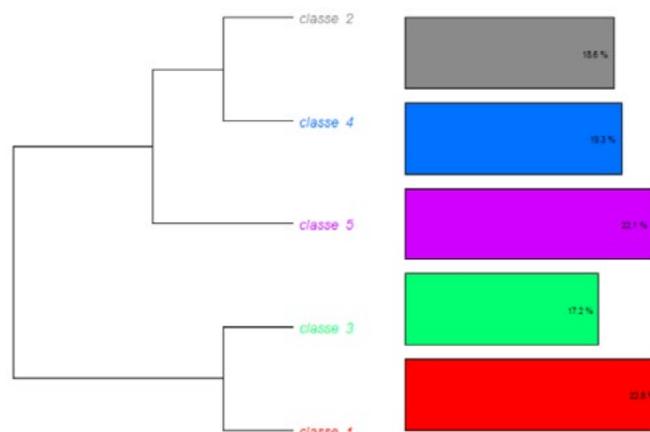
cia nos *abstracts*. A sigla *eff. st* significa o número de vezes que a palavra aparece na classe, e a sigla *eff. total* significa o número de vezes que a palavra aparece em todas as classes. Assim, podemos perceber que as palavras “*ash*” e “*coal*” são as mais representativas nesta pesquisa.

**Tabela 3.**  
Principais palavras de cada classe

Classe	Palavras	Tipo	eff. st	eff. total
Classe 1 cost		Verbo	14	25
	waste	Substantivo	14	24
Classe 2	low	Adjetivo	8	22
	ash	substantivo	21	69
	coal	substantivo	20	61
Classe 3	material	substantivo	17	53
	high	adjetivo	14	27
	cost	Verbo	10	25
Classe 4	low	adjetivo	11	22
	mix	Verbo	10	27
	water	substantivo	12	24
Classe 5	powder	substantivo	10	23
	mix	Verbo	9	27
	sinter	Verbo	11	19

Fonte: elaborado pelos autores.

Continuando na terceira etapa, é importante apresentar o Dendograma da CHD (Figura 8), um gráfico elaborado para facilitar a visualização das partições realizadas nos *abstracts* e suas conexões. Nesse gráfico, as 5 classes se apresentaram estáveis, “ou seja, compostas de unidades de segmentos de texto com vocabulário semelhante” (Camargo & Justo, 2013). O Dendograma da CHD pode nos mostrar uma tendência de tecnologia dominante inerente a uma, ou mais de uma, classe. Assim como, a perspectiva de descontinuidade tecnológica ao analisarmos o conteúdo na íntegra de cada *abstract*, o que será visto mais adiante.



**Figura 9.** Dendograma da CHD  
Fonte: elaborado pelos autores.

Seguindo a análise de conteúdo, agora na quarta etapa (Análise de Similitude), buscamos verificar a ligação entre as principais palavras e a rede por elas construída. A Figura 9 apresenta esta rede, onde as principais palavras formam “nós”, ou núcleo de palavras, para identificarmos



utilizam as cinzas de carvão, através do banco de patentes e outras fontes buscando analisar o comportamento da tecnologia dominante, o enfoque nas irregularidades e o direcionamento de conteúdo das patentes foi alcançado.

A evolução do registro de patentes por Seção revelou que uma área tem um grande número de registros, com um aumento significativo os últimos 20 anos, enquanto outras seções estão sem registro desde 2012. Este é o caso das Seções 'A' (Necessidades Humanas), 'D' (Têxteis e Papéis) e 'H' (Eletricidade), que têm apenas 15, 16 e 6 registros de patente respectivamente, desde 1951, e com vários períodos sem registro. As duas Seções com mais regularidade no registro de patentes foram a 'C' (Química e Metalurgia) e a 'E' (Construções Fixas), e que continuam a possuir registros atualmente. As outras seções ('B', 'F' e 'G') se encontram em situação intermediária de regularidade.

Em relação ao direcionamento de patentes, verificamos que a maioria das instituições analisadas alocam seus esforços para a Seção 'C', especificamente para o IPC C04B, que trata dos seguintes itens: cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições (argamassa, concreto ou materiais de construções similares, etc.); pedra artificial; cerâmica; vidro-cerâmica desvitrificado; refratários; e tratamento da pedra natural. É um item muito abrangente, mas atualmente as cinzas de carvão são amplamente utilizadas na indústria cimenteira. O que se observa no conteúdo das patentes é uma tendência para área de tratamento de efluentes.

Com base no Dendograma da CHD, apresentado na seção anterior, constatamos que as classes, agrupadas de acordo com o conteúdo de seus *abstracts*, apontam para uma tendência de descontinuidade tecnológica, ao indicar a influência da Classe 5 nas Classes 2 e 4. Chegamos a esta conclusão por extrapolação, considerando que foram analisadas apenas 44 patentes, todas chinesas. Apesar das patentes brasileiras não terem sido apresentadas na base de patentes *patent2net.vlab4u.info*, encontramos 14 patentes em sites nacionais. Estas patentes também refletem a tendência de utilização da cinza de carvão para o tratamento de efluentes.

