

Mapeamento das Tecnologias Relacionadas à Transferência de Calor por meio de Documentos Patentários Depositados no Brasil de 2009 a 2013

Mapping of the Technologies Related to Heat-Transfer by Patentary Documents Deposited in Brazil between 2009 and 2013

Maria Elisa Marciano Martinez¹

Mauricio da Silva Martins Almeida²

Resumo

O presente artigo tem como objetivo oferecer subsídios e reforçar o apoio à tomada de decisões baseadas em fatos relevantes e evidências concretas sobre a dinâmica do desenvolvimento tecnológico das tecnologias relacionadas à transferência de calor, pois apresenta um mapeamento tecnológico por meio de busca de documentos patentários depositados no Brasil entre 2009 e 2013, avaliando a evolução destas. A metodologia do trabalho utiliza a análise de depósitos de pedidos de patentes depositados no escritório brasileiro de patentes nos anos de 2009 a 2013 da classificação internacional de patentes (IPC) igual a “C09K5” – referente a matérias para transferências de calor. O principal subgrupo encontrado foi a classificação IPC “C09K5/04” referente a materiais tendo efeito térmico acompanhado por uma mudança do estado físico (mudança do líquido para o vapor ou vice-versa). A principal forma de depósito utilizada é depósito via Tratado de Cooperação de Patentes (PCT), depósito internacional. Quanto aos países de origem, observa-se uma distribuição concentrada, com destaque para os Estados Unidos com 66% dos documentos patentários dessas tecnologias.

Palavras-chave: Transferência de Calor. Documentos Patentários. Mapeamento tecnológico.

Abstract

The purpose of this article is to offer subsidies and reinforce support for decision-making based on relevant facts and concrete evidence on the dynamics of the technological development of technologies related to heat-transfer since it presents a technological mapping through the search of patent documents filed in Brazil between 2009 and 2013, evaluating their evolution. The methodology of the work uses the analysis of deposits of patent applications deposited in the Brazilian patent office in the years 2009 to 2013 of the international patent classification (IPC) equal to “C09K5” - referring to materials for heat transferes. The main sub-group found was the IPC classification “C09K5/04” referring to materials having thermal effect accompanied by a change of the physical state (from liquid to vapor or vice versa). The main form of deposit used is PCT (Patent Cooperation Treaty), international deposit. As for the countries of origin, they have a concentrated distribution, with the United States filing 66% of the patent documents of these technologies.

Keywords: Heat-Transfer. Patenting Documents. Technological Mapping.

¹ Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



1 Introdução

Segundo Çengel e Boles (2013), calor é “[...] a forma de energia transferida entre dois sistemas (ou entre um sistema e sua vizinhança) em virtude da diferença de temperatura, ou seja, calor e energia em trânsito”. O calor passa de um corpo para o outro até que seja atingido o equilíbrio térmico. A propagação do calor entre dois sistemas pode ocorrer por meio de três mecanismos diferentes: a condução, a convecção e a radiação.

A condução é o mecanismo de transmissão de calor em uma substância, ou seja, a energia é transferida de partículas mais energéticas para partículas menos energéticas adjacentes. Esse mecanismo de transmissão de calor ocorre principalmente nos sólidos e em especial nos metais, pois são bons condutores de calor. Mas pode ocorrer também em líquidos e gases, nesses casos a transmissão de calor é devido às colisões entre as moléculas em seu movimento aleatório; no caso dos sólidos é devido às vibrações das moléculas e o transporte de energia pelos elétrons livres. Cada material tem uma condutividade térmica específica (k) que é a medida da capacidade do material de conduzir calor, quanto maior o valor de k mais condutor é o material (ÇENGEL; BOLES, 2013).

A convecção se divide em forçada e livre ou natural. Segundo Çengel e Boles (2013), convecção forçada ocorre quando o fluido for forçado a escoar em um tubo ou sobre uma superfície por meios externos (por exemplo, com uso de ventilador, bomba ou o próprio vento); já a convecção livre ou natural ocorre quando o movimento do fluido é causado por forças de empuxo induzidas por diferenças de densidade em virtude da variação da temperatura (por exemplo, a transferência de calor entre um bloco quente e o ar na ausência de ventilador, uma vez que o ar se movimenta devido à diferença de densidade – o ar quente menos denso sobe e o ar frio mais denso desce). Os processos envolvendo mudança de fase de um fluido também são considerados convecção. Cada fluido tem um coeficiente de transferência de calor por convecção específico (h), esse parâmetro é determinado experimentalmente, pois depende de todas as variáveis que influenciam a convecção.

A radiação consiste na transmissão de calor por meio de ondas eletromagnéticas ou fótons resultando em variações das configurações eletrônicas dos átomos e moléculas. Nesse mecanismo não é necessário meio intermediário. A transferência por radiação mais rápida, ou seja, a velocidade da luz ocorre quando ela não sofre nenhuma atenuação, ou seja, no vácuo. “A radiação é um fenômeno volumétrico e todos os sólidos, líquidos e gases emitem, absorvem ou transmitem radiação em diversos graus.” Cada material tem sua emissividade, absorvidade, refletividade e transmissividade específica em relação ao corpo negro, elas têm valor entre 0 e 1 sendo que quando mais perto de 1 mais próximo é o comportamento desse material ao comportamento do corpo negro (ÇENGEL; BOLES, 2013).

