



XX WORKSHOP DO PRH14 – 25 de agosto de 2017
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
ENGENHARIA DE PROCESSOS EM PLANTAS DE
PETRÓLEO E GÁS NATURAL - PRH-14



LIVRO DE RESUMOS

Sumário

PROCESSO DE INERTIZAÇÃO DO REJEITO DE PERFURAÇÃO DE PETRÓLEO ATRAVÉS DO PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR INDUZIDO	2
SOLUBILIDADE DO CaCO_3 EM MISTURAS AQUOSAS DE MONOETILENOGLICOL NA PRESENÇA DE NaCl E CO_2 EM REATORES BIOQUÍMICOS DO TIPO CSTR.....	4
CARACTERIZAÇÃO E COMPORTAMENTO DE FASES A ALTAS PRESSÕES DE UMA AMOSTRA DE GÁS CONDENSADO	7
DETERMINAÇÃO DE DADOS DE EQUILÍBRIO DE FASES A ALTAS PRESSÕES PARA O SISTEMA SINTÉTICO DIÓXIDO DE CARBONO E ESQUALANO	9
PRODUÇÃO E PURIFICAÇÃO DO BIOSURFACTANTE RAMNOLIPÍDEO PRODUZIDO PELA PSEUDOMONA AERUGINOSA E SUA UTILIZAÇÃO NA RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO	11
ESTUDO DA REMOÇÃO DE BENZENO E TOLUENO EM SOLUÇÃO AQUOSA POR ADSORÇÃO UTILIZANDO CARVÃO ATIVADO PRODUZIDO A PARTIR DO LODO DA ETE DA UFRN.....	13
ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO ARTIFICIAL DE SOLOS POR FENANTRENO	15
DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA FASE SÓLIDA DO CLORETO DE CÁLCIO NO EQUILÍBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO	17
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE DINAMÔMETRO TRIAXIAL COM MÚLTIPLOS ELEMENTOS ELÁSTICOS	19
MODELAGEM DA SOLUBILIDADE DE METANO EM N-PARAFINA USADA EM FLUIDO DE PERFURAÇÃO NÃO AQUOSO UTILIZANDO A EQUAÇÃO DE PENG-ROBINSON.....	21
MICROEMULSÕES APLICADAS NO TRATAMENTO DA FIBRA DE COCO E NA OBTENÇÃO DE FLUIDO DE PERFURAÇÃO.....	23
ESTUDO DE REMOÇÃO DO COBRE EM SOLUÇÃO AQUOSA POR ADSORÇÃO.....	25
ANÁLISE NUMÉRICA DA INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE ALETAS NO COMPORTAMENTO DO COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR CONVECTIVO	27

RESUMO EXPANDIDO

PROCESSO DE INERTIZAÇÃO DO REJEITO DE PERFURAÇÃO DE PETRÓLEO ATRAVÉS DO PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR INDUZIDO

Beatriz Idalina de Oliveira Vieira*; Hermano Gomes Fernandes; Osvaldo Chivone-Filho

****beatrizidalina@hotmail.com***

INTRODUÇÃO

É necessária a evolução e inovação na cadeia produtiva do petróleo, que tem se tornado muito importante na matriz energética brasileira e mundial. Diante disso, novas tecnologias são necessárias para manutenção da sua sustentabilidade. Durante a extração do petróleo ocorre a produção de uma corrente aquosa denominada água de produção de petróleo. Este efluente contém, geralmente, alta salinidade, óleo, diversos compostos orgânicos como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), naftaleno, fenantreno, dibenzotiofeno (NFD), hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA), fenóis, gases e metais pesados (Neff, 2002).

O principal resíduo gerado na etapa de perfuração dos poços de petróleo são os denominados cascalhos de perfuração, misturas de pequenos fragmentos de rochas advindos dos fluidos usados na perfuração, sejam eles os fluidos do próprio solo ou mesmo o utilizado para resfriar e lubrificar a broca. Este cascalho é causador de potenciais impactos ao solo e água subterrânea e são classificados como resíduos sólidos devido sua potencial periculosidade, podem adquirir valor comercial se tratados de forma adequada, ao serem utilizados como novas matérias-primas ou novos insumos após inertização.

A flotação é um dos processos de separação extensivamente empregado para recuperação do óleo presente nas fases dispersa e emulsionada de efluentes oleosos, e este método é utilizado nesta pesquisa visando otimizar a corrente líquida recirculada proveniente de um processo de inertização constituído de equipamentos que combinam diferentes processos de separação granulométrica dos sedimentos por peneiramento, com funções de redução das cargas das contaminações e reclassificação do cascalho de perfuração, por conter hidrocarbonetos e sais solúveis.

No método da flotação, partículas hidrofóbicas são seletivamente adsorvidas na superfície da bolha de gás, neste caso o ar, e arrastadas até a superfície onde são concentradas e assim removidas juntamente com a espuma. Esta operação unitária apresenta simplicidade, alta eficiência na remoção de contaminantes,

capacidade para médias e altas vazões, baixo custo operacional e tempo de residência curto, o que implica em menores espaços e economia na construção (Rubio et al., 2002).

O objetivo geral desse trabalho é o desenvolvimento de técnica alternativa para tratamento e inertização do cascalho de perfuração de poço, bem como outros sedimentos impactados como solo oriundo de vazamentos.

METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizado o método da Flotação por Ar Induzido (FAI) para a separação dos compostos orgânicos prejudiciais ao meio ambiente. Através de uma coluna de acrílico com fluxo de oxigênio ascendente e corrente de efluente descendente, foi possível o contato entre bolha-partícula. Como a corrente de gás é ascendente, a amostra é coletada na parte superior da coluna e segue para análise de teor de carbono. Além disso, são verificados multiparâmetros físico-químicos do efluente antes e depois do processo.

Foram utilizados três tipos de efluentes reais: água produzida de petróleo, água produzida de petróleo com tratamento granulométrico prévio e água industrial com tratamento granulométrico prévio. Além disso, para determinar possíveis traços de óleo na linha de ar advindas do compressor, foram feitos testes também com água destilada.

RESULTADOS

Foram analisados os teores de carbono orgânico e inorgânico das amostras coletadas no topo da coluna de flotação. Estes resultados apontam, para a água destilada, um decréscimo de aproximadamente 24% no teor de carbono orgânico. Para a água industrial, foi observado um decréscimo de cerca de 21%, e para a água produzida, aproximadamente 38%.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados expostos, podemos afirmar que o processo de flotação é um método bastante promissor para a inertização do cascalho de petróleo. Utilizando o oxigênio como gás, temos um melhor aproveitamento se comparado ao ar comprimido realizado em ensaios passados. Apesar de existirem outros métodos, este é de baixo custo, simples e relativamente rápido, tornando-o uma boa alternativa.

REFERÊNCIAS

- NEFF, J. M., Bioaccumulation in marine organisms Effect of contaminants from oil well produced water. Ed. Elsevier Science Ltd.: Amsterdam, pp. 1-34, 2002.
- RUBIO, J.; SOUZA, M. L.; SMITH, R.W. Overview of flotation as a wastewater treatment technique. Minerals Engineering, v.15, p.139-155, 2002.

RESUMO EXPANDIDO

SOLUBILIDADE DO CaCO_3 EM MISTURAS AQUOSAS DE MONOETILENOGLICOL NA PRESENÇA DE NaCl E CO_2 EM REATORES BIOQUÍMICOS DO TIPO CSTR

Deborah Cordeiro de Andrade; Beatriz Idalina de Oliveira Vieira; Gabriela Medeiros de Macedo;
Leila Cabral Moreira; Náira Sinara de Almeida Maniçoba; Dannielle Janainne da Silva e Osvaldo
Chivone-Filho*

**dcandrade@hotmail.com.br*

INTRODUÇÃO

A introdução do monoetilenoglicol aplicada na cabeça do poço exploratório serve de forma efetiva para evitar a formação de hidratos, no entanto, carece de informações de dados termodinâmicos para apoiar a unidade de regeneração. Esse aspecto é relevante, pois a medida que a produção de gás ocorre é necessário o uso do inibidor (MEG) que, por conseguinte, precisa ser regenerado. Dessa forma, estimativas quantitativas de sal, por exemplo, carbonato de cálcio, solubilizado na água produzida na presença de CO_2 podem prever a incrustação de sais na unidade de regeneração. A concentração de MEG nesse sistema provoca o efeito “*salting-out*”, que a partir destes dados deseja-se conhecer.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos feitos segundo Chivone e Rasmussen em 1993 mostraram um método viável para precipitação de sais em fases puras. Com isso, o MEG se mostrou o mais economicamente viável devido ser altamente higroscópico, ter menor viscosidade, e com isso possuir maior facilidade de escoamento, maior facilidade regenerativa devido à sua baixa solubilidade em hidrocarbonetos líquidos e baixa toxicidade, além de diminuir a temperatura de congelamento da água, pois ele desvia a curva característica de formação do hidrato.

METODOLOGIA

O procedimento experimental se dá com o preparo de soluções contendo água, MEG, carbonato de cálcio e cloreto de sódio em diferentes concentrações. O aparato experimental utilizado constitui-se de dois reatores bioquímicos encamisados de capacidade de 3 litros, conectados a um banho termostático, um cilindro de CO₂, pHmêtro, manômetro (1,03 bar) e um sistema automatizado que controla e registra a agitação e a temperatura (25 °C) da solução. Em seguida, a mistura é submetida à agitação na presença de CO₂. Após isso, uma amostra é retirada do reator e adicionada a um frasco contendo solução de ácido nítrico para análise.

