

AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM MISTURADORES ESTÁTICOS A PARTIR DA ANÁLISE DOS PEDIDOS DE PATENTES

ASSESSMENT OF TECHNOLOGY IN STATIC MIXER FROM THE ANALYSIS OF PATENTS APPLICATIONS

Mikele Cândida Sousa Sant'Anna¹; Danilo Francisco Corrêa Lopes²; Gabrielly Pereira da Silva³; Isabelly Pereira da Silva⁴; Gabriel Francisco da Silva⁵

¹Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
mikelecandida@gmail.com

²Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
danilo.correa.l@hotmail.com

³Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
gabri3lly@gmail.com

⁴Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
bellynhaaa@msn.com

⁵Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
gabriel@ufs.br

Resumo

O misturador estático constitui uma alternativa aos tradicionais vasos agitados (misturadores dinâmicos) e pode ainda ser utilizado nos processos contínuos, o que proporciona um excelente ganho de produção. Os misturadores estáticos têm crescente aplicação e interesse, pois utilizam parte da energia cedida para o bombeamento dos fluidos para promover a mistura em um processo contínuo, minimizando o uso de equipamentos e instalações industriais. Para a realização da busca de patentes utilizou-se a base da World Intellectual Property Organization (WIPO), do Banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e o Escritório Europeu de Patentes (Espacenet). Avaliando o cenário mundial, no que concerne aos documentos de pedidos de patentes, podemos caracterizar a prospecção relativa à misturadores estáticos por estar em constante desenvolvimento, principalmente a partir do ano de 2000. No cenário brasileiro a aplicação destes dispositivos ainda é restrita para alguns processos específicos por questões tecnológicas, principalmente, pelo pouco conhecimento de técnicos e engenheiros dos fenômenos físicos que regem sua aplicação.

Palavras-chave: misturador estático, prospecção tecnológica, patentes.

Abstract

The static mixer is an alternative to the traditional agitated vessels (dynamic mixing) and can also be used in continuous processes, which provides a great increase in production. The static mixers have increasing application and interest, because they use courtesy of the energy for pumping fluid to promote mixing in a continuous process, minimizing the use of equipment and industrial installations. To perform the patent search, we used the base of the World Intellectual Property Organization (WIPO), the database of the National Institute of Industrial Property (INPI) and the European Patent Office (Espacenet). Assessing the world stage, in relation to documents of patent applications, we can characterize the exploration on the static mixers is in constant development, especially from the year 2000. In the Brazilian context the application of these devices is still limited to some specific processes for technology issues, especially for the little knowledge of technicians and engineers of physical phenomena that govern its application.

Key-words: Static mixer, technological forecasting, patents.

1. Introdução

Os misturadores têm aplicações nos mais variados ramos industriais, tais como: alimentício, químico, farmacêutico e entre outros. A operação unitária de agitação ou mistura de fluidos desempenha importante papel nos processos industriais, podendo ser empregada com diversas finalidades, entre as quais, cita-se: a mistura de líquidos miscíveis ou imiscíveis; na aceleração de trocas térmicas; para promover incorporação de sólidos em meios líquidos; na formação de soluções ou suspensões (FERNANDES, 2005).

As distribuições longitudinal e transversal dos componentes a serem misturados podem ser conseguidas em misturadores dinâmicos por meio de elementos móveis, ou seja, agitadores. Com misturadores estáticos, a homogeneização é atingida pelos elementos do misturador utilizando a energia de fluxo do fluido. Os primeiros misturadores estáticos foram desenvolvidos no final da década de 1950 para fluidos viscosos, mas somente nos anos 70 é que se iniciou um processo de estudos e desenvolvimento destes tipos de misturadores (PAHL e MUSCHELKNAUTZ, 1982 e FERNANDES, 2005).