1.1 Documentos Patentários como Fonte de Informação Tecnológica

Dentre os documentos disponíveis nas bases de dados bibliográficos os documentos patentários detêm características que os tornam uma das mais ricas fontes de informação tecnológicas, uma vez que a descrição técnica detalhada da invenção é um dos pressupostos necessários pelo sistema internacional de patentes, os outros são: novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. Além disso, durante o período de vigência da patente, o titular tem o direito de ex-

cluír terceiros, sem sua prévia autorização, de atos relativos à matéria protegida, por exemplo: fabricação, comercialização, importação, uso e venda (INPI, 2018).

Quanto à sua vigência jurídica, os documentos patentários podem ser classificados como: documentos de pedidos de patente; e, patentes (documentos de patentes concedidas). O primeiro conjunto de documentos refere-se aos documentos que são depositados em qualquer escritório de patentes; e o segundo, imputa-se o entendimento do título outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação do invento, durante o período de sua vigência (INPI, 2018).

Quanto ao depósito, os documentos patentários podem ser classificados como: documentos de prioridade; e documentos da mesma família. O primeiro conjunto de documentos se refere ao primeiro depósito do documento daquela invenção antes de proteção ser estendida para outro(s) país(es); esse depósito é comumente realizado no escritório de patentes do país em que a invenção foi produzida, entretanto, ele pode ser feito em outro em razão da atratividade do processo de patenteamento desse país, da qualidade dos regulamentos de propriedade intelectual (regras e os custos de patenteamento), da reputação do escritório de patentes e das características gerais de economia (tamanho do mercado, por exemplo). E o segundo conceito se refere aos depósitos efetuados em outros países, garantidos pela Convenção de Paris (CUP)³ (OCDE, 2009).

Da necessidade de se ter uma ferramenta de busca e recuperação de documentos de patente surgiu a Classificação Internacional de Patentes (IPC⁴) que permite a indexação de um grande número de documentos, em diferentes idiomas e que não utilizam palavras com uniformidade. A IPC é um instrumento que possibilita a organização dos documentos de patente, usado com a finalidade de facilitar o acesso às informações tecnológicas e legais. As versões mais atuais da IPC podem ser acessadas no *site* da World Intellectual Property Organization (WIPO)⁵ (WIPO, 2018).

Dessa maneira, a fim de oferecer subsídios e reforçar o apoio à tomada de decisões baseadas em fatos importantes e evidências concretas sobre a dinâmica de desenvolvimento tecnológico das tecnologias relacionadas à transferência de calor em território nacional, este artigo atualiza o mapeamento tecnológico por meio do monitoramento de documentos de patentes depositados no Brasil por um período de mais cinco anos (2009 a 2013), avaliando a evolução dessas tecnologias.

2 Metodologia

Dando continuidade ao trabalho de Martinez *et al.* (2013) foi elaborado o mapeamento das tecnologias relacionadas à transferência de calor por meio de documentos patentários depositados no Brasil de 2009 a 2013, para isso, foram utilizados os dados dos documentos patentários extraídos da base do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI-BR) de abrangência

³ A Convenção de Paris conta atualmente com 177 países membros e garante o direito de prioridade para os depositantes de pedidos de patente em um dos países signatários desde que sejam depositados em outro(s) escritório(s) de patente no exterior em até 12 meses (WIPO, 2018).

⁴ A Classificação Internacional de Patentes (IPC) é um sistema hierárquico em que todos os setores tecnológicos são divididos em um número de seções, classes, subclasses, grupos e subgrupos. Esse sistema é essencial para recuperar os documentos de patentes para a avaliação da novidade e atividade inventiva de uma invenção, ou para determinar o estado da arte em um campo específico da tecnologia e foi definido depois do Acordo de Estrasburgo de 1971, que permitiu estabelecer uma classificação comum para patentes, modelos de utilidade e títulos semelhantes.

⁵ As versões mais atuais da IPC podem ser acessadas no *site* da WIPO ou diretamente pelo <<http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/#refresh=page>>.

nacional. Nas buscas realizadas para recuperação de documentos patentários, em 2018, foram utilizados os seguintes critérios: (1) classificação principal: grupo “C09K5” – referente a matérias para transferências de calor; e, (2) período: de 2009 a 2013 – esse período foi escolhido devido ao período de sigilo, de 18 meses, entre a data de depósito e a de publicação, pois os pedidos só ficam disponíveis para consulta depois do período de sigilo; e também devido ao prazo de 30 meses que os pedidos PCT⁶ têm para dar entrada na fase nacional a partir da data de depósito.

O Quadro 1 apresenta os subgrupos da classificação internacional de patentes relacionadas ao setor de matérias para transferência de calor (C09K5).