A análise das amostras é conduzida no equipamento de absorção atômica. Dessa forma, pode-se avaliar a influência da temperatura, do monoetilenoglicol e da concentração de NaCl na solubilidade do carbonato de cálcio em água e na presença de dióxido de carbono, presentes em grande concentração na produção de gás natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização dos procedimentos experimentais contendo apenas carbonato de cálcio em água e CO₂ e comparando os resultados com a literatura, observou-se que a metodologia apresentada proporcionou resultados em concordância quantitativa com a literatura (Frear e Johnson, 1929 e Plummer e Busenberg, 1982).

Em seguida, experimentos foram realizados adicionando cloreto de sódio na solução, pois, como foi observada também na literatura (Kaasa et al., 2005), a presença do cloreto de sódio na solução promove um aumento na solubilidade do carbonato de cálcio.

Experimentos a 15 °C também foram realizados para avaliar a influência da temperatura.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a solubilidade do carbonato de cálcio é influenciada pela presença de cloreto de sódio, MEG e pela temperatura no sistema.

Também foi observada a coerência dos dados obtidos com a literatura.

Todas as variáveis envolvidas no processo possuem extrema importância no controle da produção de gás natural e na regeneração do monoetilenoglicol, na unidade de recuperação.

REFERÊNCIAS

CHIAVONE-FILHO, O.; RASMUSSEN, P.; "Salt Solubilities in Mixed Solvents". Journal of Chemical Engineering Data, Vol. 38, p. 367-369 (1993).

FREAR C. L. AND JOHNSTON J. "The solubility of calcium carbonate (calcite) in certain aqueous solutions at 25°C". J. Amer. Chem. Soc., Vol. 51, pp. 2082-2093 (1929).

KAASA, B.; SANDENGEN, K.; ØSTVOLD, T. "Thermodynamic Predictions of Scale Potential, pH and Gas Solubility in Glycol Containing Systems". SPE 95075. In SPE International Symposium on Oilfield Scale, Aberdeen, U.K., May 11–12, p 1–13 (2005).

PLUMMER, L. N.; BUSENBERG, E. "The solubilities of calcite, aragonite and vaterite in CO₂-H₂O solutions between 0 and 90°C, and an evaluation of the aqueous model for the system CaCO₃-CO₂-H₂O". Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 46, pp. 1011-1040 (1982).



XX WORKSHOP DO PRH14 – 25 de agosto de 2017
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



ENGENHARIA DE PROCESSOS EM PLANTAS DE
PETRÓLEO E GÁS NATURAL - PRH14



RESUMO EXPANDIDO

CARACTERIZAÇÃO E COMPORTAMENTO DE FASES A ALTAS PRESSÕES DE UMA AMOSTRA DE GÁS CONDENSADO

Fedra A. V. Ferreira; Humberto N. Maia de Oliveira; Osvaldo Chivavone-Filho*

**fedravaquero@hotmail.com*

INTRODUÇÃO

As misturas de hidrocarbonetos, além de serem muito variadas, sofrem grandes modificações ao serem submetidas a diferentes condições de temperatura e pressão. Ocorrem mudanças de estado físico por parte da mistura, variações na composição, alterações na viscosidade e densidade. A presente pesquisa teve como objetivo a caracterização analítica de propriedades termodinâmicas de uma amostra de gás condensado, afim de se desenvolver uma metodologia computacional e determinar a composição e as propriedades críticas dos pseudo-componentes presentes nas frações das amostras estudadas, sendo esse procedimento validado pela obtenção de dados experimentais de pressão de bolha dos diferentes sistemas estudados, comparando estes com os dados de simulação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No método sintético visual o aparecimento de uma nova fase é, usualmente, detectado por observação visual, resultante da turbidez do menisco na célula. Este método pode ser usado, não só para a determinação do equilíbrio líquido vapor, mas também para estudar comportamentos de fases complexos, isto é, sistemas multifases (FONSECA; DOHRN; PEPPER, 2011). Em alternativa à observação visual, outras propriedades físicas podem ser monitoradas para detectar a transição de fases, como por exemplo, o volume total da célula que pode ser medido minuciosamente, o aparecimento de uma nova fase pode ser determinado pela mudança abrupta da curva plotada de pressão-volume. Um gráfico de pressão vs volume da câmara, quando o ensaio é efetuado apropriadamente, apresenta dois comportamentos diferentes, acima e abaixo da pressão de bolha. O ponto de inflexão corresponde à pressão de bolha da mistura original.

MATERIAIS E MÉTODOS

Uma amostra de um gás condensado (GC), com densidade de 0.7212 g.cm^{-3} a 293.15 K foi fracionada por meio de uma destilação atmosférica – ASTM D86. No processo de destilação foi usado um volume de amostra

de 100 ml, com a densidade da amostra determinada, pesou-se o equivalente em massa usando uma balança analítica (Shimadzu AUW220D; ± 0.0001 g). A viscosidade e a densidade da amostra de gás condensado foram medidas num viscosímetro da Anton Paar VM 3000 Stabinger – ASTM D7042. Uma célula de equilíbrio de alta pressão, que permite um intervalo de pressões de 60 a 300 bar e temperaturas até 120 °C, baseada no método sintético (FERREIRA et al., 2017), foi usada para o estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura apresenta os dados experimentais e a modelagem computacional, executada com o software SPECS v5.63. A análise foi feita a três composições distintas de fração molar de CO₂ ($x_{\text{CO}_2} = 0.5003$; 0.7001; 0.7998).

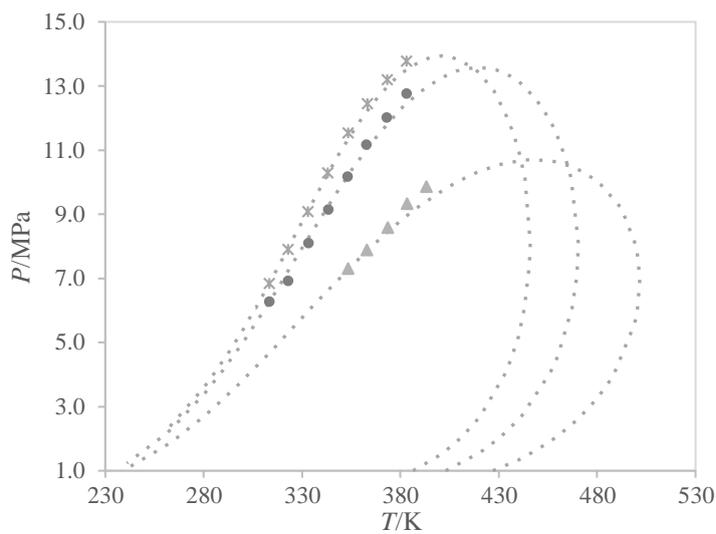


Figura 1 - Diagrama Pressão – Temperatura para o sistema binário CO₂ + Gás Condensado a três composições em fração molar: ▲ $x_{\text{CO}_2} = 0.5003$; ● $x_{\text{CO}_2} = 0.7001$; * $x_{\text{CO}_2} = 0.7998$; EdE ALS.

A modelagem foi feita usando a equação de estado de Adachi – Lu – Sugie (EdE ALS) a regra de mistura de van der Waals (vdw1), usando os parâmetros de interação k_{ij} entre as frações e o CO₂.

CONCLUSÕES

A caracterização da amostra de gás condensado e o seu fracionamento são metodologias já bastante desenvolvidas mas, se tratando de uma amostra real, estes procedimentos são fundamentais para o conhecimento da amostra. Os parâmetros obtidos através da destilação atmosférica, densidade e viscosidade permitiram a determinação das propriedades críticas dos pseudocomponentes a alimentar ao programa de simulação que permitiu a modelagem PVT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, F. A. V. et al. Vapor-Liquid Equilibrium Measurements for Carbon Dioxide + Cyclohexene + Squalane at High Pressures Using a Synthetic Method. **Journal of Chemical and Engineering Data**, v. 62, n. 4, 2017.

FONSECA, J. M. S.; DOHRN, R.; PEPPER, S. High-pressure fluid-phase equilibria: Experimental methods and systems investigated (2005-2008). **Fluid Phase Equilibria**, v. 300, p. 1–69, 2011.

RESUMO EXPANDIDO

DETERMINAÇÃO DE DADOS DE EQUILÍBRIO DE FASES A ALTAS PRESSÕES PARA O SISTEMA SINTÉTICO DIÓXIDO DE CARBONO E ESQUALANO

*Izabella Regina de Souza Araújo**; *Fedra Alexandra S. Vaquero M. Ferreira*; *Oswaldo Chivone-Filho*
**izabellarsa@gmail.com*

INTRODUÇÃO

Dados de equilíbrio de fases a altas pressões são essenciais para o estudo dos reservatórios de petróleo e nos processos de separação. A determinação dos parâmetros de interação dos componentes de uma mistura permite uma melhor modelagem do sistema a ser estudado (FONSECA; DOHRN; PEPER, 2011). O foco deste trabalho foi estudar o equilíbrio líquido-vapor do sistema dióxido de carbono (CO₂) e esqualano (C₃₀H₆₂) a pressões superiores a 50 bar. Esqualano foi escolhido como componente representante de frações de petróleo pesado.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Experimentos de equilíbrio de fases a altas pressões podem ser separados em duas categorias: sintéticos e analíticos. Os experimentos analíticos podem ser realizados com ou sem amostragem; e os sintéticos com ou sem mudança de fase (FONSECA; DOHRN; PEPER, 2011). Para modelar o comportamento PVT de misturas são usadas equações de estado e regras de mistura (KORETSKY, 2013).

