
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE HIDROCICLONE E ÁGUA PRODUZIDA ATRÁVES DA ANÁLISE DE PEDIDOS DE PATENTES

Geidyson L. S. Andrade*; Alana D. S. Andrade; Mikele C. S. Sant'Anna; Nadjma S. Leite; Gabriel F. Silva

*Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, S/N, São Cristóvão-SE, Brasil, CEP: 49100-000, Tel (79) 2105-6556 (*luanengepet@hotmail.com)*

RESUMO

O hidrociclone é um dispositivo de separação dos líquidos por meio de separação centrífuga, onde a força motriz de separação vem da transformação da energia estática do fluido em energia dinâmica. Por isso, é uma boa alternativa para separação de água produzida, já que dispõe de baixos custos operacionais. Diante disso, o presente estudo objetivou avaliar os avanços tecnológicos na área de hidrociclone, uma vez constatada sua importância industrial e na separação de água produzida. Para realização da prospecção foram analisados os pedidos de patentes depositados no *European Patent* (Espacenet), na *World Intellectual Property Organization (WIPO)* e no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). As palavras chaves foram hidrociclone e hidrociclone e água produzida. A caracterização da prospecção relativo à hidrociclone se desenvolveu muito principalmente a partir do ano de 2004 em relação ao depósito de patente no ESPACENET e WIPO, principalmente nas classificações internacionais referentes à separações e aparelhagem.

Palavras Chave: hidrociclone; separação; água produzida.

ABSTRACT

The hydrocyclone is a device for separating the liquid by centrifugal separation where the driving force of separation comes from the conversion of static energy into dynamic energy of the fluid. So it is a good alternative for separation of produced water, since it has low operating costs. Thus, the present study aimed to evaluate the technological advances in the field of hydrocyclone, once found its industrial importance and separation of produced water. To conduct the survey were analyzed patent applications filed at the European Patent (Spacenet), the World Intellectual Property Organization (WIPO) and the National Institute of Industrial Property (INPI). The key words were hydrocyclone and hydrocyclone and produced water. The characterization of prospecting on the hydrocyclone developed very mainly from the year 2004 in relation to the filing of the patent Espacenet and WIPO, especially in international rankings regarding separations and stereo.

Key words: hydrocyclone; separation; produced water

Área tecnológica: Tratamento de Efluentes e Áreas Impactadas e Água; Recuperação de Petróleo.

INTRODUÇÃO

Segundo Svarovsky (2000), o princípio e o desenho básico do hidrociclone convencional têm quase 120 anos, já que a primeira patente é datada de 1891. Apesar disso, só após Segunda Guerra Mundial os hidrociclones vieram a ter aplicação crescente na indústria. O seu uso inicial foi no processamento mineral, ganhando rapidamente aplicação também na indústria química, petroquímica, geração de energia, indústria têxtil, indústria metalúrgica e muitas outras. Os hidrociclones agora estão com tecnologia bem desenvolvida e com suas aplicações aumentando. Com consideráveis esforços na pesquisa e desenvolvimento, hidrociclones são agora amplamente utilizados em várias indústrias para separar dois componentes de diferentes densidades com a ajuda da força centrífuga criada pelo turbilhão de fluxo (SLACK et al., 2000; PETTY AND PARKS, 2001).

Desde final da década de 90, o conceito de remoção de água do óleo no poço ou DOWS (*Downhole Oil Water Separation*) tem se tornado popular. Um hidrociclone axial, através do escoamento reto em toda a extensão e baixa queda de pressão, é um candidato ideal para essa aplicação (DELFOS et al., 2004).

Na indústria de petróleo, na separação da mistura óleo/água, são usados flutuadores e hidrociclones. A flotação procura recuperar o resíduo de óleo através de separação gravitacional, enquanto que os hidrociclones procuram acelerar este processo com o uso da força centrífuga (FREITAS, 2009).