Para Joaquim Júnior. (2008), embora a aplicação empírica de misturadores estáticos remonte à década de 1950, somente a partir da década de 1970 seu estudo ganhou conotações científicas e acadêmicas. A partir das décadas de 1980 e 1990, com o desenvolvimento da fluidodinâmica computacional, os estudos sobre misturadores estáticos obtiveram avanços relevantes. No Brasil, inexistem estudos publicados sobre estes aparatos, bem como não é conhecida nenhuma empresa que os produza ou comercialize com tecnologia nacional. Suas aplicações em nossas indústrias de processos, restritas e recentes, dependem de tecnologia de desenvolvimento e de aplicação estrangeiras, encarecendo e dificultando seu emprego.

Historicamente, os misturadores estáticos têm sido comparados em primeiro lugar pela perda de carga gerada por um dado fluxo e raio de tubulação. Parâmetros de eficiência de mistura têm sido introduzidos, baseados na variância da concentração, no tempo de residência e na natureza caótica do fluxo, bem como no tipo de deformação que promove na mistura (RAULINE *et al.*, 1998 e FERNANDES, 2005).

Segundo Etchells III e Meyer (2004), os misturadores estáticos podem ser utilizados em processos contínuos, em sistemas de alimentação uniforme, em reações com tempo de residência curto, com sólidos com pequenos tamanhos de partículas, em sistemas com altas pressões de operação, em sistemas com pouco espaço disponível, em locais de difícil acesso à manutenção.

Segundo Boss e Czastkiwicz (1982), os misturadores estáticos consomem menos energia do que os misturadores dinâmicos, uma vez que a energia utilizada no processo de mistura é decorrente da perda de carga gerada pela passagem do fluido pelos elementos de mistura. Ainda de acordo com os mesmos autores, os misturadores estáticos podem ser empregados em uma ampla faixa de temperaturas e pressões (JOAQUIM JÚNIOR, 2008).

Os misturadores estáticos são dispositivos de mistura que não possuem partes móveis, e portanto, os custos de manutenção e operação são quase eliminados. Outra vantagem é a precisão com que se alcança a mistura terminal, qualquer que seja a demanda do sistema, e sem necessidade de controle (PERRY, 1997).

Segundo Oldshue (1983) e Joaquim Júnior (2008), os misturadores estáticos são também chamados de geradores de superfície interfacial; sua estrutura interna é rígida e pode ser soldada ou desmontável, fixada no interior de um trecho de tubo, conectado a uma tubulação. A construção pode ser metálica ou em outros materiais, como o poliéster reforçado com fibra de vidro. A ação de mistura ocorre pela passagem de um fluido através dos elementos do misturador e são classificados pelo regime de escoamento em que operam; laminar ou turbulento. Podem ser aplicados em processos onde existam reações químicas, em mistura de produtos sensíveis ao cisalhamento, em sistema de tratamento de água, no contato químico entre a biomassa e o lodo. São úteis em processos envolvendo transferência de momentos, troca térmica e transferência de massa, podendo ser aplicados em diversas indústrias e processos.

Segundo Joaquim Junior (2008), a aplicação destes dispositivos ainda é restrita para alguns processos específicos por questões tecnológicas, principalmente, pelo pouco conhecimento de técnicos e engenheiros dos fenômenos físicos que regem sua aplicação. A inexistência de tecnologia nesta área impõe a dependência frente a empresas de outros países, encarecendo e dificultando sua aplicação.

Os misturadores estáticos constituem-se de elementos defletores, montados no interior de trechos de tubos. A mistura ocorre pela ação de difusão do escoamento ao passar pelos elementos do misturador. A energia utilizada para a mistura é decorrente da perda de carga gerada pelo fluido ao percorrer os elementos de mistura por ação de bombeamento mecânico ou da gravidade (JOAQUIM JÚNIOR, 2008).

De acordo com a Empresa SNatural Ambiente (2011), o processo de mistura em misturadores estáticos pode ser compreendido quando se relacionam as variáveis de queda de pressão, distribuições, de velocidade, tempo de residência, fator de atrito, viscosidade, densidade e outras relações de fase na homogeneização do misturador estático.