Quadro 1 – Subgrupos da classificação internacional de patentes relacionadas ao setor de matérias para transferência de calor (C09K5)

C09K5	Matérias para transferência de calor ou para a produção de diferenças de temperatura de outro modo que não pela combustão, p. ex. refrigerantes; Materiais para a produção de calor ou frio por reações químicas outras que não pela combustão
C09K5/02	Materiais sendo o efeito térmico acompanhado por uma mudança do estado físico
C09K5/04	sendo a mudança do líquido para o vapor ou vice-versa
C09K5/06	sendo a mudança de estado do líquido para o sólido ou vice-versa
C09K5/08	Materiais que não passam por mudança de estado físico quando usados
C09K5/10	Materiais líquidos
C09K5/12	Materiais fundidos, i.e. materiais sólidos à temperatura ambiente, p. ex. metais ou sais
C09K5/14	Materiais sólidos, p. ex. em pó ou granular
C09K5/16	Materiais que são submetidos à reações químicas quando usados
C09K5/18	Reações químicas irreversíveis
C09K5/20	Aditivos anticongelamento dos mesmos, p. ex. para líquidos de radiadores

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

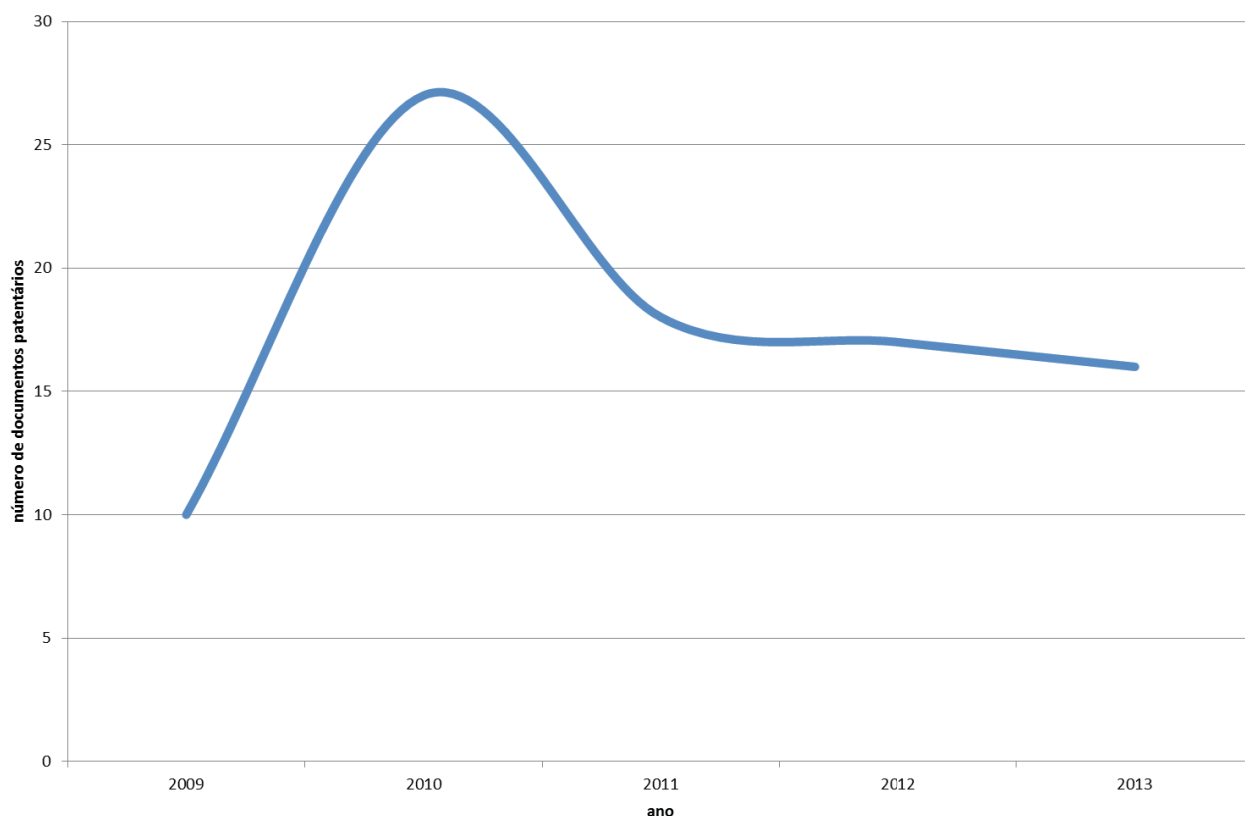
A partir dos documentos patentários recuperados foi atualizado o mapeamento tecnológico, incluindo as seguintes informações: número de documentos patentários depositados por ano e as principais tecnologias com base na classificação internacional de patente, tanto por ano quanto por tecnologias relevantes à transferência de calor; principais vias de depósito, países prioritários, depositantes e inventores.

3 Resultados e Discussão

Foram recuperados 88 documentos patentários empregando-se a metodologia de busca aqui apresentada. A Figura 1 mostra a evolução temporal dos documentos patentários relacionados das tecnologias relacionadas à transferência de calor (IPC, grupo: “C09K5”). Pode ser observado um pico em 2010 seguido de um patamar com número de documentos patentários superior ao apresentado no período anterior: 1999–2008 (MARTINEZ *et al.*, 2013).

⁶ O Tratado de Cooperação em matéria de Patentes (PCT) é um acordo internacional que facilita a obtenção da proteção da patente no exterior. Ele permite que por meio do depósito de um único pedido no escritório da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), seja possível obter o efeito de depósito desses pedidos em vários países simultaneamente, mediante a designação dos países de interesse. O pedido PCT possui a fase internacional, na qual é realizada uma busca internacional, pela repartição responsável que emite um Relatório de Busca Internacional, servindo de auxílio ao depositante para decidir-se pelo depósito de pedidos efetivo nos países designados (fases nacionais). O depositante pode, até o 19º mês, requerer a repartição internacional um exame preliminar, em que será analisado o pedido PCT quanto à novidade e à atividade inventiva antes da entrada nas fases nacionais. E tem o prazo de 30 meses, para ser efetivada a entrada nas fases nacionais nos países designados, a partir da data do depósito do pedido inicial (data de prioridade).

