

## **INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DE ENTRADA TANGENCIAL NA EFICIÊNCIA DE SEPARAÇÃO EM HIDROCICLONES.**

Gabriel Sarmiento dos Santos(1); Marcos Mesquita da Silva (2), José Marinho Falcão Neto (3),  
Divanira Ferreira Maia(4).

(1) *Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, bielsarmiento2@gmail.com*

(2) *Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, marcos.silva@ifpb.edu.br*

(3) *Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, jmarinhofn@gmail.com*

(4) *Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, divanira.maia@ifpb.edu.br*

### **1. Introdução**

O petróleo é um importante constituinte da base econômica mundial e a sua utilização torna-se cada vez maior em nosso dia-a-dia por meio do setor de combustíveis, do asfalto, do gás liquefeito do petróleo (GLP), dos polímeros sintéticos e outros bens de consumo. A demanda crescente por esse recurso natural exige que o setor de petróleo e gás busque cada vez mais desenvolver métodos de perfuração e beneficiamento criando equipamentos mais eficazes e versáteis a fim de otimizar e aumentar a sua produção. (THOMAS, 2004)

No processo de produção de petróleo, um dos contaminantes mais indesejáveis é a água, a qual é extraída junto com o óleo e é produzida em grandes volumes, formando emulsões de difícil separação e sua presença, associada ao petróleo, provoca uma série de problemas nas etapas de produção, transporte e refino, tornando-se necessário, então, tratar essa água a fim de recuperar parte do óleo emulsionado e condicioná-la para reinjeção ou para descarte. (MAIA, 2006).

Essa água, que é extraída junto ao óleo, é denominada de Água Produzida (AP) e é uma das principais dificuldades encontradas durante o processo produtivo, considerada um agente causador de grandes impactos ambientais. (VIEIRA, 2011)

Segundo Leahy-Dios (2003), a água produzida pode ser usada para reinjeção no poço ou lançada ao mar, entretanto, a mesma deve passar por tratamento a fim de se adequar aos padrões definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Os processos de separação óleo/água mais usados pela indústria do petróleo são os hidrociclones e a flotação. Os hidrociclones são muito eficientes neste processo de separação, porém, com a legislação ambiental cada vez mais exigente, é necessário que estes equipamentos melhorem cada vez mais o seu desempenho. (MAIA, 2006)

Com objetivo de reduzir o tempo de separação água-óleo, hidrociclones são utilizados na indústria do petróleo. Estes equipamentos usam campos centrífugos que promovem a separação,

ocupam uma pequena área, sem onerar a carga total da plataforma e não têm partes móveis, sendo de baixo custo de manutenção e fácil operação.

Para um melhor funcionamento dos hidrociclones, é necessário o estudo das suas variáveis geométricas e operacionais de forma a avaliar quais condições permitem ao equipamento atuar de forma mais eficiente. Dentre os parâmetros geométricos considerados importantes podemos citar o seu diâmetro, diâmetro e comprimento do vortex finder, comprimento da parte cilíndrica e ângulo do cone. Existindo, pois uma estreita relação entre a geometria e a eficiência de separação (SAMPAIO, 2017)

Segundo Maliska (1995), a fluidodinâmica computacional é hoje uma poderosa ferramenta para a solução de importantes problemas aplicados à engenharia, pois pode prever comportamentos de escoamento de fluidos através da resolução de equações matemáticas que governam estes processos a partir de um algoritmo numérico e, portanto, sua utilização pode contribuir de forma eficaz na determinação de melhores geometrias e melhores parâmetros de processo a fim de contribuir para aumentar a eficiência destes equipamentos. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as melhores configurações do diâmetro de entrada tangencial dos hidrociclones na sua eficiência no processo de separação óleo/água por meio de simulação computacional utilizando o software ANSYS através da fluidodinâmica computacional.

## 2. Metodologia

Com o objetivo de realizar a pesquisa utilizou-se um pacote comercial de fluidodinâmica computacional ANSYS Technology versão 18.1 e foram escolhidas as dimensões para os hidrociclones utilizados no trabalho de Araújo et al (2013) como está esquematizado na Figura 1 e Tabela 1.