2. Metodologia

Para a realização da busca de patentes seguiu-se a metodologia já utilizada em outros artigos (Serafini et al., 2011). Para o desenvolvimento da prospecção, foi tomado como base os pedidos de patentes depositados no *European Patent Office* (Espacenet – Worldwide), na *World Intellectual Property Organization* (WIPO) e no Banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil.

As palavras-chave utilizadas foram: misturador *and* estático, na base do INPI e as palavras mixer and static nas bases do Espacenet e Wipo. Utilizou-se o campo de pesquisa “título”. A pesquisa foi realizada no mês de dezembro de 2011. Os resultados foram expressos por frequência da classificação internacional de patentes (CIP), do país de origem de depósito e do ano de depósito.

3. Resultados e discussão

Em pesquisas realizadas no banco de dados do INPI (Figura 1) foram encontradas 4 patentes da classificação B29C: modelagem ou união de matérias plásticas; modelagem de substâncias em estado plástico, em geral; pós-tratamento de produtos modelados, por ex.,reparo; 11 patentes da classificação B01F: mistura, por ex., dissolução, emulsificação, dispersão; 1 patente da classificação F28F: detalhes dos aparelhos de troca de calor ou de transferência de calor, de aplicação geral; 1 patente da classificação B01D: separação; 1 patente da classificação C02F: tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos 1 patente da classificação B01J: processos químicos ou físicos, por ex., catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos e 1 patente da classificação B67D: distribuição, entrega ou transferência de líquidos, não incluídas em outro local.

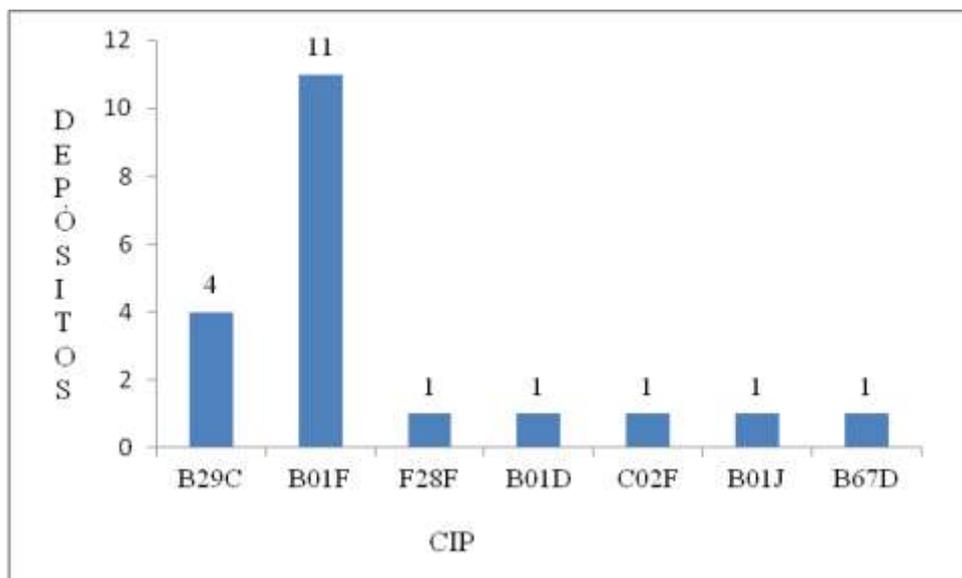


Figura 1. Número de documentos analisados no INPI pela CIP. Análise por subclasses com as palavras-chaves misturador *and* estático.