METODOLOGIA

Foram realizados experimentos de equilíbrio líquido-vapor em uma célula PVT de alta pressão para a mistura CO₂-esqualano com composição molar previamente fixada variando de 0.4738 a 0.8002 de dióxido de carbono. Estes dados foram utilizados no simulador Specs v 5.63 para estimar os parâmetros de interação binária. A equação de estado utilizada na modelagem dos dados foi a SRK em conjunto com os coeficientes de Mathias e Copeman. Quanto a regra de mistura foi utilizada a quadrática com o coeficiente de interação binária k_{ij} para o parâmetro atrativo a e o coeficiente l_{ij} para o parâmetro repulsivo b .

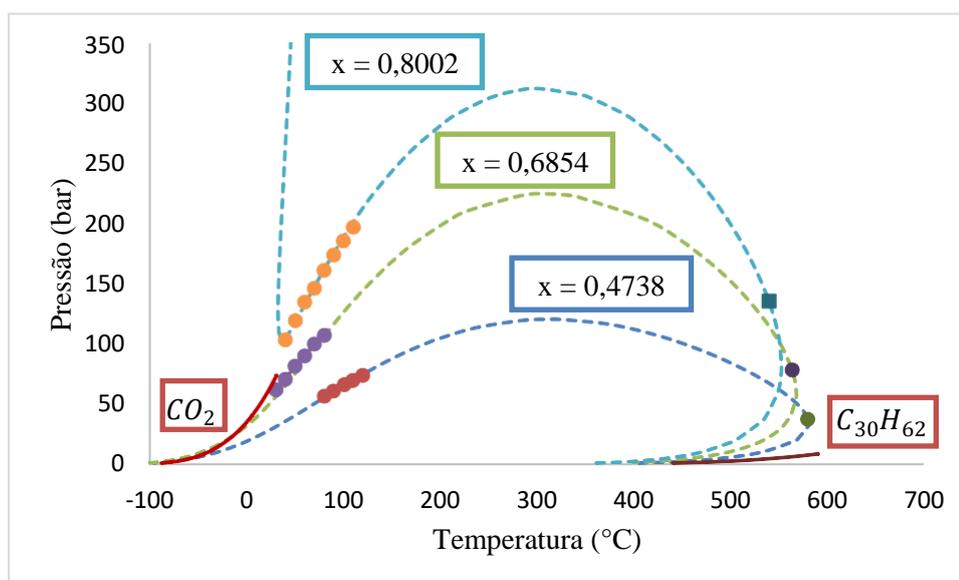
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Optou-se por calcular a média de pontos similares, resultando em 36 conjuntos de valores de fração molar da fase líquida, pressão e temperatura correspondente a ponto de bolha. Os dados apresentaram pressão entre 56 a 197 bar, e temperatura entre 30 a 120,5°C. Pode-se perceber que maiores concentrações de CO₂

ocasionam elevação da pressão de bolha da mistura, já que CO_2 apresenta temperaturas de ebulição bem menores do que esqualano para uma mesma pressão.

Os valores dos parâmetros de interação binária resultantes da modelagem dos dados no Specs foram $k_{ij} = 0,1002$ e $l_{ij} = 0,0135$. A partir da Figura 1 pode-se perceber que os pontos experimentais ficaram bem ajustados as curvas de envelope de fases obtidas com estes parâmetros. Utilizando os dados de Brunner (1978, apud Brunner; Saure; Buss, 2009) para a modelagem no Specs, foram determinados os valores $k_{ij} = 0,1069$ (7% maior) e $l_{ij} = 0,0108$ (20% menor).

Figura 1 – Envelope de fases, pontos experimentais e ponto crítico para três composições molares de CO_2 da mistura binária Dióxido de carbono-Esqualano em adição às curvas dos componentes puros.



Fonte: Autor.

CONCLUSÕES

Com o uso do Specs e dos dados experimentais obteve-se valores satisfatórios para os parâmetros de interação binária do sistema CO_2 -Esqualano, que são próximos a valores obtidos com dados da literatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, J. M. S.; DOHRN, R.; PEPPER, S. High-pressure fluid-phase equilibria: Experimental methods and systems investigated (2005-2008). **Fluid Phase Equilibria**, v. 300, p. 1-69, 25 jan. 2011.

KORETSKY, M. D. **Engineering and Chemical Thermodynamics**. 2 ed. Estados Unidos da América: Wiley, 2013.

BRUNNER, G.; SAURE, C.; BUSS, D. Phase Equilibrium of Hydrogen, Carbon Dioxide, Squalene, and Squalane. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 54, n. 5, p. 1598-1609, 13 mar. 2009.

RESUMO EXPANDIDO

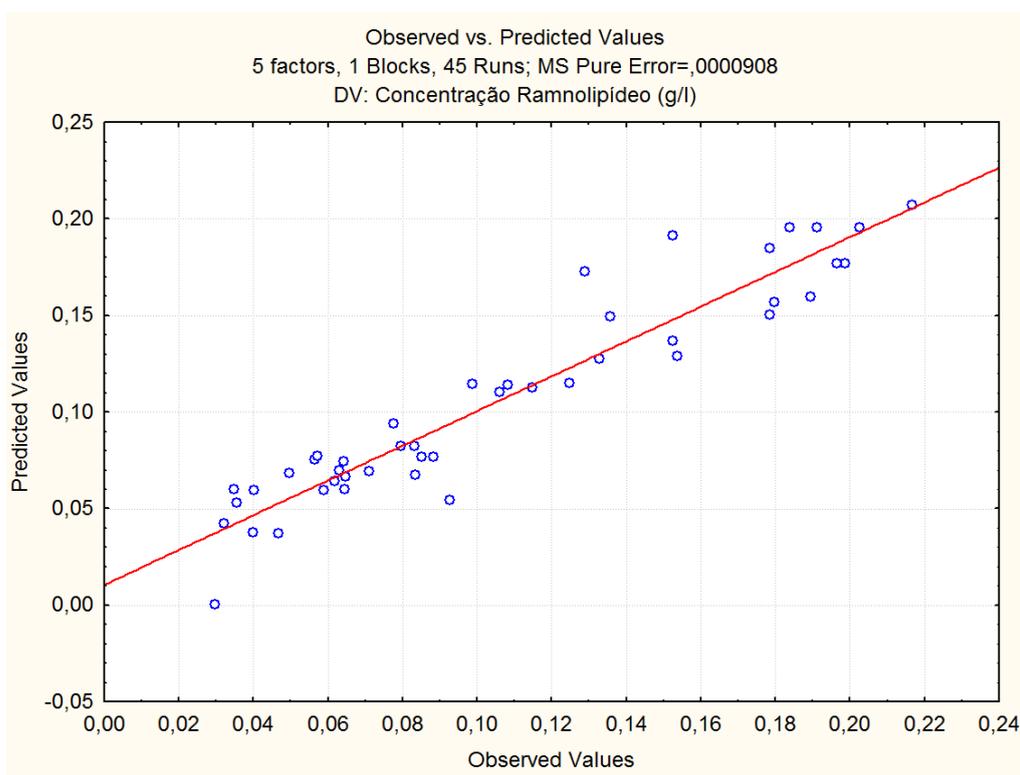
Produção e purificação do biossurfactante Ramnolípídeo produzido pela *Pseudomonas aeruginosa* e sua utilização na recuperação avançada de petróleo

*Jéssica Maria Damião de Arruda Câmara**; *Millene Caroline Albino de Oliveira*; *Eduardo Lins de Barros Neto*

**jessicacamara.eq@gmail.com*

Devido aos numerosos tipos de reservatórios de petróleo, não existe um único método de recuperação. Condições como tipo de óleo, tipo de rocha, entre outros fatores, dão origem a diversos mecanismos para aumentar a quantidade de óleo produzida. Normalmente, os reservatórios podem ser manipulados através de vários processos físicos e químicos. Entretanto, cada método possui suas próprias vantagens e desvantagens. De modo geral, a recuperação avançada de petróleo necessita de caros reagentes e complexos equipamentos, complicando o processo e aumentando os custos de operação. Outra desvantagem seria a poluição causada quando métodos químicos são aplicados. Em contrapartida, o método de recuperação avançada de petróleo melhorada por microrganismos (MEOR) utiliza produtos naturais, chamados biossurfactantes, os quais são obtidos através dos processos metabólicos de bactérias. Esses bioprodutos apresentam algumas vantagens em relação aos surfactantes convencionais, incluindo baixa toxicidade, alta biodegradabilidade, tolerância a temperaturas, pH e salinidade extremas e potenciais aplicações na proteção do meio ambiente. Nesse contexto, o biossurfactante ramnolípídeo produzido pela *Pseudomonas aeruginosa* estão entre os mais conhecidos e estudados e têm provado ser muito promissor na recuperação avançada de petróleo, pois podem mudar as propriedades físicas e químicas do óleo cru e estimular interações óleo-água-rocha que melhoram a recuperação de óleo. Diante disso, este trabalho objetiva produzir e purificar o biossurfactante Ramnolípídeo produzido pela *Pseudomonas aeruginosa*, além de estudar a utilização desse bioproduto na recuperação avançada de petróleo. Para isso, inicialmente foi realizado a seleção de variáveis e estimação de parâmetros para produção do biossurfactantes através do software Statística® 7.0, para que, posteriormente fosse feita a produção e purificação do ramnolípídeo. Em seguida, serão feitos ensaios para produção do biossurfactante, que terá sua viabilidade avaliada e propriedades e características analisadas, tais como tensão superficial e concentração micelar crítica, seguida pela sua modelagem. Por fim, testes de

recuperação avançada de petróleo serão realizados, englobando o uso de óleos de diferentes graus API e testando diferentes concentrações de biosurfactante, com o objetivo de mensurar a quantidade de óleo recuperado e calcular o fator de recuperação do método. Para a otimização das condições para a produção do biosurfactantes foi utilizado um planejamento composto central em que foram estudadas as variáveis temperatura, pH, razão carbono-nitrogênio, concentração de carbono e tempo de cultivo. A partir do estudo realizado obteve-se um modelo preditivo, como mostrado na Figura 1, cujo valor do coeficiente de determinação mostrou-se próximo de 0,9 e, também, foi possível determinar que as condições ótimas para a produção de ramnolipídeo é a 30°C, com um pH de 7,3, a razão de carbono e nitrogênio deve-se manter em 32, a concentração de carbono deve ser de 9,3% v/v e o processo de fermentação deve durar aproximadamente de 10 dias.