Segundo Freitas (2009), os equipamentos tradicionais de tratamento de águas oleosas, com base na ação da gravidade (decantadores e flutuadores convencionais), são equipamentos grandes e pesados, que acarretavam elevados custos de investimento e operacional, particularmente em instalações de produção *offshore*, nas quais a área de convés e a capacidade de carga representam custos cada vez mais elevados, principalmente porque as zonas produtoras têm se deslocado para regiões cada vez mais profundas.

A busca de petróleo por regiões de difícil acesso requer ainda mais cuidado, uma vez que pode ocasionar desequilíbrio ambiental, já que o diesel é altamente contaminante.

A poluição por óleos representa um percentual elevado nos problemas gerados por contaminantes orgânicos, uma vez que os combustíveis fósseis, como o petróleo e seus subprodutos, são fontes de matéria-prima e geração de energia da maioria dos processos industriais da atualidade (ROSA, 2003).

A água produzida associada aos hidrocarbonetos apresenta propriedades potencialmente tóxicas. Na avaliação dos impactos causados pelo descarte de água produzida em um ecossistema aquático, são considerações críticas a composição da água produzida, o volume descartado, como também a capacidade do corpo d'água receptor em prover diluição (SANTANA, 2007).

O hidrociclone é uma boa alternativa para separação de água produzida, por apresentar bons resultados em sua aplicação, como também baixos custos operacionais. Diante dessa situação, o presente estudo objetivou avaliar os avanços tecnológicos na área de hidrociclone, uma vez constatada sua importância no contexto industrial, ambiental, e sua utilização na separação de água produzida.

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

O hidrociclone é um dispositivo que faz com que a separação centrífuga dos materiais contidos no líquido alimentado a ele, ao contrário outras máquinas centrífugas, hidrociclones não têm movimento partes. A força motriz de separação vem da transformação da energia estática do fluido (fluido de pressão) em energia dinâmica (velocidade do fluido) (NARASIMHA et al, 2005; DELGADILLO e RAJAMANI, 2005; FISHER e FLACK, 2002).

METODOLOGIA

Para a realização da busca de patentes seguiu-se a metodologia utilizada de Serafini et al, (2011), utilizando-se da base da *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, disponível gratuitamente em www.wipo.int/; na *European Patent (Espacenet)* disponível em <http://wordwide.espacenet.com/> e do Banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil, disponível em www.inpi.gov.br/. As palavras-chave utilizadas na busca foram primeiramente “hidrociclone”, seguido de “hidrociclone and água produzida” e suas respectivas traduções em inglês, quando em bancos internacionais. Os resultados foram expressos por frequência da classificação internacional de patentes (CIP), do país de origem de depósito e do ano de depósito. A pesquisa foi realizada no mês de setembro de 2012.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se a palavra-chave “hidrociclone” no INPI, no campo “título”, foram encontrados 32 documentos, porém só 10 documentos de patentes depositadas de 2000 até 2011, no entanto apenas 8 possuem registros e uma dessas patentes encontrava-se nas duas classificações. Desses, a maior parte foi classificada internacionalmente em B04C (7 documentos) e B01D (2 documentos) como pode ser visto na figura 1. Os códigos de classificação internacional citados referem-se, respectivamente a aparelhos (aparelhos em que a direção axial da turbulência, estrutura dos condutos do fluxo inferior, estrutura do ápice, disposição de descarga, antiparos ou corpos centrais de abertura de descarga) e separação (separação de líquidos, não incluída em outro lugar, separação de líquidos não miscíveis por força centrífuga). Em relação ao número de depósitos por ano, em 2000 e 2007 foram verificados o maior número de pedidos de patentes, sendo o primeiro o maior com 4 pedidos, conforme figura 2. Na distribuição por países, o Brasil é responsável pelo maior número de patentes depositadas com 4 patentes, como mostrado na figura 3.