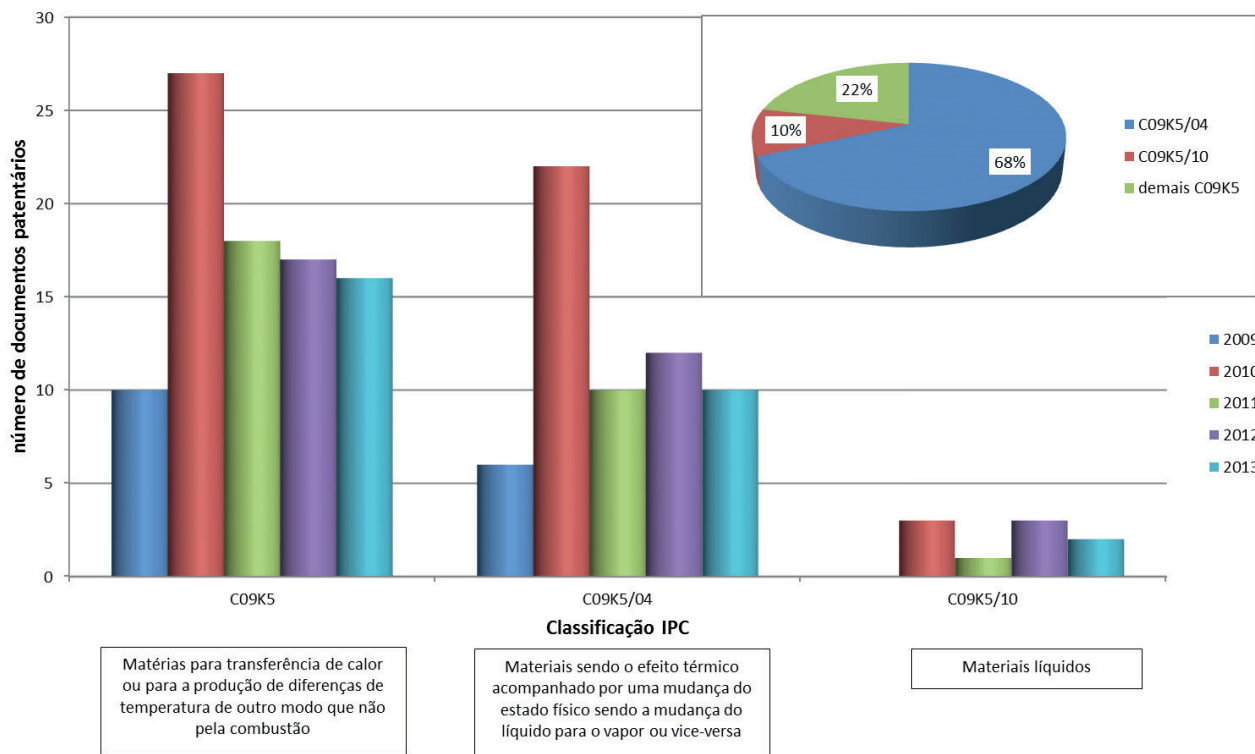
Figura 1 – Evolução temporal do número de documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Já a Figura 2 mostra os principais subgrupos do IPC dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor, que são: (a) materiais sendo o efeito térmico acompanhado por uma mudança do estado físico sendo a mudança do líquido para o vapor ou vice-versa (IPC: C09K5/04) com 68% dos documentos patentários dessas tecnologias; e, (b) materiais líquidos (IPC: C09K5/10) com 10% dos documentos patentários dessas tecnologias. Com relação à evolução temporal dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor dos principais subgrupos do IPC, mostrado na Figura 2, observa-se que o subgrupo “C09K5/04” apresenta um comportamento bem semelhante ao grupo “C09K5” com um pico em 2010; o subgrupo “C09K5/10” apresenta três vales, sem pedidos em 2009, seguido de um intermediário 2011 e um terceiro em 2013.