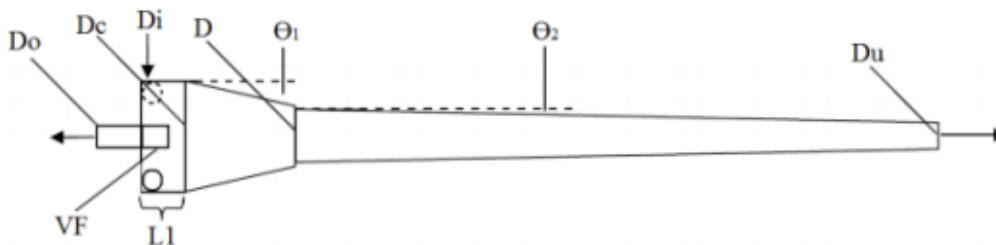


FIGURA 1 – Fonte -:Araújo et al (2013)

TABELA 1- Dimensões dos Hidrociclones analisados neste trabalho

Do (mm)	Du (mm)	VF (mm)	L1 (mm)	$\Theta_1$ (rad)	$\Theta_2$ (rad)	Di (mm)	G' (%)	R <sub>f</sub> (%)
20	25	4	25	0,0872	0,2618	17,5	49,50	1,80
20	25	4	45	0,0872	0,0349	7,5	99,70	3,40

Onde: Do-diâmetro do overflow, Du-diâmetro do underflow, VF-vortex finder, L1-comprimento da seção cilíndrica,  $\Theta_1$  e  $\Theta_2$ -ângulos da primeira e segunda seção cônica do hidrociclone, respectivamente.

Fonte: Araújo et al (2013)

Após a construção da geometria segundo a Figura 1 e com as dimensões apresentadas na Tabela 1, passou-se para a etapa de geração da malha. Na qual, foram definidos o tipo do elemento da malha e a qualidade da mesma. Na configuração da Simulação foram definidos os materiais que constituíam o fluido em estudo (emulsão água/óleo) bem como as suas propriedades. Assim, foi definida a proporção de óleo para água e a faixa de tamanho das gotículas de óleo disperso. Além disso, foram definidos os modelos físicos e as condições de contorno apropriadas, com base na literatura.

As soluções para o problema da separação óleo e água foram processadas numericamente. A convergência da solução e o bom comportamento do processo iterativo foram avaliados através de diagramas de resíduos e/ou arquivos do tipo “log”. Em seguida, os resultados foram analisados através da observação e registro da eficiência de separação.

### 3. Resultados e Discussão

As geometrias obtidas na simulação estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 com dimensões apresentadas nas linhas 1 e 2 da Tabela 1 respectivamente, utilizando modelo da Figura 1.



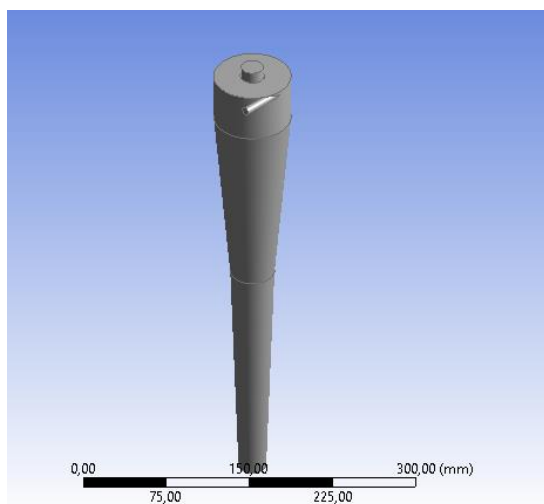


FIGURA 2- Geometria dos hidrociclones obtido na simulação.

Foram geradas as malhas para os hidrociclones com 354.987 Elementos e 70.401 nós.