RESUMO EXPANDIDO

***ESTUDO DA REMOÇÃO DE BENZENO E TOLUENO EM SOLUÇÃO AQUOSA POR ADSORÇÃO
UTILIZANDO CARVÃO ATIVADO PRODUZIDO A PARTIR DO LODO DA ETE DA UFRN******Jéssyca Kaenny de Andrade Bezerra*; Magna Angélica dos Santos B. Sousa; Marcia Maria Lima******Duarte; Eduardo Lins de Barros Neto*******jessycakn@hotmail.com***

Os compostos monoaromáticos (BTEX) são substâncias tóxicas e cancerígenas que mesmo em pequenas quantidades prejudicam o meio ambiente e a saúde humana. Esses compostos são frequentemente usados como solventes e encontrados em combustíveis como petróleo e gasolina, sendo continuamente liberados no meio ambiente. Portanto, métodos de remoção destes contaminantes estão sendo estudados de forma a reduzir as altas concentrações presentes em solos e águas subterrâneas (Nourmoradi, 2012). Assim, a cinética de adsorção é realizada a fim de determinar o tempo necessário para se alcançar o equilíbrio entre o adsorvente e o adsorbato, conhecido como equilíbrio de adsorção. Para cada composto, isoladamente, foram estudados o equilíbrio termodinâmico entre o adsorvente e o adsorbato. Os ensaios foram realizados para obter o perfil de concentração do adsorbato em função do tempo, consistindo em colocar uma massa conhecida do adsorvente em contato com a solução contendo o contaminante de interesse (Guelfi, 2007). O lodo, subproduto gerado durante o processo de tratamento do esgoto, é um problema contemporâneo de preocupação mundial. A produção do carvão ativado (CA) para utilização no processo de adsorção é relativamente alta, entretanto, a utilização de resíduos como o lodo é uma alternativa potencialmente barata, contribuindo para agregar valor à matéria prima e redução no custo para o descarte desse resíduo. Diante dos problemas expostos, o presente trabalho tem como remover compostos monoaromáticos (benzeno e tolueno) por adsorção utilizando carvão ativado produzido a partir do lodo da ETE da UFRN. No processo de síntese do carvão ativado, foi realizado a ativação química com o hidróxido de potássio (KOH), submetido ao tratamento térmico de pirólise sob fluxo de nitrogênio a $100 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, na temperatura de 550°C . Os ensaios cinéticos foram realizados em erlenmeyers de 125 mL, adicionando 0,08 g de carvão ativado, massa determinada em testes realizados no laboratório, a fim de propiciar um estudo com minimização no uso do carvão objetivando melhores resultados. Foram adicionados 50 mL da solução em concentrações de 140 e $150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para o benzeno e tolueno, respectivamente, em cada erlenmeyers nos tempos de 0,25, 0,5, 0,75,

1, 2, 5, 10, 20, 30 min. Para a realização do experimento foi utilizado o *Shaker* da *Tecnal modelo TE-420* com controle de temperatura (27 °C) e agitação (150 rpm). O percentual de remoção do benzeno e tolueno foram analisados no espectrofotômetro UV/VIS a um comprimento de onda de 261 nm. Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram ótimas condições de estudo conseguindo uma remoção de aproximadamente 75% para o benzeno e 83% para o tolueno de maneira a comprovar a eficiência da técnica de adsorção aplicada e favorecer os custos benéficos da aplicação, podendo ser uma alternativa clássica para o tratamento de efluentes. Os resultados da porcentagem de remoção dos monoaromáticos em função do tempo de contato adsorbato/adsorvente estão apresentados na Figura 1.

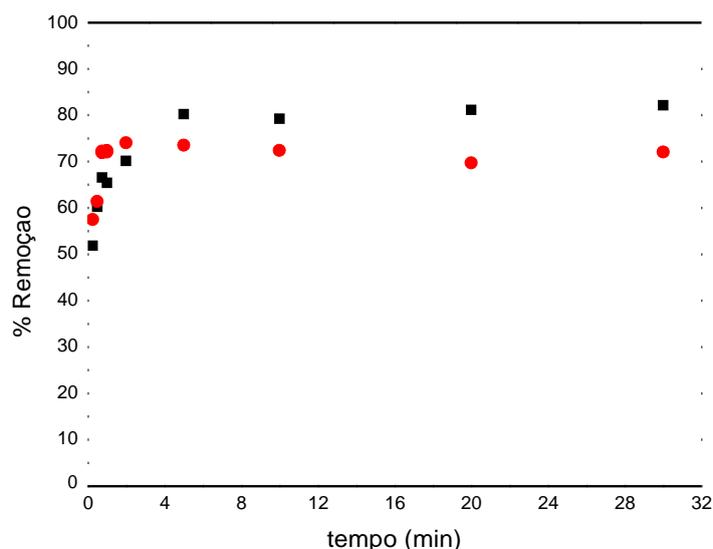


Figura 1 - Cinética de adsorção em termos de % de remoção do benzeno (●) e tolueno (■) versus o tempo de adsorção (T=27 °C, 150 rpm e m=0,08 g de carvão).

Observa-se na Figura 1 uma rápida remoção dos contaminantes (benzeno e tolueno), sendo este provocado pela difusão na camada limite e, à medida que se passa o tempo, a velocidade de remoção diminui passando a ter uma influência da difusão interna, no qual a difusão do soluto ocorre dentro dos poros e capilares da estrutura do carvão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUELFY, L.R.; SCHEER, A.P. *Estudo de adsorção para purificação e separação de misturas na indústria petrolífera*. Trabalho de Conclusão de Curso. 44f. 2007. (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Paraná, Engenharia Química, Curitiba – PR.

NOURMORADI, H.; NIKAEEN, M.; KHIADANI, M. Removal of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene (BTEX) from aqueous solutions by montmorillonite modified with nonionic surfactant: Equilibrium kinetic and thermodynamic study. *Chemical Engineering Journal*, v.191, p.341-348, 2012.

RESUMO EXPANDIDO***ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO ARTIFICIAL DE SOLOS POR FENANTRENO******José Daladiê Barreto da Costa Filho**; *Vivian M. A. Magalhães*; *Vitor Troccoli Ribeiro*; *Oswaldo******Chiavone-Filho*******daladie@live.com*****INTRODUÇÃO**

Acidentes provocados por vazamentos de hidrocarbonetos, além de consequências ambientais desastrosas, ocorrem em sua maioria em áreas urbanas densamente povoadas, resultando em riscos de explosões e incêndios em espaços confinados. Geralmente, essa contaminação não ocorre por um único composto, e sim por uma mistura de hidrocarbonetos, o que dificulta o estudo de formas de degradar esses contaminantes. Diante disto, surgem pesquisas de tratamentos ambientais, as quais se utiliza contaminações artificiais para facilitar o estudo da técnica de tratamento desses meios contaminados. Portanto, esse estudo tem como objetivo estudar a melhor técnica de contaminação artificial.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O fenantreno é um hidrocarboneto policíclico aromático, solúvel na maioria dos solventes orgânicos com baixa polaridade e é classificado segunda a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, como poluente prioritário devido a sua importância industrial, persistência ambiental e toxicidade. O hexano (C₆H₁₄) é um hidrocarboneto alcano, usado como solvente apolar, com ponto de ebulição de 69°C, já o diclorometano (CH₂Cl₂) é um hidrocarboneto clorado, usado como solvente polar aprótico, com ponto de ebulição de 40°C.

METODOLOGIA

Objetivando averiguar a melhor condição de contaminação artificial por hidrocarbonetos de solos, nesse estudo foram utilizados dois solventes, hexano e diclorometano, para a contaminação com fenantreno, assim como a maceração e a não maceração do solo. Inicialmente, foram separadas duas amostras de 100 gramas cada, ambas foram contaminadas com fenantreno, contudo uma amostra foi contaminada utilizando como solvente o hexano, enquanto a outra utilizou-se o diclorometano. A contaminação foi realizada em laboratório a uma concentração de 200 mg de fenantreno (98% da Sigma Aldrich) por quilograma de solo, utilizando os solventes. O contaminante fenantreno foi pesado de acordo com a massa de 100 gramas de solo a ser contaminada, em seguida dissolvido em 50 mL do solvente, por fim, essa solução foi adicionado aos solos e estes foram homogeneizados em um misturador automático rotativo. Esperou-se 2 dias para que todo o solvente evaporasse. Nos tempos de 3, 7 e 24 dias após a contaminação, foram coletadas 2 porções de cada

amostra, sendo uma dessas macerada durante 10 minutos utilizando almofariz e pistilo, enquanto a outra não sofreu alteração. Para quantificar a concentração em cada amostra, foram pesadas 2,5 gramas de cada amostra de solo em vials de 40 mL, juntamente com 10 mL de acetonitrila. Em seguida, os vials foram submetidos ao ultrassom durante 30 minutos para extração sólido-líquido. Após a extração, fez-se a filtração em filtros de 0,45 μm . O extrato foi adicionado em vials de 1,5 mL para análise em cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplado com UV-Vísivel (HPLC-UV) da Shimadzu. Para cada tempo foram analisadas 4 amostras, todas em duplicata, totalizando 24 ensaios.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das concentrações de fenantreno se encontram na Figura 1.