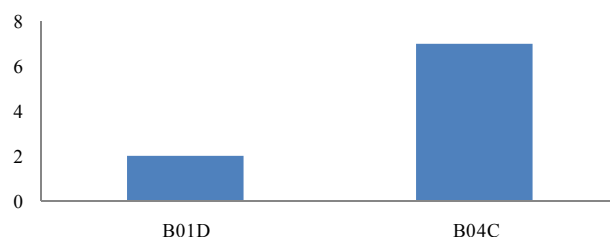


Figura 1: Número de documentos analisados no INPI pela CIP. Análise por subclasses com a palavra-chave hidrociclone. Fonte: Autoria própria, 2012.

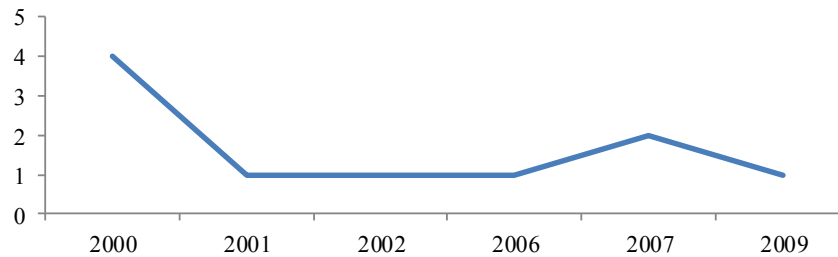


Figura 2: Número de documentos analisados no INPI por ano de depósito para a palavra-chave hidrociclone. Fonte: Autoria própria, 2012.

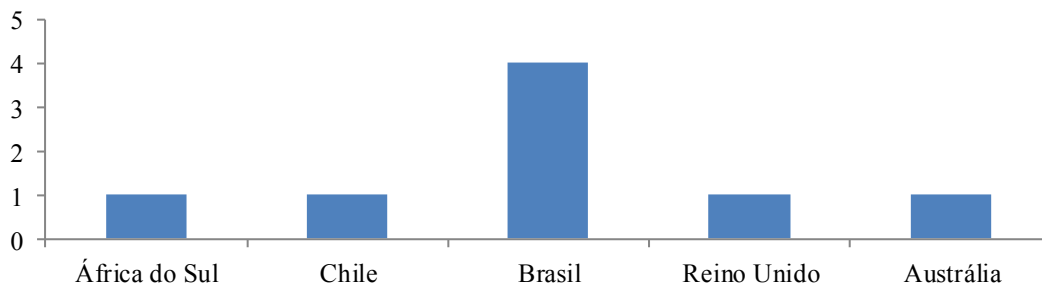


Figura 3: Número de documentos analisados no INPI por país depositante para a palavra-chave *hydrocyclone*. Fonte: Autoria própria, 2012.

Acrescentando-se a palavra-chave “água produzida” na busca (hidrociclone *and* água produzida), não foi computado nenhum documento relacionado ao tema além da palavra hidrociclone. Vale ainda ressaltar que um documento de patente pode ter um ou mais códigos de CIP.

Prosseguindo a pesquisa pelo banco de dados da WIPO e utilizando a palavra-chave *hydrocyclone* no campo *front page*, foram encontrados 3388 documentos de pedidos de depósito de patentes, sendo 1906 distribuídos entre 2002 e 2012. Em relação à CIP (Figura 4), as classificações predominantes foram C02F, B04C e B01D, com 248,456 e 475 respectivamente.

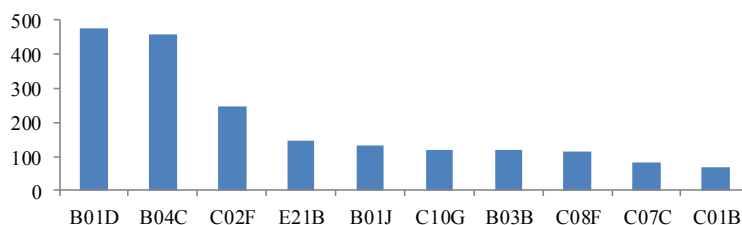


Figura 4: Número de documentos analisados na WIPO pela CIP. Análise por subclasses para a palavra-chave *hydrocyclone*. Fonte: Autoria própria, 2012.

Na Figura 5, podemos perceber que o ano de maior número de pedidos foi 2008 com 212 documentos, seguido de 2009 e 2011 com 203 e 205 documentos respectivamente.