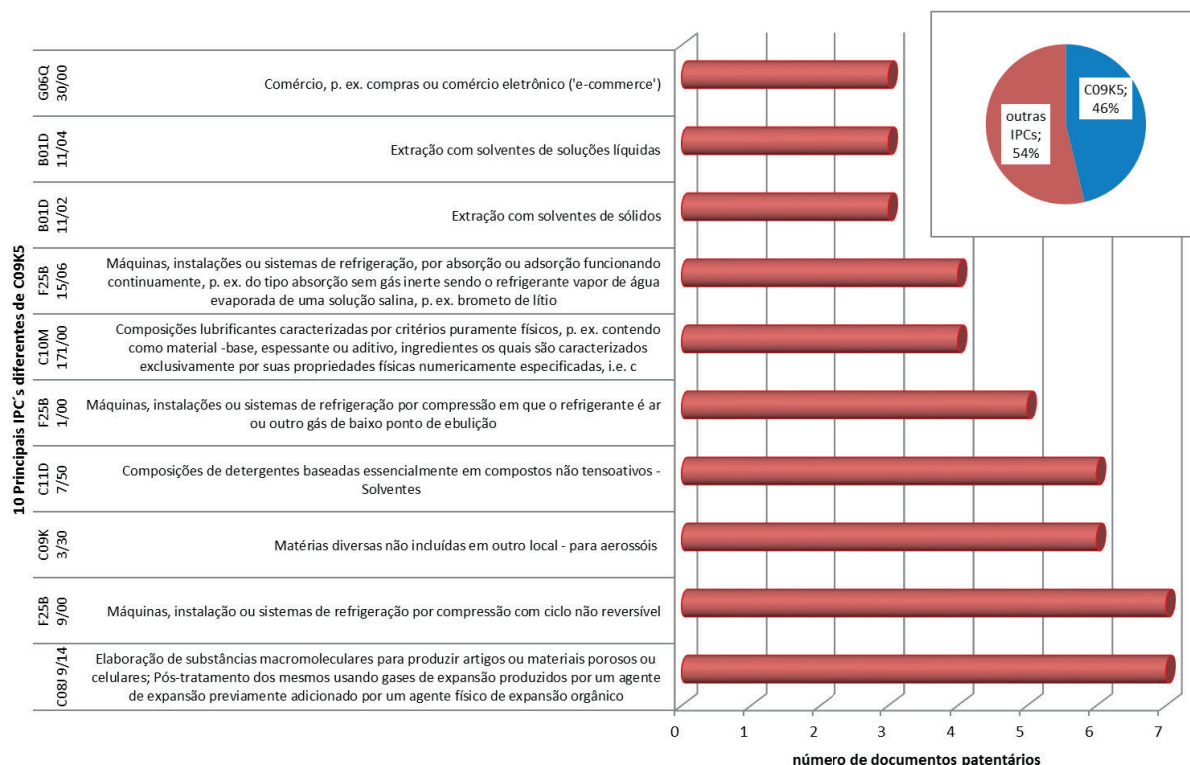
Figura 2 – Evolução temporal dos documentos patentários da principal classe e principais subclasses das tecnologias relacionadas à transferência de calor



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Para o gráfico apresentado na Figura 3 foram consideradas todas as classificações dos documentos patentários recuperados das tecnologias relacionadas à transferência de calor (ou seja, com classificação principal igual a C09K5) com o objetivo de verificar as principais classificações secundárias, ou seja, diferentes do subgrupo “C09K5”. Foi verificado que as classificações secundárias representam 54% das IPCs citadas nos documentos patentários. Insta ressaltar que todos os documentos patentários do universo deste estudo citam pelo menos uma IPC “C09K5”. Dentre as IPCs secundárias destacam-se: (a) elaboração de substâncias macromoleculares para produzir artigos ou materiais porosos ou celulares; pós-tratamento dos artigos ou materiais porosos ou celulares, usando gases de expansão produzidos por um agente de expansão previamente adicionado por um agente físico de expansão orgânico (IPC: “C08J9/14”); (b) máquinas, instalação ou sistemas de refrigeração por compressão com ciclo não reversível (IPC: “F25B 9/00”); (c) matérias diversas não incluídas em outro local – para aerossóis (IPC: “C09K 3/30”); (d) composições de detergentes baseadas essencialmente em compostos não tensoativos – Solventes (IPC: “C11D 7/50”); e (e) máquinas, instalações ou sistemas de refrigeração por compressão em que o refrigerante é ar ou outro gás de baixo ponto de ebulição (IPC: “F25B1/00”).

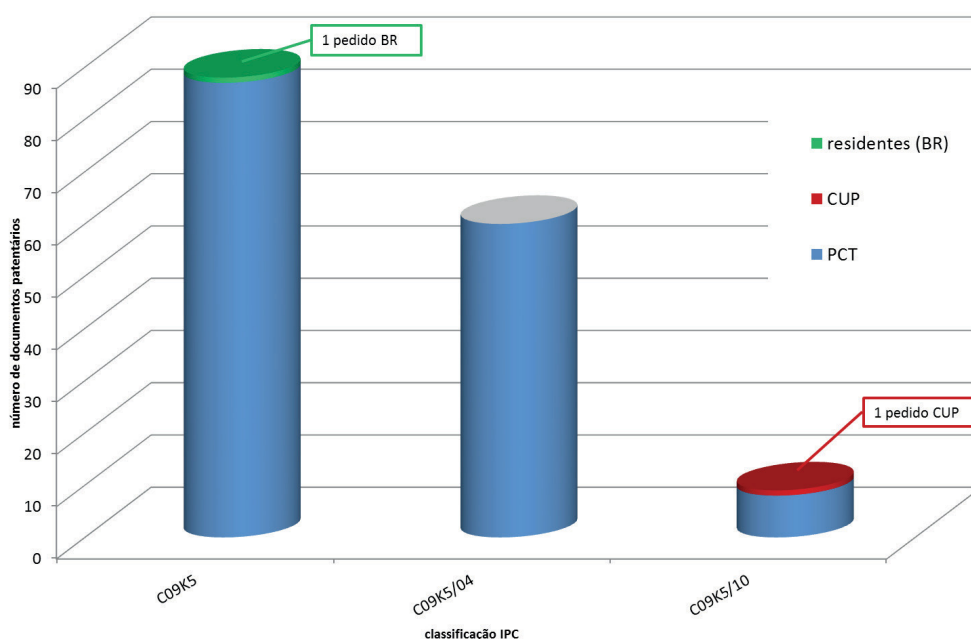
Figura 3 – Classificações internacional de patentes (IPC) diferentes do subgrupo “C09K5” dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

As formas de depósito são: (a) PCT (depósito internacional); (b) CUP, depósito internacional de um único país; e, (c) depósito de residentes no Brasil. Conforme apresentado na Figura 4, as principais formas utilizadas são depósitos via PCT.