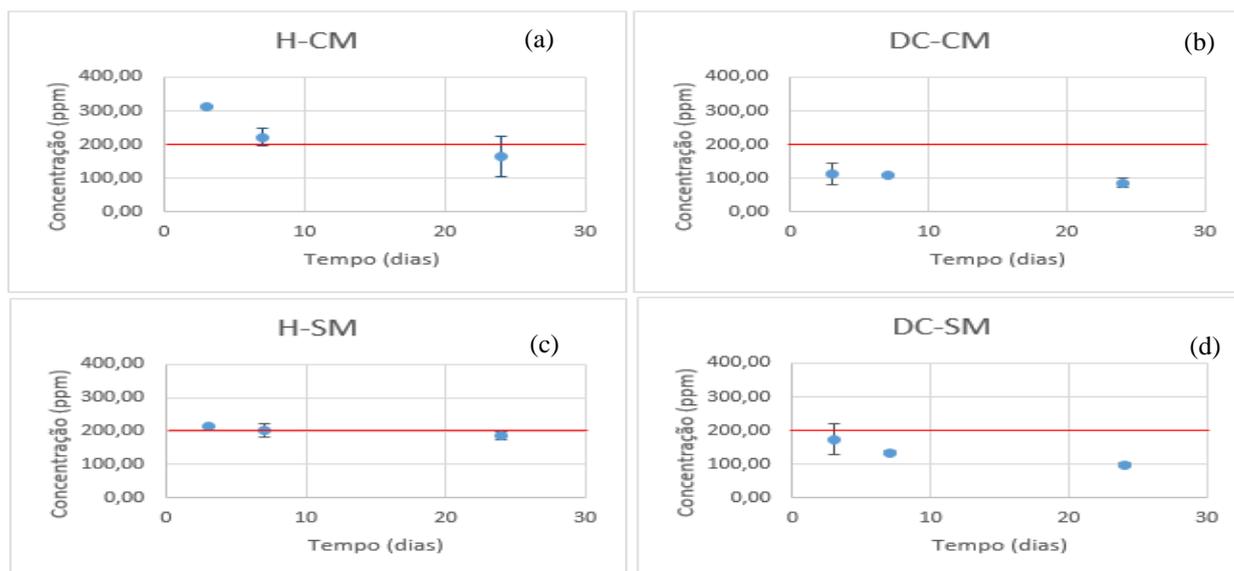


Figura 1 – Concentração de fenantreno em mg por kg de solo utilizando (a) hexano como solvente e com maceração (b) diclorometano como solvente e com maceração (c) hexano como solvente e sem maceração (d) diclorometano como solvente e sem maceração. (– Concentração ideal de fenantreno)

Nota-se que as contaminações que utilizaram como solvente o diclorometano não apresentaram resultados satisfatórios, uma vez que as concentrações do fenantreno no solo, tanto com maceração quanto sem maceração ficaram abaixo do esperado, além disso, observa-se que com o tempo, as concentrações diminuem rapidamente. A respeito das amostras de solo contaminadas utilizando o hexano, observa-se que quando o solo é macerado, ocorre um decaimento acelerado da concentração de fenantreno logo nos primeiros dias, o que inviabiliza esse método de contaminação artificial, já a respeito da amostra de solo contaminado com fenantreno utilizando o hexano sem maceração apresentou o melhor comportamento, uma vez que foi a que mais se aproximou da concentração desejada de 200 ppm e permaneceu com uma concentração quase constante. É importante salientar que as amostras maceradas sofreram alterações das características físicas naturais do solo, uma vez que o mesmo ficou mais fino.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesse estudo, é possível afirmar que o hexano apresenta um melhor comportamento como solvente para a contaminação artificial de solos, sem a necessidade de macerar o material.

RESUMO EXPANDIDO

***DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA FASE SÓLIDA DO CLORETO DE CÁLCIO NO
EQUILÍBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO***

Leila Cabral Moreira*; Deborah Cordeiro de Andrade; Iêda Letícia Mendes Silva; Osvaldo Chivone-Filho

****Leila_cabralm@hotmail.com***

A produção e utilização de petróleo em massa ao redor do mundo resultam em projetos de pesquisas relacionados ao aprimoramento dessa exploração, nas quais estão se tornando cada vez mais necessários no cenário industrial. Durante a produção de gás natural podem ocorrer problemas como incrustações de tubulações devido à formação de hidratos. Os hidratos, por sua vez, são compostos obtidos através da combinação de água e moléculas de hidrocarbonetos, em condições de baixa temperatura e alta pressão, formando um sólido. Suas incrustações nas tubulações podem acarretar problemas operacionais e econômicos. Uma das técnicas utilizadas para evitar a formação de hidratos, é a utilização de compostos inibidores, destacando-se entre esses o monoetilenoglicol (MEG), sendo este injetado na cabeça dos poços produtores. (Silva, 2016)

O MonoEtilenoGlicol (MEG) se mostra um ótimo inibidor termodinâmico, fazendo-o ser o mais utilizado. Este leva à alteração no comportamento de fases do sistema deslocando o ponto de equilíbrio da mistura para uma região de temperatura e pressão fora do envelope de formação de hidratos. Porém, a presença do MEG, promove uma redução na solubilidade dos sais presentes em solução, influenciando no desenvolvimento de precipitação ao longo do processo.

Ao retornar à superfície a corrente de MEG carrega sedimentos e água, advindos das formações dos poços. Dessa forma, a regeneração do MEG se faz necessária para a rentabilidade do processo. (Silva, 2016)

Durante a regeneração desse glicol se faz necessário conhecer as condições para a separação entre ele, a água e os diversos sais presentes em solução. Desse modo, este trabalho dará ênfase no estudo do comportamento do cloreto de cálcio. Durante o equilíbrio de fases do cloreto de cálcio, em sistemas contendo água e MEG, o sal acaba incorporando moléculas de água e MEG de ligação à fase sólida, ocasionando alteração da curva de solubilidade como função da composição de solvente.

De acordo com Silva (2016), a análise termogravimétrica do cloreto de cálcio indica o teor de água presente no reagente, e ao se analisar o cloreto de cálcio em sua forma dihidratada foi detectado 0,98% de água livre no reagente utilizado. Assim, este trabalho utiliza o método de análise termogravimétrica para a

determinação da fase sólida do cloreto de cálcio.

Os dados da literatura das solubilidades do cloreto de cálcio em água à 50 °C possuem certa variância entre si, apesar de representarem todos uma única fase sólida (Silva, 2016), próxima da incerteza experimental de cada respectivo método aplicado.

Assim, o estudo do comportamento da fase sólida durante o equilíbrio de fases se torna relevante, e para isto, se utilizou a técnica da termogravimetria no DTG-60 (Shimadzu), em que se realiza uma análise da quantidade de solvente incorporada ao sólido durante o equilíbrio de fases, além do teor de umidade encontrada no cloreto de cálcio.

A metodologia consiste na determinação do equilíbrio sólido-líquido do sistema ternário contendo água, MEG e Cloreto de Cálcio, na qual compreende o experimento de introduzir o MEG, nas porcentagens mássicas de 0%, 30%, 50%, 80% e 100%, na célula de equilíbrio à 50 °C. Em seguida, submete-se o sistema à agitação e se adiciona o cloreto de cálcio cuidadosamente de forma a garantir que haja excesso. Tendo como base a metodologia aplicada por Silva (2016), o sistema (Figura 1) é submetido à agitação durante 90 minutos.

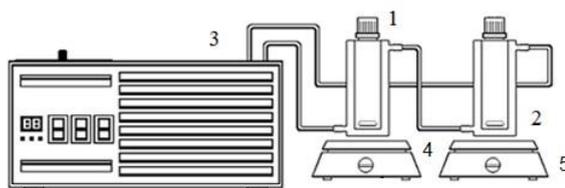


Figura 1. Sistema utilizado para a obtenção do equilíbrio sólido-líquido. 1 e 2. Células de equilíbrio; 3. Banho termostático; 4 e 5. Agitadores. Fonte: Figueiredo et al (2013), adaptada.

A determinação da composição da fase sólida do cloreto de cálcio no equilíbrio sólido-líquido foi desenvolvida para prever o teor de água no cloreto de cálcio ao fim do equilíbrio de fases. Para baixas concentrações de MEG, foram encontrados duas moléculas de água no sólido, contudo, com o aumento da concentração um sítio de água dá lugar a uma molécula de MEG, em regiões mais concentradas de MEG, explicando a alteração do comportamento da curva de solubilidade da Figura 2.

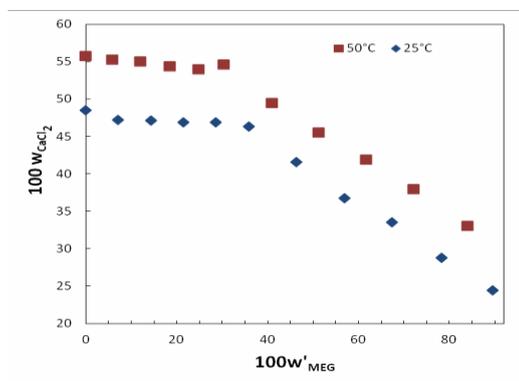


Figura 2. Isotermas de solubilidade de cloreto de cálcio em misturas de água e MEG, a 25 e 50 °C, em porcentagem mássica. Fonte: Silva (2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVA, I. L. M. Solubilidade de Cloreto de Cálcio em misturas de água e monoetileno glicol pelo método analítico via densidade. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.