Fonte: Autoria própria (2012)

Em pesquisas realizadas no banco de dados do WIPO (Figura 2) foram encontradas 314 patentes da classificação B01F: mistura, dissolução, emulsificação, dispersão; 51 patentes da classificação B01J: processos químicos ou físicos, catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos; 42 patentes da classificação C08G: compostos macromoleculares obtidos por reações outras que não envolvendo ligações insaturadas carbono-carbono; 40 patentes da classificação B29B: preparo ou pré-tratamento do material a ser modelado; fabricação de grânulos ou pré-formados; recuperação de matérias plásticas ou outros constituintes de material de refugo contendo matérias plásticas; 35 patentes da classificação B01D: separação; 34 patentes da classificação C02F: tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos; 33 patentes da classificação B29C: modelagem ou união de matérias plásticas; modelagem de substâncias em estado plástico, em geral; pós-tratamento de produtos modelados, reparo; 24 patentes da classificação C08F: compostos macromoleculares obtidos por reações compreendendo apenas ligações insaturadas carbono-carbono; 23 patentes da classificação B05B: aparelhos de pulverização; aparelhos de atomização; bocais e 21 patentes da classificação A61K: preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas.

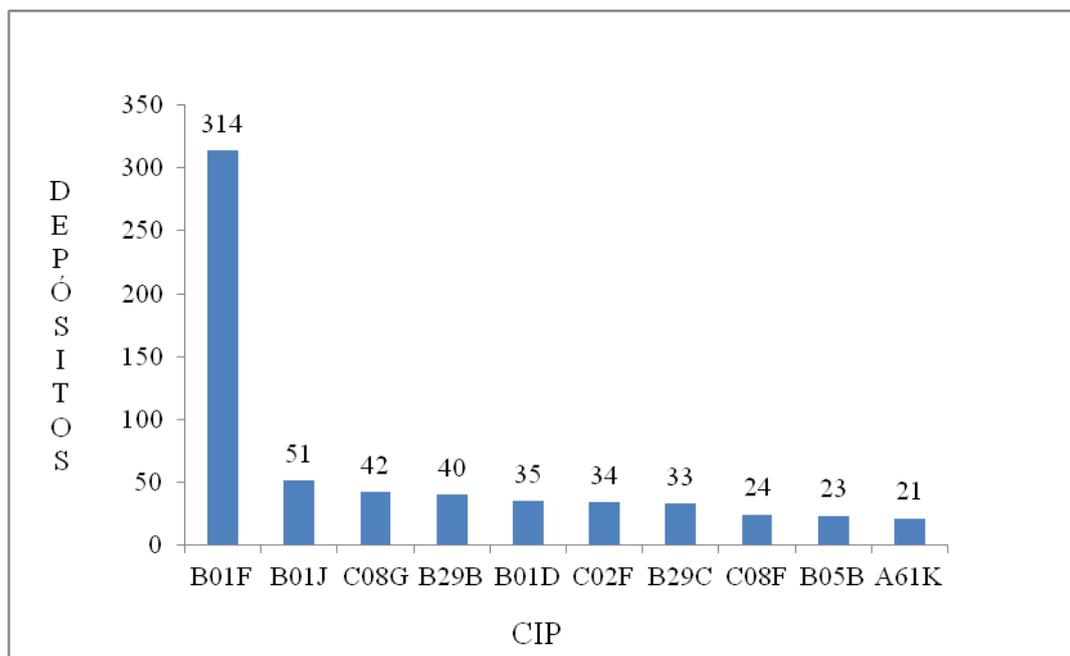


Figura 2. Número de documentos analisados na WIPO pela CIP. Análise por subclasses para as palavras-chaves *mixer and static*.

Fonte: Autoria própria (2012)