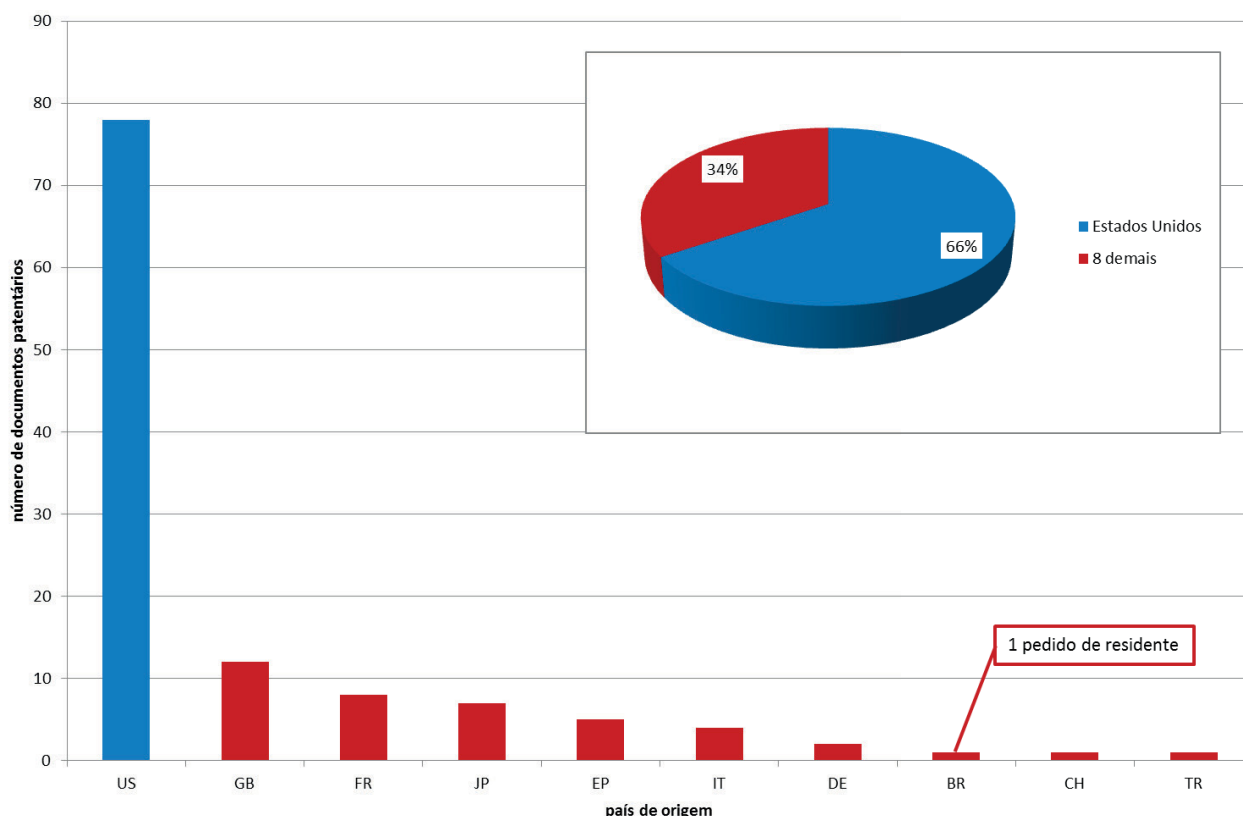
Figura 4 – Via de depósito dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor nos grupos da IPC



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Quanto ao país de origem, conforme mostrado na Figura 5, observa-se um comportamento altamente concentrado uma vez que somente os Estados Unidos detêm 66% dos documentos patentários depositados. Foi observado somente um pedido de origem brasileira depositado por dois inventores isolados (Arivaldo Geronimo e Gustavo Consentino) de São Paulo, no ano de 2011, referentes ao agente biodegradável de refrigeração, lubricidade, extrema pressão e antidesgaste para ferramentas diamantadas e sistema de aplicação.