RESUMO EXPANDIDO

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE DINAMÔMETRO TRIAXIAL COM MÚLTIPLOS ELEMENTOS ELÁSTICOS

Maria Augusta de Menezes Lourenço; Adilson José de Oliveira*

**mariaaugustamenezes@hotmail.com*

INTRODUÇÃO

A análise de força está presente em diversos processos industriais, sendo seu entendimento fundamental para a otimização. Exemplos são sua larga utilização nos projetos de sistemas e mecanismos na indústria do petróleo. Este trabalho objetiva desenvolver um dinamômetro, baseado em extensômetros, para carregamentos de 50 N a 1 kN com base retangular e com múltiplos elementos elásticos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Existem diferentes tipos de células de carga os quais permitem medir forças em até três direções e/ou determinar a força resultante (DEVRIES, 2011), como os modelos projetados por Saglam e Unuvar (2001), Shaw (2005), Rossi (2007), Totis et al. (2014), Rizal et al. (2014) e Ribeiro (2016). Desses pode-se destacar o projeto de Ribeiro (2016), baseado em extensômetros com único elemento elástico, sendo o projeto inicial desta linha de pesquisa no Laboratório de Manufatura da UFRN. O novo desafio e objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo para componentes prismáticos, com base retangular e múltiplos elementos elásticos, proporcionando maior estabilidade dinâmica e permitindo a expansão do dinamômetro para modelos de maior porte, reposicionando os elementos em bases de variadas dimensões.

METODOLOGIA

A concepção do projeto considerou requisitos iniciais baseados em uma fundamentação teórica, em sua aplicação, e em restrições apresentadas por instrumentos, materiais, máquinas e ferramentas disponíveis. Os principais requisitos foram: capacidade de medir componentes ortogonais de força triaxial de 50 N a 1 kN; elementos rígidos e elementos elásticos com diferença de, pelo menos, três vezes entre os módulos de elasticidade; geometria compacta e simétrica; sistema de fixação do dinamômetro compatível com mesas de máquinas-ferramenta; sistema de fixação do corpo de prova de acordo com a Série de Renard. Para o desenvolvimento do projeto, da modelagem, das análises de engenharia e das estratégias de usinagem foi

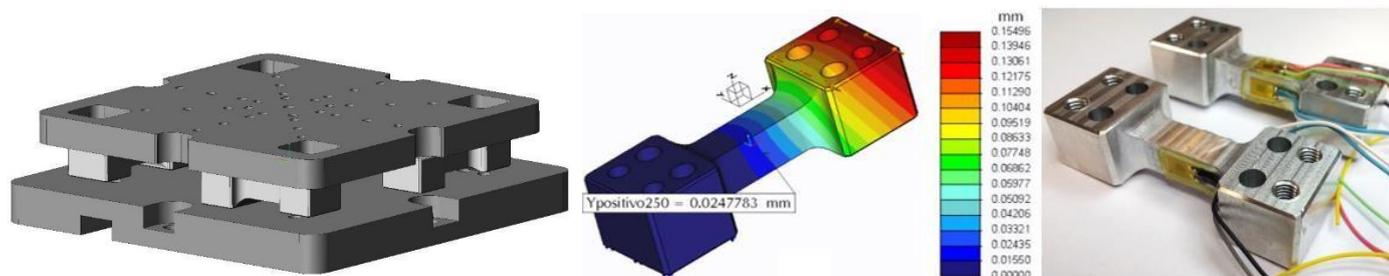
utilizado o software CREO Parametric 3.0. Na análise de tensões e de deformações usou-se o Método dos Elementos Finitos nos elementos elásticos (convergência de 10% e polinômios de ordem de 1 a 6).

A etapa seguinte foi a manufatura dos componentes, realizada em um Centro de Usinagem CNC ROMI D600, juntamente com a análise dimensional. Uma vez usinados os elementos elásticos, realizou-se a colagem e a soldagem dos extensômetros. Inicialmente a superfície de colagem foi preparada passando com lixas d'água Gr 150 e 240 (abrasivo SiC), seguida de limpeza com papel celulose e acetona (PA). Na colagem aplicou-se a cola Z70 da HBM de acordo com as instruções do fabricante. Na soldagem entre os cabos e os terminais dos extensômetros foi utilizada a estação de soldagem Toyo TS-960D, a 240°C, e fio de liga de estanho (\varnothing 0,8 mm). Por fim, aplicou-se o revestimento PU140 da HBM, de acordo com as recomendações do fabricante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto conceitual, a simulação de deformação (elemento elástico) e os elementos elásticos usinados com os transdutores (HBM 1-LY43-3/350) são apresentados na figura 1 (a), (b) e (c) respectivamente. A malha gerada na simulação possui 1405 tetraedros, 2415 arestas e 3297 faces.

Figura 1 – Projeto conceitual (a), simulação – carregamento de 250 N em Y (b) e elementos elásticos com os transdutores (c).



Fonte: produzida pelo autor.

O carregamento de 50 N a 1 kN é igualmente dividido entre os quatro elementos elásticos, obtendo-se a faixa, de 12,5 a 250 N por elemento elástico. Para 250 N em “Y” (figura 1b), as deformações no ponto central de medição foram de 1,2 a 24,8 μm para tração e compressão, respectivamente. Enquanto que para “Z” com 250 N, os valores foram de 0,4 a 8,6 μm para tração e compressão, respectivamente. A tensão máxima pelo critério de Von Mises, foi de 82 MPa, 16,31% do limite de elasticidade do material de 503 MPa (MATWEB, 2017a).

CONCLUSÕES

O dinamômetro em desenvolvimento apresenta as seguintes etapas finalizadas: o projeto conceitual, as análises de engenharia, colagem e soldagem dos extensômetros. A manufatura encontra-se em andamento. Como próximos passos têm-se: finalização da manufatura; programas de aquisição; calibração; e testes funcionais. Sete das disciplinas da especialização já foram cursadas e uma está em curso no presente semestre de 2017.2.



XX WORKSHOP DO PRH14 – 25 de agosto de 2017
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



ENGENHARIA DE PROCESSOS EM PLANTAS DE
PETRÓLEO E GÁS NATURAL - PRH14



MODELAGEM DA SOLUBILIDADE DE METANO EM N-PARAFINA USADA EM FLUIDO DE PERFURAÇÃO NÃO AQUOSO UTILIZANDO A EQUAÇÃO DE PENG-ROBINSON

*Vitor Troccoli Ribeiro**; *José Daladiê Barreto da Costa Filho*; *Jonatas Gomes de Medeiros*
vitotr_12@hotmail.com

Uma das funções do fluido de perfuração (também conhecido como lama) durante a perfuração de um poço é exercer pressão hidrostática maior que a pressão dos fluidos presentes nas formações geológicas com o objetivo de mantê-los na rocha. Caso a pressão dos fluidos da formação geológica seja maior que a pressão hidrostática exercida pela lama, há um fluxo dos fluidos da formação para o interior do poço (*kick*), que pode gerar acidentes com grandes perdas materiais e danos ambientais se não for controlado, gerando um *blowout*. Daí a importância de detectar e controlar esse fluxo invasor o quanto de forma rápida durante a operação de perfuração. Nos casos em que o *kick* é de gás (hidrocarbonetos, gás carbônico, gás sulfídrico, etc.) e o fluido de perfuração é não aquoso, a base orgânica deste último pode solubilizar o gás e dificultar a detecção do *kick*. Nesse contexto, se faz necessário conhecer as características de solubilidade e equilíbrio líquido-vapor desses gases na base orgânica do fluido de perfuração. Esse trabalho usou a equação de Peng-Robinson para fazer uma modelagem de forma simplificada a partir de dados experimentais e de interação, presentes na literatura, de solubilidade e metano em N-parafina utilizada em fluidos de perfuração.

De acordo com Aragão *et al.* (2011), os fluidos de perfuração são misturas tixotrópicas de sólidos, líquidos e, por vezes, gases, que podem assumir aspectos de suspensão, dispersão coloidal ou emulsão, dependendo dos seus componentes. A classificação de um fluido de perfuração é feita em função de sua composição, sendo o principal critério baseado no constituinte principal. Nesse critério, os fluidos de perfuração são divididos em 3 tipos: fluidos base água, fluidos base óleo e fluidos aerados. Os fluidos de perfuração base óleo possuem como principal constituinte um óleo (geralmente hidrocarbonetos líquidos), mas também possuem água em suas formulações formando uma emulsão óleo/água. Thomas *et al.* (2014) citam que os fluidos de perfuração devem: ser bombeáveis, não causar corrosão dos equipamentos, ser estáveis, não causar danos às formações atravessadas e nem às zonas produtoras, exercer pressão hidrostática sobre as paredes do poço para evitar o fluxo de fluidos da formação para dentro do poço (*kick*), limpar, lubrificar e resfriar a coluna de perfuração e a broca.

Neste trabalho foram utilizados dados experimentais obtidos por Silva (2004). Em seu trabalho, o autor utilizou uma N-parafina cedida pela Petrobras e realizou vários experimentos envolvendo a solubilidade e o ELV do metano em N-parafina na temperatura de 70°C e 90°C. Para a construção de um modelo que representasse a relação da fração molar do metano com a pressão de saturação, foi utilizado o software SPECS e selecionando a equação de Peng-Robinson para descrever o comportamento de equilíbrio líquido-vapor da solução metano+N-parafina.