Em pesquisas realizadas no banco de dados do Espacenet (Figura 3) foram encontradas: 687 patentes da classificação B01F: mistura, dissolução, emulsificação, dispersão; 44 patentes da classificação B29B: Preparo ou pré-tratamento do material a ser modelado; fabricação de grânulos ou pré-formados; recuperação de matérias plásticas ou outros constituintes de material de refugo contendo matérias plásticas ; 51 patentes da classificação B01D: Modelagem ou união de matérias plásticas; modelagem de substâncias em estado plástico, em geral; pós-tratamento de produtos modelados, reparo; 36 patentes da classificação B01D: Separação; 31 patentes da classificação F01N: Silenciadores ou dispositivos de escapamento de gás para máquinas ou motores em geral; silenciadores ou dispositivos de escapamento de gás para motores de combustão interna. 25 patentes da classificação B05C: Aparelhos para aplicação de líquidos ou de outros materiais fluentes a superfícies em geral. 19 patentes da classificação B65D: Recipientes para armazenamento ou transporte de artigos ou materiais, sacos, barris, garrafas, caixas, latas, caixa de papelão, engradados, tambores, potes, tanques, alimentadores, containers de transporte; acessórios, fechamentos ou guarnições para os mesmos; elementos de embalagem; pacote; 15 patentes da classificação B01J: Processos químicos ou físicos, catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos e 15 patentes da classificação F28D: Aparelhos de troca de calor não incluídos em outra subclasse em que os meios de troca de calor não entram em contato direto e mais outras 224 subclasses de patentes.

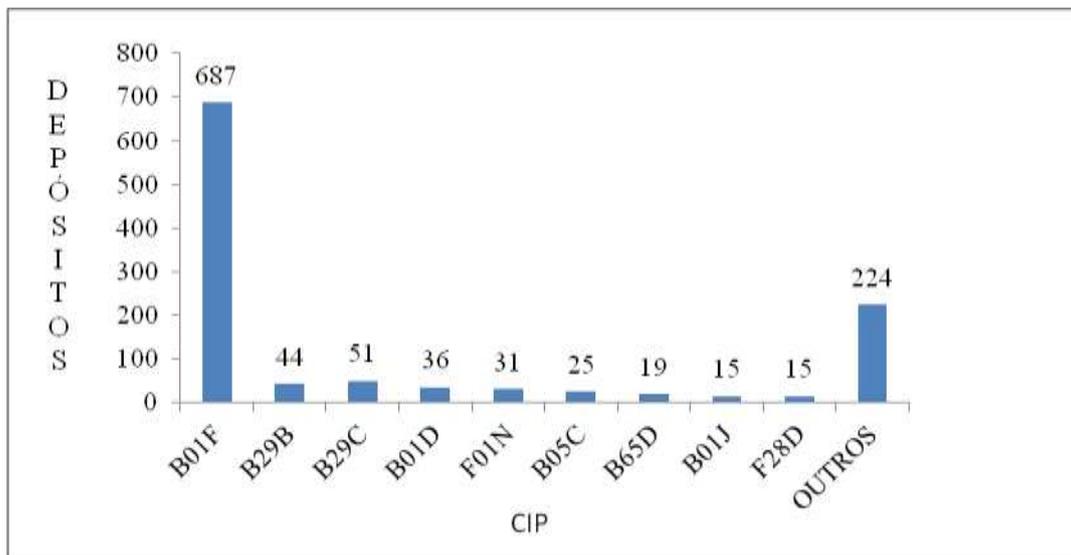


Figura 3. Número de documentos analisados na Espacenet pela CIP. Análise por subclasses para as palavras-chaves *mixer and static*.

Fonte: Autoria própria (2012)

Prosseguindo a pesquisa pelo banco de dados da WIPO, Espacenet e INPI e utilizando a palavra-chave *mixer and static*, foram encontrados documentos de pedidos de depósitos de patentes. A Figura 4 ilustra o número de patente pelo ano de depósito, podemos perceber que o ano de maior número de pedidos foi 2008 com 103 documentos, seguido de 2009 com 96 documentos. No período de 2000 até a data da realização da prospecção foram depositadas 949 patentes.