E conforme a Figura 6 observamos que os países que possuem mais pedidos de patentes são os do Tratado de Cooperação de Patentes e da Organização Europeia de Patentes, com 1885 e 762 documentos de pedidos de depósitos de patentes, respectivamente.

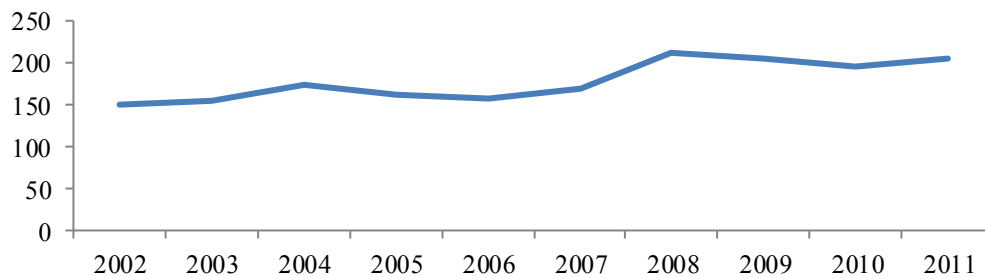


Figura 5: Número de documentos analisados na WIPO por ano de depósito para a palavra-chave *hydrocyclone*. Fonte: Autoria própria, 2012.

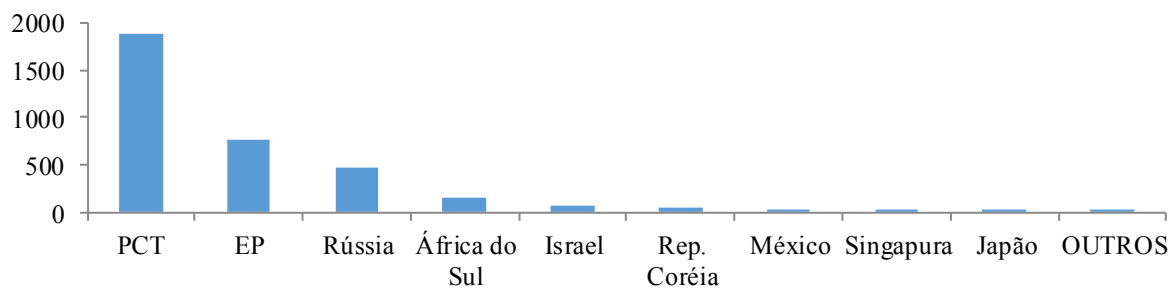


Figura 6: Número de documentos analisados na WIPO por país depositante para a palavra-chave *hydrocyclone*. Onde: WO = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes; EP= Organização Europeia de Patentes; OUTROS= Países depositantes de uma única patente. Fonte: Autoria própria, 2012.

Refinando-se a pesquisa com o acréscimo da palavra-chave *water produced*, encontrou-se, respectivamente, 2164 documentos de pedidos de depósito de patentes, estando 1147, distribuídos entre os anos de 2002 a 2012.

Em relação às CIP, as de maior número de pedidos de depósitos para as palavras-chave *hydrocyclone* and *water produced*, continuam sendo BO1D (305) e C02F (178), conforme Figura 7.

Na Figuras 8, observamos os documentos distribuídos por ano de depósitos, onde consta que o ano de 2011 foi o de maior número de pedidos de depósitos com 173.

E por fim, seguindo a tendência, o país de maior número de pedidos de depósitos continua sendo os PCT, seguido da EP (European Patent Office) como pode ser observado na Figura 9 com (1538) e (462) respectivamente.