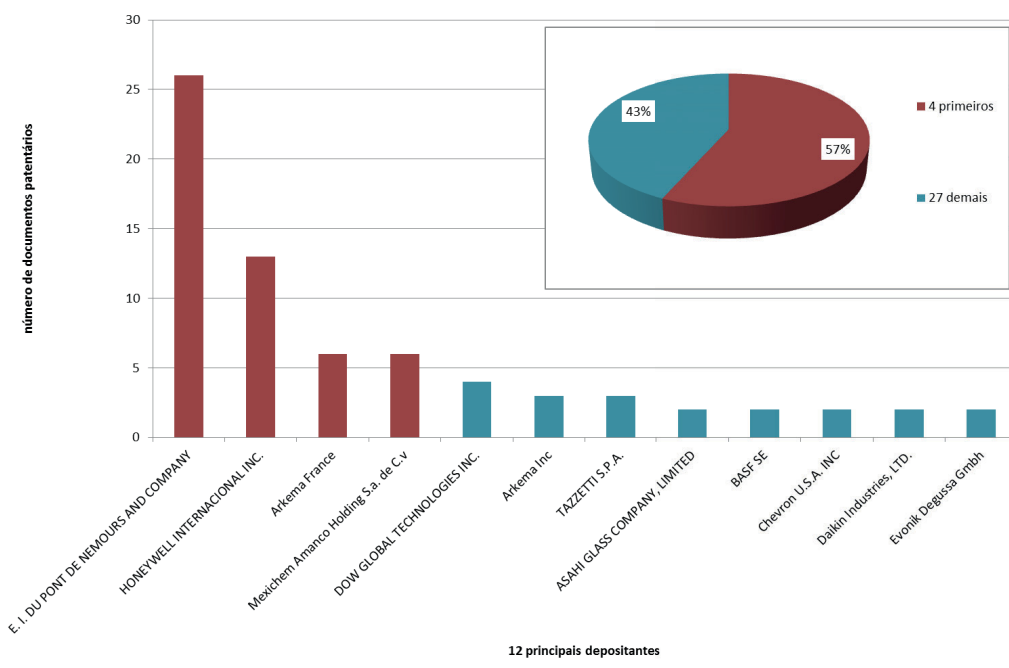
Figura 5 – País de origem dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Com relação aos depositantes, conforme observado a Figura 6, os depositantes estão concentrados, uma vez que os quatro primeiros depositantes detêm 57% dos documentos patentários depositados. Também pode ser observado que os principais depositantes são corporações internacionais, como: E. I. Du Pont e Honeywell (ambas empresas americanas).

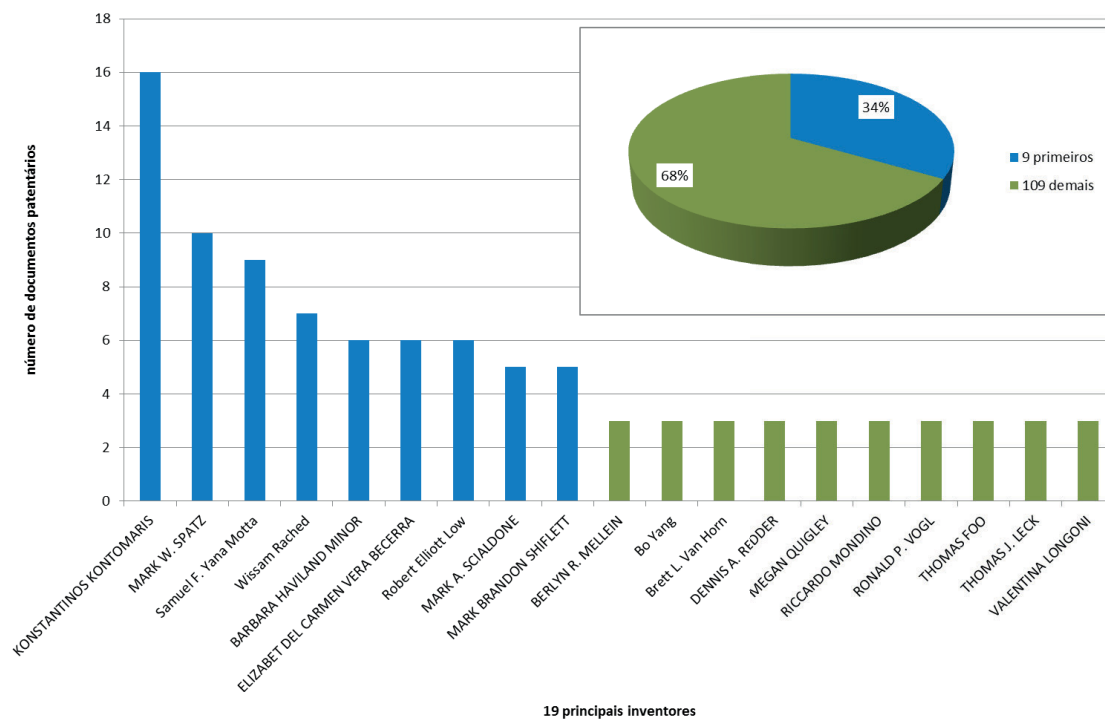
Figura 6 – Principais depositantes dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Com relação aos inventores, conforme observado na Figura 7, os depositantes estão levemente concentrados, uma vez que os nove primeiros depositantes detêm 34% dos documentos patentários depositados. Com destaque para Konstantinos Kontomaris, Mark W. Spatz e Samuel F. Yana Motta que depositaram nove ou mais documentos patentários.

Figura 7 – Principais inventores dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

4 Considerações Finais

Com os resultados da busca de patentes na base do INPI-BR, foi possível demonstrar a importância do mapeamento da evolução das tecnologias relacionadas à transferência de calor, principais atores e áreas de investimento. Um esforço contínuo de coleta, análise e validação dessas informações deve ser estimulado, devido ao potencial dos documentos patentários como fonte de informação relevante para tomadas de decisão, seja do ponto de vista empresarial, por exemplo: monitorando as tecnologia desenvolvidas pelos concorrentes, busca de parceiros para contratos tecnológicos entre outras, seja do ponto de vista de formulações de políticas públicas de desenvolvimento industrial brasileiro, como o Plano Nacional de Substituição dos CFCs que estimularam o desenvolvimento de produtos substitutos do CFCs.