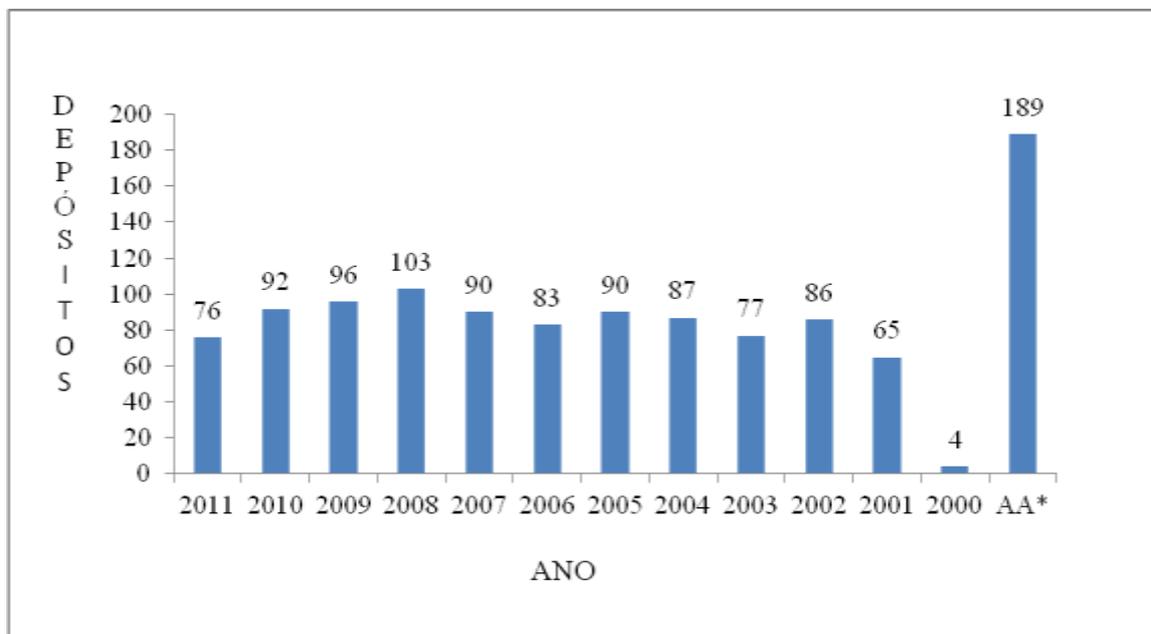


Figura 4. Número de documentos analisados nas bases (WIPO, Espacenet e INPI) por ano de depósito para as palavras-chave *mixer and static*. (AA* - anos anteriores)

Em relação aos países depositantes, a Rússia (RU), seguido da China (98), foram os países que apresentaram o maior número de patentes depositadas até a data da realização da prospecção, com o número de depósitos de 122 e 98, respectivamente. A Figura 5 ilustra o número de documentos analisados por países que realizaram o depósito.