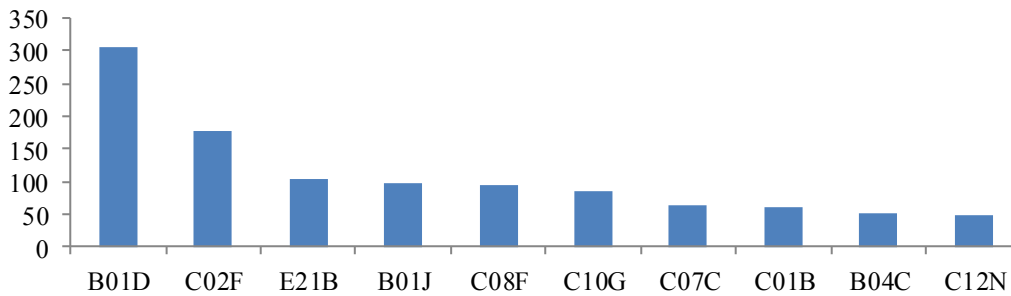


Figura 7: Número de documentos analisados na WIPO por CIP para as palavras-chave *hydrocyclone and water produced*. Fonte Autoria própria, 2012.

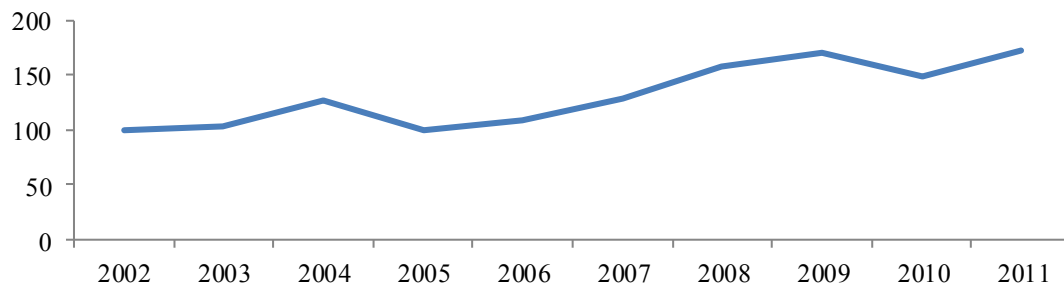


Figura 8: Número de documentos analisados na WIPO por ano de depósito para as palavras-chave *hydrocyclone and water produced*. Fonte: Autoria própria, 2012.

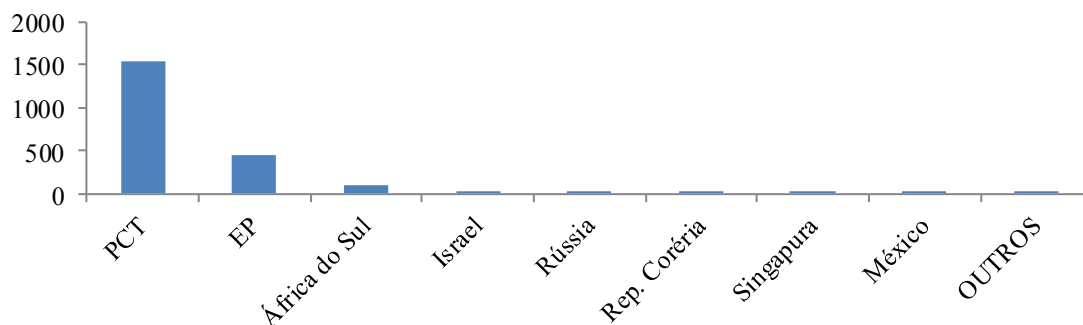


Figura 9: Número de documentos analisados na WIPO por país depositante para as palavras-chave *hydrocyclone and water produced*. Onde: **WO** = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes; EP= Organização Européia de Patentes; OUTROS= Países depositantes de um única patente. Fonte: Autoria própria, 2012.

Em pesquisas feitas no ESPACENET, para a classificação internacional podemos verificar que a CIP que mais se destacou foi a B04C com 116 documentos, como pode ser visto na Figura 10.