A figuras 1 os dados experimentais de equilíbrio os dados obtidos pelo SPECS com a equação de Peng-Robinson à 70°C e 90°C.

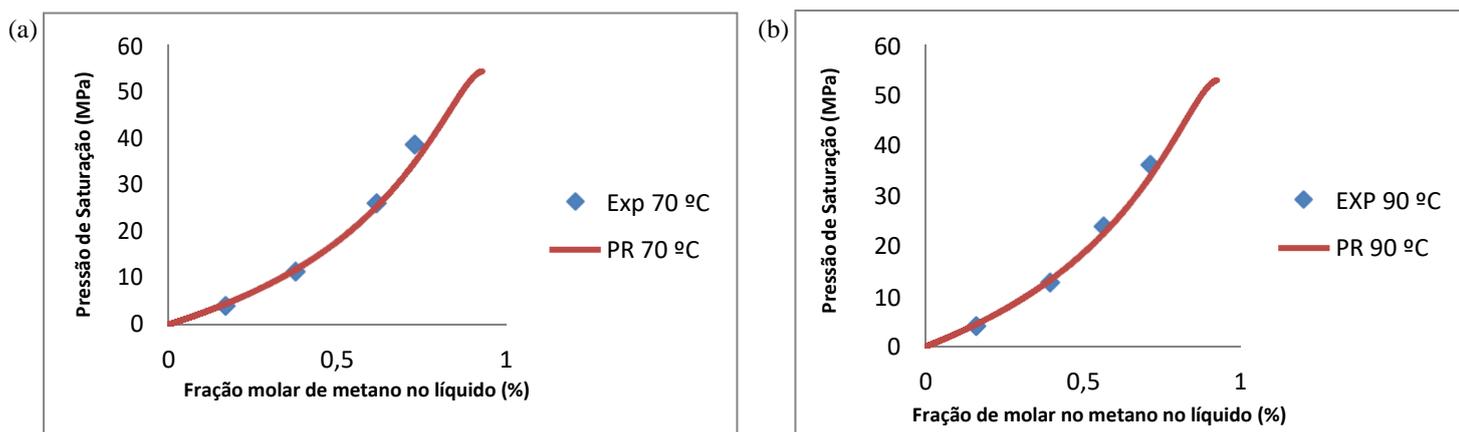


Figura 1 – Dados experimentais de equilíbrio e modelo de Peng-Robinson (a) a 70°C e (b) a 90°C.

Com a ajuda do software SPECS, utilizando a equação de Peng-Robinson, pode-se verificar que o modelo termodinâmico se adequou aos dados experimentais, visto na Figura 1. Houve melhor adequação à baixas frações molares, a justificativa é que ocorre divergências na solubilidade do metano quando as condições vão se aproximando do ponto crítico. Em estudos envolvendo solubilidade do metano supercrítico em diesel, Thomas et al. (1982) verificaram que a solubilidade é infinita nessas condições. Não foram encontrados dados experimentais de solubilidade em N-parafina nessas condições, mas espera-se comportamento semelhante pelo fato do solvente também ser uma mistura de hidrocarbonetos lineares.

RESUMO EXPANDIDO

MICROEMULSÕES APLICADAS NO TRATAMENTO DA FIBRA DE COCO E NA OBTENÇÃO DE FLUIDO DE PERFURAÇÃO

Pedro Victor Teixeira Santiago*; Laís Sibaldo Ribeiro; Tereza Neuma de Castro Dantas

****pvt.santiago@hotmail.com***

INTRODUÇÃO

Cerca de 85% do peso bruto do coco é constituído pelas cascas, que são acumuladas em lixões ou às margens de estradas, o que nos alerta sobre a necessidade de dar outro destino para esse material (CORRADINI et al., 2009). Fibras naturais como o caule da cana-de-açúcar e folha de sisal, são utilizadas pelas indústrias por serem renováveis, biodegradáveis e disponíveis a baixo custo, assim como as cascas coco (SILVA; MARQUES; FORNARI JUNIOR, 2012).

Fluidos de perfuração são responsáveis principalmente por carrear cascalhos, lubrificar a broca e manter a pressão hidrostática no poço. Ele deve ter seus parâmetros monitorados durante a perfuração, dentre eles está o controle do filtrado, que é o quanto de fluido é infiltrado para a formação durante a perfuração. A fibra de coco pode ser utilizada para reduzir o volume de filtrado, por agir como um material particulado, nos dando um fluido mais denso que tentará impedir que a formação absorva o fluido circulado.

O objetivo deste trabalho é tratar a fibra de coco com um sistema de microemulsão utilizando três tipos de agregados micelares diferentes e utilizá-la na formulação de fluidos de perfuração à base de sistemas microemulsionados, observando sua influência no volume de filtrado.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As fibras são materiais que possuem uma geometria aproximadamente uniforme, diâmetro minúsculo em relação ao seu comprimento, e com natureza bastante diferenciada, variando em função de suas propriedades físico-químicas. São classificadas entre as naturais e as sintéticas, como os polímeros.

Dentre as fibras naturais, temos as fibras vegetais, que se dividem pela sua origem, podendo ser de semente, de caule, de folhas, de raiz e de fruto, como a fibra de coco. Elas possuem formas e tamanhos diferentes que devem ser estudados para sua melhor aplicação, e são compostas basicamente por celulose, hemicelulose e lignina, tendo como seu principal problema a falta de adesão superficial matriz/fibra, o que dificulta o uso delas sem um tratamento químico. Os métodos químicos são utilizados para modificar a

estrutura e a superfície da fibra visando melhorar a aderência ou interação dela com outro material, resultando em melhor desempenho das propriedades mecânicas destes materiais. (JOSÉ; FRANCO, 2010)

O papel da microemulsão; definido como um sistema termodinamicamente estável de dois líquidos imiscíveis, um aquoso e outro de natureza orgânica, com um surfactante e/ou co-surfactante adsorvido na interface entre as duas fases (PEREIRA et al., 2016); neste trabalho, é realizar esse tratamento químico na fibra de coco.

METODOLOGIA

Foram escolhidos e formulados três pontos (micela direta, bicontínua e inversa) num diagrama ternário composto por água, butanol, C16TAB e querosene e com esses pontos foi realizado o tratamento da fibra de coco. Em seguida, foram formulados 3 fluidos a base de microemulsão, polímero, bentonita e as fibras tratadas e 1 com fibras sem tratamento. Foram realizados os testes de filtrado no Filter Press HTHP OFFITE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obtivemos, para o volume de filtrado: 5ml, 4,5ml e 5,05ml para a micela direta, micela bicontínua e micela inversa respectivamente. Observamos que o volume de filtrado do fluido formulado com a fibra tratada com micela bicontínua apresentou menor volume de filtrado, isso pode acontecer pois esse tipo de micela, por conter quantidades iguais de água e óleo, interage melhor com o fluido que possui microemulsão que também é de micela bicontínua, essa melhor interação promove a retenção da fase líquida do fluido resultando em um menor volume de filtrado.

CONCLUSÕES

A fibra de coco pode ser modificada quimicamente através de sistemas microemulsionados com diferentes agregados micelares e aplicada na formulação de fluidos de perfuração exercendo função de controlador de filtrado. O tratamento com o ponto de agregado micelar do tipo camada bicontínua apresentou o melhor resultado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRADINI, E. et al. Composição Química, Propriedades Mecânicas E Térmicas Da Fibra De Frutos De Cultivares De Coco Verde 1 Chemical Composition, Thermal and Mechanical Properties for Cultivars of Immature Coconut Fibers. **Rev. Bras. Frutic**, v. 31, n. 3, p. 837–846, 2009.

JOSÉ, F.; FRANCO, P. APROVEITAMENTO DA FIBRA DO EPICARPO DO COCO BABAÇU EM COMPÓSITO COM MATRIZ DE EPÓXI : Estudo do efeito do tratamento da fibra . p. 77, 2010.

PEREIRA, T. C. et al. Application of electrochemical impedance spectroscopy: A phase behavior study of babassu biodiesel-based microemulsions. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 168, p. 60–64, 2016.

SILVA, E.; MARQUES, M.; FORNARI JUNIOR, C. Aplicação De Fibra De Coco Em Matrizes Cimentícias Application of Coconut Fiber in Cementitious Matrix. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1555–1561, 2012.