As condições de contorno estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 – Condições de contorno utilizadas neste trabalho

Densidade da Água	996.5 kg/m <sup>3</sup>
Viscosidade Dinâmica da Água	0,000855 kg/m <sup>-1</sup>
Densidade do Óleo	840 kg/m <sup>3</sup>
Viscosidade Dinâmica do óleo	0.132 kg/m-1
Tamanho das partículas de óleo dispersas	250 microns
Numero de Iterações utilizadas	1500
Modelo de turbulência da água	SSG Reynolds Stress (altas vorticidades)

No Processamento e Pós Processamento, constatou-se que a eficiência de separação total com o aumento da entrada tangencial de 7,5 mm para 17,5 mm resultou em uma diminuição da eficiência de separação de 64% para 62% respectivamente. Foi possível observar também que a quantidade de interações feitas neste trabalho foi insuficiente para obter os mesmos valores que encontram no trabalho de Araújo et al (2013).

#### 4. Conclusões

O desenvolvimento de simulações computacionais é de grande importância para os estudos relacionados com o comportamento dos fluídos e são importantes como recurso de estudos para o

melhoramento dos equipamentos relacionados à eficiência de separação em equipamentos utilizados em operações de produção do petróleo. Para os resultados obtidos, verificou-se que é importante uma quantidade de iterações na obtenção de resultados mais próximos do comportamento real de fluidos em escoamento.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem ao Instituto Federal da Paraíba pela oportunidade de realização deste trabalho assim como pelo apoio financeiro.

## 5. Referências Bibliográficas

- [1] ARAUJO, C. A. O.; LOUREIRO, J. B. R.; SCHEID, C. M.; MEDRONHO, R. A.- **Perfis De Velocidade Em Um Hidrociclone Para Separação Óleo-Água Usando A Velocimetria Por Imagem De Partícula E Fluidodinâmica Computacional**, 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, Aracau-SE, 2013
- [2] BOEIRA, G; MOYSÉS, P.; AMORIM, J. **Emulsões na Indústria Petrolífera**.
- [3] COELHO, D. B. **Desempenho De Um Hidrociclone Para Separação De Águas Oleosas**. 2011. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011. Disponível em: <[http://www.nupeg.ufrn.br/documentos\\_finais/monografias\\_de\\_graduacao/diogocoelho.pdf](http://www.nupeg.ufrn.br/documentos_finais/monografias_de_graduacao/diogocoelho.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2017.
- [5] FORTUNA, A.O., “**Técnicas Computacionais para Dinâmica dos Fluidos**”, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo (2000).
- [6] KELLY, E. G. e SPOTTISWOOD, D. J. **Introduction to mineral processing**. New York: John Wiley & Sons, 1982, p.199-236.
- [7] LEAHY-DIOS, A., MEDRONHO, R. A. **Simulação Numérica da Separação água-óleo em hidrociclones**. In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Rio de Janeiro, 2003.
- [8] MAIA, D. F. **Desenvolvimento de membranas cerâmicas para separação de óleo/água**. 111f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos, na área de concentração de Materiais) – UFCG, Campina Grande – PB, 2006
- [9] MALISKA, C.R., “**Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional - Fundamentos e coordenadas generalizadas**”, LTC – Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., Rio de Janeiro (1995).



- [10] RAPOSO, G. M. **Simulação Numérica do Escoamento em Hidrociclone Destinado a Aplicações de Alto Teor de Óleo**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/13794/13794\\_1.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/13794/13794_1.PDF)>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- [11] SAMPAIO, A. J et al., **Ensaio de classificação em hidrociclones** – Capítulo 7. Disponível em <https://pt.scribd.com/document/324714853/Cap-7-Hidrociclone-pdf>, Acessado em: 25 de agosto de 2017
- [12] SOUZA FILHO, J. E. de **Processamento Primário de Flúidos: Separação e Tratamento**. Petrobras Recursos Humanos (notas de aula), Salvador, 2002.
- [13] SIMÕES, M. B. M. A. **Simulação numérica da fluidodinâmica de um hidrociclone aplicado na separação óleo\água**, UFCG , Campina Grande, 2005.
- [14] THOMAS, J. E. et al. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS, 2 ed., 2004.
- [15] VIEIRA, V. M. **Água produzida no Segmento onshore de petróleo – caracterização de cenários na Bahia e prospecção de soluções para gerenciamento**. Dissertação de Mestrado. 2011. Centro de pesquisa em geofísica e geologia, Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA.