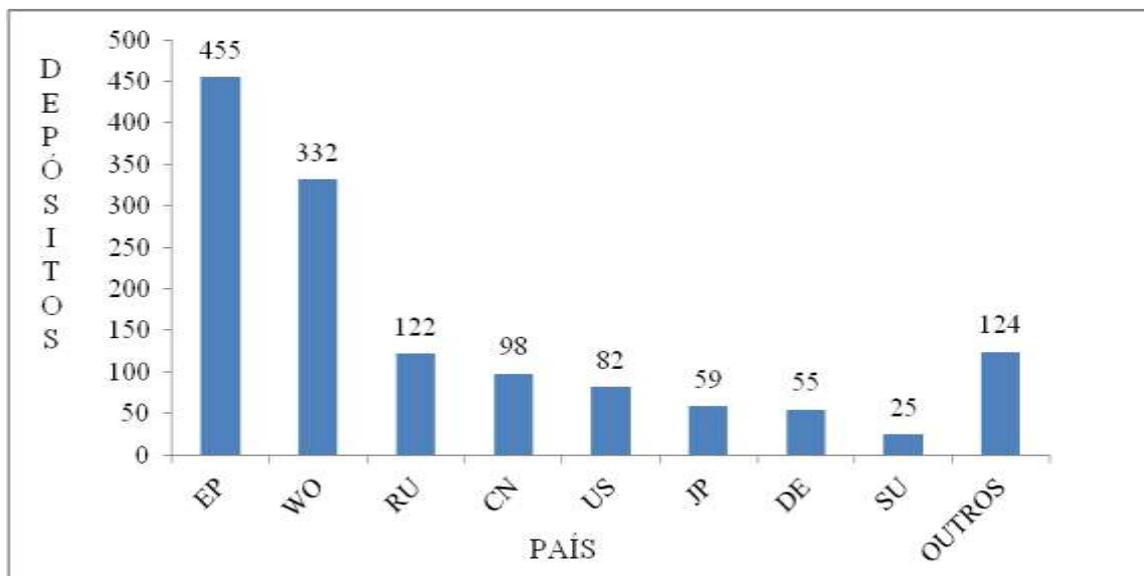


Figura 5. Número de documentos analisados nas bases (WIPO, Espacenet e INPI) por país depositante para as palavras-chave *mixer and static*. Onde: EP=Organização Européia de Patentes; WO = PCT = Patentes de depositadas pelo Tratado de Cooperação de Patentes; RU = Rússia; CN= China; US= Estados Unidos; JP=Japão; DE= Alemanha.

4. Conclusões

Através da análise dos dados estatísticos é possível observar um pequeno número de patentes relacionados a misturadores estáticos depositadas nos últimos dez anos e com maior concentração entre 2009 e 2011. Verificou-se, ainda, que a Rússia lidera o *ranking* de patentes por países, seguido pela China.

Após a realização desta prospecção foi possível avaliar o tema abordado no cenário mundial e brasileiro, no que concerne aos documentos de pedidos de patentes, podemos caracterizar a prospecção relativa à misturadores estáticos por estar em constante desenvolvimento, principalmente a partir do ano de 2000. Entre as bases de pesquisa utilizadas, o Espacenet foi o que apresentou maior número de documentos para as palavras-chave *mixer and static*. As principais classes do CIP encontradas foram: B01F, B01J, B29C. O país que mais realizou depósitos na área de misturadores estáticos foi a Rússia.

Com os estudos de prospecção é possível, examinar o que existe e determinar as perspectivas para os avanços para ciência, tecnologia, economia e sociedade. Identificando as áreas

de pesquisa estratégicas que merecem destaque em relação ao benefício que pode gerar a sociedade. Espera-se que o desenvolvimento deste trabalho se torne um novo incentivo para os pesquisadores brasileiros, para desenvolver novos misturadores estáticos.

Referências

BOSS, J. E.; CZASTKIWICZ, W. Principles of scale-up for laminar mixing processes of Newtonian fluids in static mixers, In: **International Chemical Engineering**, 22, n.2, p.362-367, 1982.

ETCHELLS III, A.W.; MEYER, C.F. Mixing in Pipelines. In: Paul, E.L. **Handbook of Industrial Mixing**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2004.

FERNANDES, L.A.G. **Ensaio Experimentais com Misturadores Estáticos** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil, 2005.

JOAQUIM JUNIOR, C.F.J., **Desenvolvimento e otimização de misturador estático com o uso da fluidodinâmica computacional**, Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil, 2008.

OLDSHUE, J.Y., **Fluid Mixing Technology**, New York: McGraw-Hill Publications Co. 574p. 1983.

PAHL, M. H. E MUCHELKNAUTZ, E., Static mixers and their applications, **International Chemical engineering**, 22, n.2, p.197-205, 1982.

PERRY, R. H.; GREEN, D. W. **Perry's Chemical Engineers Handbook**, 7th edition, McGraw-Hill, N. Y., 1997.

RAULINE, D., TANGUY, P. A., LE BLÉVEC, J. M. E BOUSQUET, J., Numerical investigation of the performance of several static mixers, **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, v.76, p.527-535, 1998.

SERAFINI, M. R.; SILVA, G. F. **Prospecção Tecnológica no Brasil: Características da Propriedade Intelectual no Nordeste**. Universidade Federal de Sergipe. 2011.

SNATURAL AMBIENTE, **MISTURADORES ESTÁTICOS**, **Folheto técnico**, São Paulo, SP, Brasil, 2011. Site: www.snatural.com.br. Acesso em 04/05/2011.