XX WORKSHOP DO PRH14 – 25 de Agosto de 2017
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



ENGENHARIA DE PROCESSOS EM PLANTAS DE
PETRÓLEO E GÁS NATURAL - PRH14



RESUMO EXPANDIDO

ESTUDO DE REMOÇÃO DO COBRE EM SOLUÇÃO AQUOSA POR ADSORÇÃO

Raniedja Priscila Ferreira Lopes; Jéssyca Kaenny de Andrade Bezerra; Magna Angélica dos Santos B.*

Sousa;

**raniedja@gmail.com*

Com o aumento na industrialização e o elevado crescimento populacional dos grandes centros urbanos são apontados como os principais responsáveis pelo aumento de vários poluentes, destacando-se a contaminação por meio de metais, dentre eles o cobre (Cu), que se encontra na lista dos metais pesados que causem mais impactos ao meio ambiente, juntamente com o chumbo (Pb), Cromo (Cr), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg), Arsênico (As), Bário (Ba) e Zinco (Zn). Deste modo, o tratamento de efluentes contendo tais espécies poluidoras tornou-se indispensáveis. Uma das operações unitárias mais utilizadas para esse fim, é a adsorção com o carvão ativado, que apresenta uma alta eficiência e um baixo custo. O carvão ativado serve de comparação, muitas vezes, para novos adsorventes. A capacidade de adsorção de determinados solutos varia com o tipo de matéria-prima utilizada na queima e a forma de ativação a qual o carvão foi submetido. Pode-se obter carvão através dos mais variados tipos de materiais orgânicos não tóxicos, como o bagaço da cana-de-açúcar, casca seca de coco, madeira ou casca de amendoim, caroço de azeitona, ossos de animais, resíduos agroindustriais, caroço de pêssigo, casca de noz, lodo de esgoto, dentre muitos outros. O lodo de esgoto pode ser considerado uma boa matéria-prima para a produção de carvão devido a sua alta quantidade de matéria orgânica, e, além disso, é uma forma de reaproveitar rejeitos buscando solucionar problemas ambientais. Diante dos problemas expostos, o presente trabalho tem como remover cobre por adsorção utilizando carvão ativado produzido a partir do lodo da ETE da UFRN. O processo de síntese do carvão ativado, foi baseado na literatura BEZERRA (2017), realizando a ativação química com o hidróxido de potássio (KOH), submetido ao tratamento térmico de pirólise sob fluxo de nitrogênio a $100 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, na temperatura de 550°C . Os ensaios cinéticos foram realizados em erlenmeyers de 125 mL, adicionando 0,08 g de carvão ativado, massa determinada em testes realizados no laboratório, a fim de propiciar um estudo com minimização no uso do carvão objetivando melhores resultados. Foram adicionados 50 mL da solução a uma concentração de 60 ppm, em cada erlenmeyer, nos tempos de 0,25, 0,5, 0,75, 1, 2, 5, 10, 20, 30 e 40 min. Para a realização do experimento foi utilizado o *Shaker* da *Tecnal modelo TE-420* com controle de

temperatura (27 °C) e agitação (150 rpm). O percentual de remoção do benzeno e tolueno foram analisados no espectrofotômetro de absorção atômica VARIAN, Modelo AA242 a um comprimento de onda de 222,6 nm. Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram ótimas condições de estudo conseguindo uma remoção de aproximadamente 85% de maneira a comprovar a eficiência da técnica de adsorção aplicada e favorecer os custos benéficos da aplicação, podendo ser uma alternativa clássica para o tratamento de efluentes. O resultado da porcentagem de remoção do metal cobre em função do tempo de contato adsorbato/adsorvente é apresentado na Figura 1.

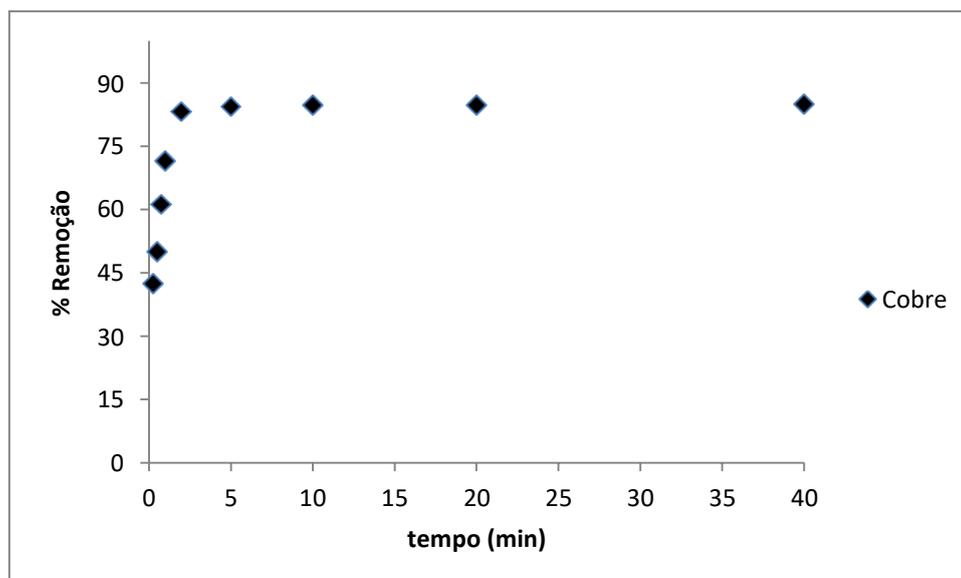


Figura 1 - Cinética de adsorção em termos de % de remoção do metal cobre versus o tempo de adsorção (T=27 °C, 150 rpm e m=0,08 g de carvão).

Observa-se na Figura 1 uma rápida remoção do contaminante, em que com 2 minutos de contato entre o metal e o carvão já se obteve máxima remoção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, J.K.A. *Remoção de benzeno e tolueno em solução aquosa por adsorção utilizando carvão ativado produzido a partir do lodo doméstico*. Dissertação de Mestrado. 93f. 2017. (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN.



XX WORKSHOP DO PRH14 – 25 de agosto de 2017
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



ENGENHARIA DE PROCESSOS EM PLANTAS DE
PETRÓLEO E GÁS NATURAL - PRH14



RESUMO EXPANDIDO

ANÁLISE NUMÉRICA DA INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE ALETAS NO COMPORTAMENTO DO COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR CONVECTIVO

Rayanne Carla Alves do Nascimento; Sandi Itamar Schafer de Souza;*

**rayannecarla@gmail.com*

INTRODUÇÃO

Na atualidade, a transferência de calor projeta-se na esfera das engenharias como um campo de estudo relevante pela sua importância para o desempenho de processos industriais. Os trocadores de calor têm como principal aplicação industrial resfriar ou aquecer determinados fluidos. A indústria do petróleo e gás natural engloba muitos processos de aquecimento e resfriamento de fluidos em plantas químicas e petroquímicas, refinarias de petróleo, processamento de gás natural e tratamento de águas residuais de processos industriais. As aletas entram em cena para aumentar ainda mais a sua eficiência energética. Este trabalho objetiva analisar a influência do espaçamento entre as aletas de um trocador de calor tubular e o coeficiente convectivo de transferência de calor e, conseqüentemente, sobre a sua efetividade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Yaghoubi e Mahdavi (2013) desenvolveram um trabalho numérico experimental com o objetivo de investigar a convecção natural de tubos com aletas de alumínio utilizados para resfriar o ar circundante. As dimensões físicas foram mantidas constantes e as temperaturas do ambiente e da base do tubo foram controladas. Os testes foram realizados para 3 temperaturas da base e 3 temperaturas do ambiente, gerando 9 configurações. Os resultados do campo de velocidade e do coeficiente convectivo em função da temperatura ambiente e da temperatura da base são apresentados no trabalho. O novo desafio deste projeto é analisar numericamente todas as etapas de aquisição de dados, evitando possíveis erros decorrentes de experimentos e permitindo a otimização do processo através das simulações.

METODOLOGIA

Este estudo contém as seguintes etapas: revisão bibliográfica; treinamento do software Ansys CFX ®; definição dos domínios físicos; aplicação das equações governantes e das condições de contorno; utilização

do método de aproximação; geração de malhas; emprego do software; obtenção de resultados, tratamento gráfico e interpretação dos resultados. As malhas são criadas através de uma geometria simplificada do trocador de calor, contendo duas aletas divididas ao meio nos eixos x e y, o domínio fluido entre os respectivos centros das aletas e o espaçamento entre elas. O artifício da simetria é utilizado para diminuir o tamanho das malhas. O projeto conceitual, o treinamento do software, a geração de malhas e o emprego do software foram realizados. Atualmente o projeto encontra-se na fase de avaliação e tratamento dos resultados preliminares para as simulações com o auxílio do Ansys CFX 13.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geração de malhas refinadas e compactas, necessárias para a obtenção de melhores resultados, foi um desafio. No entanto, as malhas inicialmente utilizadas não corresponderam aos resultados esperados em todas as nove situações e foi necessário reiniciar o processo de geração de malhas. As malhas que mostraram adequação de resultados apresentam 1124760 nós e 995382 elementos. Esses são números de nós e elementos bem abaixo da média normalmente encontrada com os outros softwares utilizados na geração de malhas como o Meshing, pacote também do próprio Ansys ®. Com estes valores, as malhas podem ser processadas e suportadas mais facilmente pelo computador, levando menos tempo para a sua finalização.

Os testes de validação das simulações realizadas em comparação com os experimentos feitos por Yaghoubi e Mahdavi (2013) retornaram erros dentro do desejado de cerca de 10%, sendo a maioria de menos de 5%. Em complementação aos testes de validação, simulações do tubo sem aletas foram também realizadas para a efetuação dos cálculos numéricos de efetividade. Destes testes, foram avaliados os comportamentos do campo de temperatura, da velocidade do ar que atravessa o volume de controle, a força de empuxo, a densidade, o campo de temperatura na aleta e o fluxo de calor na superfície da aleta.

CONCLUSÕES

O projeto conceitual continua em andamento e a geração das malhas dos testes de validação foram terminados. As simulações de validação foram finalizadas e as simulações das novas situações estão em fase inicial. As próximas etapas são a conclusão das simulações e análise dos resultados. Os comportamentos avaliados dos resultados dos testes de validação estão em conformidade com o esperado da comparação com os experimentos realizados com Yaghoubi e Mahdavi (2013). Todas as disciplinas da especialização já foram cursadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Yaghoubi, M., Mahdavi, M. An Investigation of Natural Convection Heat Transfer from a Horizontal Cooled Finned Tube. Copyright ©, Taylor and Francis Group, LLC. 2013.