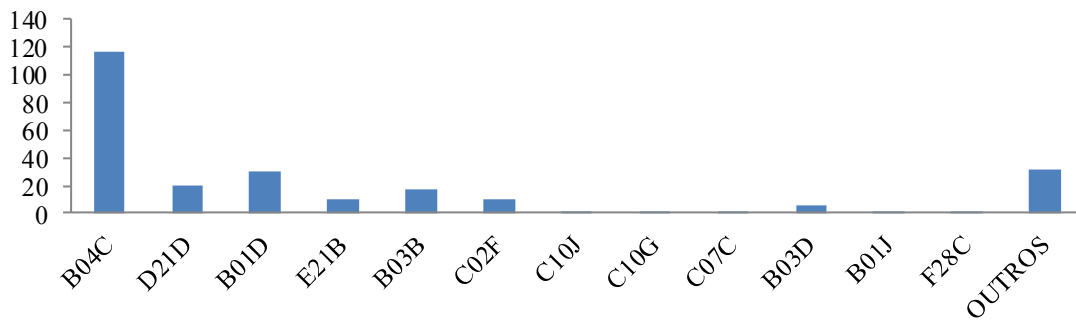


Figura 10: Número de documentos analisados no ESPACENET por CIP para a palavra-chave *hydrocyclone*. Fonte: Autoria própria, 2012.

Podemos verificar que os países com maior número de depósitos foram China com 52, seguido dos Estados Unidos com 22, como pode ser observado na figura 11. Já o ano de maior destaque foi 2011 com 37 documentos, seguido de 2012 com 22 documentos, ilustrado na figura 12.

A China vem desenvolvendo tecnologia voltada para separação de óleo-água utilizando hidrociclone, e este obteve uma redução de água nos campos de petróleo em mais de 90%, por isso a importância do mesmo, uma vez que gera uma redução de investimentos em equipamentos adicionais, bem como custos de operação e manutenção (Dong, L., Xiaojun, Z., Yiyan, 2011).

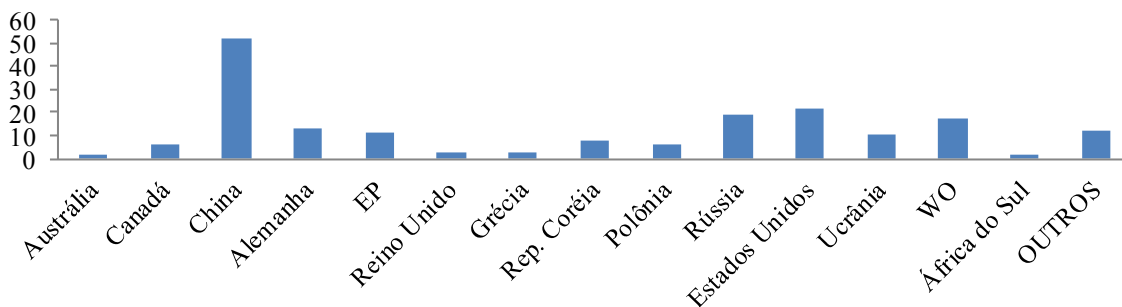


Figura 11: Número de documentos analisados no ESPACENET por país depositante para a palavra-chave *hydrocyclone*. Onde: EP= Organização Europeia de Patentes; WO = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes OUTROS= Países depositantes de uma única patente. Fonte: Autoria própria, 2012.

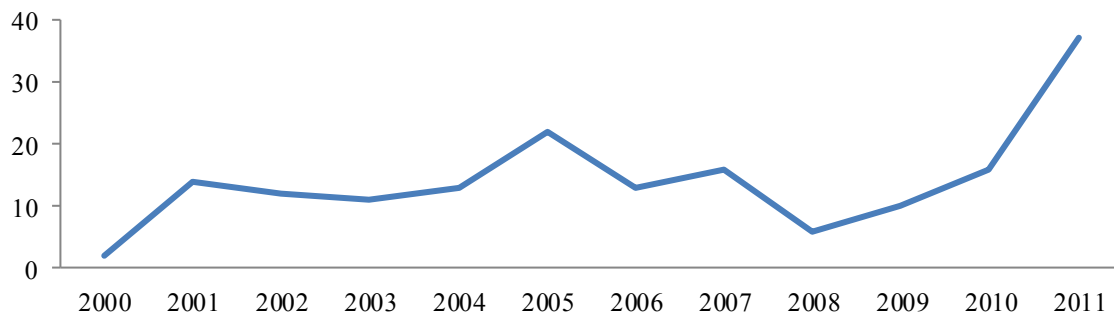


Figura 12: Número de documentos analisados no ESPACENET por ano de depósito para as palavra-chave *hydrocyclone*. Fonte: Autoria própria, 2012.