Consideramos que a contribuição teórica deste trabalho é a ampliação da discussão dos instrumentos de análise de descontinuidade tecnológica, através de registros de patentes, com ferramentas de análise de conteúdo textual. E, como contribuição gerencial, poder contribuir com uma metodologia de análise de novas tecnologias, a partir dos registros de patente. Por fim, consideramos que a análise realizada possui algumas limitações em termos de origem do registro das patentes e também da quantidade analisada. O que pode ser ampliada em um estudo futuro.

## REFERÊNCIAS

Abernathy, W. J., & Utterback, J. M. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, 3(6), 639-656.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). *Carvão Mineral*. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par3\\_cap9.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf)>. Acesso em 26 jul 2015.

Anderson, P., & Tushman, M. L. (1990). Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change. *Administrative science quarterly*, 604-633.

Camargo, B. V., Justo, A. M. (2013). *Tutorial para uso do software de análise textual Iramuteq*. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>> Acesso em: 30 de julho de 2015.

- CETEM (Centro de Tecnologia Mineral). *Cinzas de carvão mineral são utilizadas no tratamento de efluentes*. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/17-noticias/153-2012-08-29-cinzas-carvao-tratamento-efluentes>>. Acesso em: 25 de julho de 2015.
- CISESLI, T. M. B. (2013). *Influência da moagem da cinza pesada obtida da queima em termoelétrica no compósito cinza-20Fe*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais.
- Consoli, N. C., Heineck, K. S., Coop, M. R., Fonseca, A. V. D., & Ferreira, C. (2007). Coal bottom ash as a geomaterial: Influence of particle morphology on the behavior of granular materials. *Soils and foundations*, 47(2), 361-373.
- Cusumano, M., Kahl, S., & Suarez, F. F. (2006). Product, process, and service: a new industry lifecycle model. *A research and education initiative at the MIT, Sloan School of Management, Working Paper No, 228*.
- FOSTER, R. N. (1986). *Innovation: The Attacker's Advantage*. New York: Summit Books.
- Funk, J. L. (2008). Components, systems and technological discontinuities: Lessons from the IT sector. *Long Range Planning*, 41(5), 555-573.
- Gatignon, H., Tushman, M. L., Smith, W., & Anderson, P. (2002). A structural approach to assessing innovation: Construct development of innovation locus, type, and characteristics. *Management Science*, 48(9), 1103-1122.
- Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative science quarterly*, 9-30.
- Jayaranjan, M. L. D., Van Hullebusch, E. D., & Annachhatre, A. P. (2014). Reuse options for coal fired power plant bottom ash and fly ash. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 13(4), 467-486.
- Kniess, C. T. (2005). *Desenvolvimento e caracterização de materiais cerâmicos com adição de cinzas pesadas de carvão mineral*. Tese. Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.
- Machado, L. H. M., Jesus, M. A. S., Rodrigues, L. C. (2012). A descontinuidade tecnológica numa perspectiva estratégica - o caso TOTVS; In: *XXXVI Encontro da ANPAD - Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração*, Rio de Janeiro-RJ.
- Patentes on line. *Patentes sobre cinza de carvão*. Disponível em: <<http://www.patentesonline.com.br/patente.pesquisar.do?pesquisa=cinza%20de%20carv%E3o&pagina=1>>. Acesso em: 25 de julho de 2015.
- Sabedot, S., Sundstron, M. G., de Böer, S. C., Sampaio, C. H., de Oliveira Dias, R. G., & Ramos, C. G. (2011). Caracterização e aproveitamento de cinzas da combustão de carvão mineral geradas em usinas termelétricas. In *III CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO MINERAL, Gramado. Rio Grande do sul: UFRGS*.
- Rothaermel, F. T. (2001). Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation. *Strategic Management Journal*, 22(6-7), 687-699.
- Sabatier, V., Craig-Kennard, A., & Mangematin, V. (2012). When technological discontinuities and disruptive business models challenge dominant industry logics: Insights from the drugs industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(5), 949-962.

- Suarez, F. F., & Utterback, J. M. (1995). Dominant designs and the survival of firms. *Strategic management journal*, 16(6), 415-430.
- Sood, A., & Tellis, G. J. (2005). Technological evolution and radical innovation. *Journal of Marketing*, 69(3), 152-168.
- Tripsas, M. (2007). Customer preference discontinuities: A trigger for radical technological change. *Managerial and decision economics*, 29(2-3), 79-97.
- Tushman, M. L., & Anderson, P. (1986). Technological discontinuities and organizational environments. *Administrative science quarterly*, 439-465.
- Utterback, J. M. (1996). *Mastering the dynamics of innovation*. Harvard Business Press.
- Zaccaron, A., Nandi, V. S., Silva, D. B., & Comin, A. B. (2015). Estudo da Utilização do Resíduo Proveniente do Beneficiamento do Carvão Mineral como Matéria-Prima Alternativa na Fabricação de Blocos de Vedação. *Revista Cerâmica Industrial*, n. 20, p. 38-44.