O mapeamento dos depósitos de pedidos de patentes nos mostra a evolução temporal da pesquisa e desenvolvimento de uma tecnologia ao longo dos anos. Este trabalho deu continuidade ao trabalho de Martinez *et al.* (2013) que estudou o período de 1999 a 2008 com o mapeamento dos anos de 2009 a 2013. Deste período foi possível concluir que o número de depósitos no período de 2009 a 2013 apresentou um pico em 2010 seguido de um patamar com número de documentos patentários superior ao apresentado no período anterior: 1999–2008 (MARTINEZ *et al.*, 2013). Como a tecnologia está concentrada nos Estados Unidos (principalmente na E. I. Du Pont e Honeywel) o pico de 2010, em hipótese, pode estar relacionado à recuperação econômica americana em 2010 (CONTI, 2013).

Dentre as tecnologias relacionadas à transferência de calor mapeadas por meio de documentos patentários, tem-se destaque a seguinte área: IPC “C09K5/04” – materiais sendo o efeito térmico acompanhado por uma mudança do estado físico sendo a mudança do líquido para o vapor ou vice-versa com 68% dos documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor. Observou-se também que os documentos patentários das tecnologias relacionadas à transferência de calor estão associados a outras tecnologias (54% das IPCs citadas) dentre elas:

- a) Elaboração de substâncias macromoleculares para produzir artigos ou materiais porosos ou celulares; Pós-tratamento de artigos ou materiais porosos ou celulares, usando gases de expansão produzidos por um agente de expansão previamente adicionado por um agente físico de expansão orgânico (IPC: “C08J9/14”).
- b) Máquinas, instalação ou sistemas de refrigeração por compressão com ciclo não reversível (IPC: “F25B 9/00”).
- c) Matérias diversas não incluídas em outro local – para aerossóis (IPC: “C09K 3/30”).
- d) Composições de detergentes baseadas essencialmente em compostos não tensoativos – Solventes (IPC: “C11D 7/50”).
- e) Máquinas, instalações ou sistemas de refrigeração por compressão em que o refrigerante é ar ou outro gás de baixo ponto de ebulição (IPC: “F25B1/00”).

Quanto à forma de depósito conclui-se que a principal forma utilizada é a via PCT.

Com relação aos países de origem, tem-se uma distribuição fortemente concentrada, uma vez que os Estados Unidos detêm 66% dos documentos patentários depositados.

Quanto aos depositantes, conclui-se que se apresentam de modo concentrado, uma vez que os quatro primeiros depositantes detêm 57% dos documentos patentários depositados; e que os principais depositantes são corporações internacionais, como: E. I. Du Pont e Honeywell. Já os inventores apresentam-se de forma levemente concentrados, uma vez que os nove primeiros depositantes detêm 34% dos documentos patentários depositados; com destaque para Konstantinos Kontomaris, Mark W. Spatz e Samuel F. Yana Motta que depositaram nove ou mais documentos patentários.

Por fim, o monitoramento tecnológico é vital para o desenvolvimento de inteligência competitiva, contribuindo para o desenvolvimento técnico-industrial e promovendo um ambiente propício à inovação.

Referências

- CONTI, A. L. A recuperação da economia norte-americana diante da crise econômica mundial. **Revista Eletrônica Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 40, n. 4, p. 31–40, 2013.
- ÇENGEL, A. Y.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- HIDALGO y MARTIN, Francisco de Paula. **Tinta para barnizar botas y zapatos, como la usada en el extranjero**. ES19 (H3), 7 ago. 1832. Disponível em: <http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=worldwide.espacenet.com&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=18320807&CC=ES&NR=19H3&KC=H3>. Acesso em: 23 mar. 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). 2018. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2018.
- MARTINEZ, M. E. M. *et al.* Panorama das tecnologias do setor de corantes e tintas por meio de documentos patentários depositados no Brasil. In: ENCONTRO ACADÊMICO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO – ENAPID, VI. 2013, Rio de Janeiro. 2013.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (OCDE). **Manual de patentes** – OECD Patent Statistics Manual, 2009. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-patent-statistics-manual_9789264056442-en>. Acesso em: 23 mar. 2018.
- WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). 2018. Disponível em: <<http://www.wipo.int>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

Sobre os Autores

Maria Elisa Marciano Martinez

E-mail: melisa@inpi.gov.br

Mestre em Engenharia Química, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP); especialista em Administração de Empresas para Graduados, pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas; e graduada em Engenharia Química, pela Escola Politécnica da USP. Atualmente, é pesquisadora em propriedade industrial do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em processos bioquímicos, administração de microempresas, e, em propriedade industrial, incluindo mapeamento e prospecção tecnológica. Além do trabalho na diretoria de patentes no INPI, realiza divulgação científica de propriedade industrial com base em mapeamento tecnológico em diversas áreas.

Mauricio da Silva Martins Almeida

E-mail: msma@inpi.gov.br

Doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (2006); mestre em Ciência e Tecnologia de Polímeros, pela UFRJ (2002); e graduado em Licenciatura em Química, pela UFRJ (1999). Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Polímeros, Aplicações, atuando principalmente nos seguintes temas: eva, 2-oxazolona, nbr e compatibilização de misturas.