CONCLUSÃO

Avaliando o cenário mundial e brasileiro, no que concerne aos documentos de pedidos de patentes, podemos caracterizar a prospecção relativo à hidrociclone por estar em constante desenvolvimento, principalmente a partir do ano de 2004 em relação ao depósito de documentos de patente no ESPACENET e WIPO e, principalmente nas classificações internacionais referentes à separações e à aparelhagem. Entretanto, os dados demonstram que, tratando-se de hidrociclone por meio de tecnologias de separação é promissora, tendo em vista o número relativamente alto de pedidos de depósitos com essa tecnologia, principalmente no cenário mundial. Dos países que mais desenvolveram tecnologia nessa área foi china, seguida dos Estados Unidos por terem obtidos reduções significativas de água nos campos de exploração de petróleo.

O uso da tecnologia de hidrociclones para separação de água produzida se faz necessário devido aos padrões estabelecidos pela ANP no processo de re-injeção ao mar, ou até mesmo para aumento de produção do poço de petróleo. No entanto, vale ressaltar que não houve nenhum depósito no INPI e ESPACENET, com as palavras-chave hidrocicone e água produzida.

REFERÊNCIAS

- DELFO, R.; MURPHY, S.; STANBRIDGE, D.; OLUJIC, Z.; JANSENA, P. J. A design tool for optimizing axial liquid-liquid hydrocyclones. **Minerals Engineering**, v. 17, p. 721-731, 2004.
- DELGADILLO, J. A.; RAJAMANI, R. K. A comparative study of three turbulence-closure models for the hydrocyclone problem. **International Journal of Mineral Process**, v. 77, p. 217-230, 2005.
- DONG, L.; XIAOJUN, Z.; YIYAN, C. Experimental Study on Overflow Pipe Structure of the Rod Pump with Down-hole Oil-water Hydrocyclone. **Sciverse Sciencedirect-Procedia Engineering**, v. 18, p. 387 – 391, 2011.
- FISHER, M. J.; FLACK, R. D. Velocity distributions in a hydrocyclone separator. **Experiments in Fluids**, v. 32, n. 3, p. 302-312, 2002.

- FREITAS, A. G. B. **Modelagem e simulação do tratamento de água oleosa usando hidrociclone**. 114f. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE, 2009.
- NARASIMHA, M.; SRIPRIYA, R.; BANERJEE, P. K. CFD modelling of hydrocyclone—prediction of cut size. **International Journal of Mineral Process**, v. 75, p. 53–68, 2005.
- PETTY, C. A.; PARKS, S. M. Flow predictions within hydrocyclones. **Filtration and Separation**, v. 38, n. 6, p. 28–34, 2001.
- ROSA, J. J. **Desenvolvimento de um Novo Processo de Tratamento de Águas Oleosas – Processo FF**. XIX Prêmio Jovem Cientista - Água – Fonte da Vida. Porto Alegre, RS, 2003.
- SANTANA, C. R. **Tratamento de água produzida para descarte**. Monografia de Especialização (Engenharia de Petróleo) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2007.
- SERAFINI, M. R.; RUSSO, S. L.; PAIXÃO, A. E.; SILVA, G. F. Prospecção Tecnológica no Brasil: Características da Propriedade Intelectual no Nordeste. **Revista Geintec.**, v. 1, n. 1, 2011.
- SLACK, M. D.; PRASAD, R. O.; BAKKER, A.; BOYSAN, F. Advances in cyclone modelling using unstructured grids. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 78, p. 1098–1104, 2000.
- SVAROVSKY, L. **Solid-liquid Separation**, Czech Republic: Butterworth-Heinemann, p.191-245, 2000.