XIX WORKSHOP DO PRH14 – 22 de fevereiro 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

ESTUDO DE METODOLOGIAS DE INJEÇÃO DE MICROEMULSÃO NA ETAPA AVANÇADA DE RECUPERAÇÃO DE PETRÓLEO 2

CARACTERIZAÇÃO DE GÉIS PARA COMBATE À PERDA DE CIRCULAÇÃO 4

TERMOGRAVIMETRIA DO BIODIESEL DO ÓLEO DE SOJA, OBTIDO ATRAVÉS DA CATÁLISE HETEROGÊNEA DERIVADO DA CASCA DO OVO 6

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO TRIBOLOGICA DE UM FLUIDO DE CORTE AMBIENTAMENTE AMIGÁVEL 8

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE MICELAS REVERSAS FORMADAS POR TENSOATIVO NÃO IÔNICO E SOLVENTE ORGÂNICO POR SAXS 10

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES LUBRIFICANTES DE COMBUSTÍVEIS BASE DIESEL MICROEMULSIONADOS COM GLICERINA 12

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE DINAMÔMETRO TRIAXIAL COM MÚLTIPLOS ELEMENTOS ELÁSTICOS 14

ESTUDO DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO PARA O SISTEMA BIODIESEL DE GORDURA DE FRANGO+METANOL+GLICERINA 16

USO DE PERSULFATO DE SÓDIO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA REMEDIAÇÃO DE SOLO VERMELHO CONTAMINADO COM FENANTRENO POR OXIDAÇÃO QUÍMICA IN SITU 18

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA TERNÁRIO MONOETILENOGLICOL, ÁGUA E CLORETO DE SÓDIO UTILIZANDO O DSC-60 PLUS 20

DETERMINAÇÃO DE DADOS DE EQUILÍBRIO PARA SISTEMAS NAS CONDIÇÕES DO PRÉ-SAL 22

REMEDIAÇÃO DE SOLO POBRE EM FERRO CONTAMINADO COM FENANTRENO POR OXIDAÇÃO QUÍMICA IN SITU UTILIZANDO PERSULFATO DE SÓDIO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO 24

DETERMINAÇÃO DE DADOS DE EQUILÍBRIO DE FASES A ALTAS PRESSÕES PARA O SISTEMA SINTÉTICO DIÓXIDO DE CARBONO E ESQUALANO 26

ANÁLISE DE DADOS PVT DE DIFERENTES AMOSTRAS DE PETRÓLEO 28

SIMULAÇÃO TERMODINÂMICA DA HIDRODESSULFURIZAÇÃO DO QUEROSENE 30

REMOÇÃO DE Zn^{2+} DE EFLUENTE SINTÉTICO UTILIZANDO POLÍMEROS ANIÔNICOS 32

ESTUDOS TERMODINÂMICOS DO PROCESSO DE REGENERAÇÃO NO MONOETILENOGLICOL (MEG):SOLUBILIDADE DE SAIS DE CARBONATOS 34

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE ALFACE (Lactuca sativa) EM ÁGUA PRODUZIDA TRATADA VIA FLOCULAÇÃO IÔNICA 36

ESTUDO DE SISTEMAS MICROEMULSIONADOS VISANDO SUA APLICAÇÃO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO 38

DETERMINAÇÃO DA FASE SÓLIDA DO CLORETO DE CÁLCIO 40

CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES AMOSTRAS DE PETRÓLEO: DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE E USO DE CORRELAÇÕES 42

DETERMINAÇÃO DE DADOS DE PRESSÃO DE VAPOR DE DIFERENTES SUBSTÂNCIAS NO EBULIÔMETRO OTHMER MODIFICADO 44

ANÁLISE NUMÉRICA DA INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE ALETAS NO COMPORTAMENTO DO COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR CONVECTIVO 46

PROCESSO DE INERTIZAÇÃO DO REJEITO DE PERFURAÇÃO E SOLO IMPACTADO: TRATAMENTO DOS LÍQUIDOS RECIRCULANTES 48

RESUMO EXPANDIDO

ESTUDO DE METODOLOGIAS DE INJEÇÃO DE MICROEMULSÃO NA ETAPA AVANÇADA DE RECUPERAÇÃO DE PETRÓLEO

Tamyris Thaise Costa de Souza*; Afonso Avelino Dantas Neto; Tereza Neuma de Castro Dantas
****tamyristhaise@gmail.com***

INTRODUÇÃO

O petróleo possui função essencial no dia a dia da sociedade moderna, sendo este a base para a produção de diversos produtos, tais como: gás de cozinha, plásticos, gasolina, tintas, lubrificantes, entre outros. Dessa forma o aumento da produção mundial de petróleo é um desafio. As operações de recuperação de petróleo em geral são separadas em três etapas: primária, secundária (convencional) e terciária (avançada). Os métodos químicos de recuperação avançada têm como objetivo principal o deslocamento do óleo retido através da interação entre o fluido injetado e o petróleo. Sistemas como solução de tensoativo, microemulsão e soluções poliméricas são alvos de pesquisas, com intuito de aplicação para recuperação avançada de petróleo. Esse trabalho tem como foco principal a aplicação do método químico de recuperação avançada utilizando sistema microemulsionado para identificar a melhor metodologia de injeção de acordo com os resultados de eficiência de óleo recuperado.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Petróleo

Petróleo é uma mistura complexa, que ocorre naturalmente na natureza, composto em sua maior parte de carbono e hidrogênio. Esse composto pode se apresentar na forma de sólido, líquido ou gás como asfalto solido, óleo cru e gás natural, respectivamente. Os problemas associados a produção de petróleo bruto e gás natural, bem como a importância econômica destes têm estimulado interesse na origem do petróleo e os aspectos que controlam as suas propriedades físicas e composições químicas (Donaldson 1985).

Métodos de Recuperação de Petróleo

As etapas de recuperação de petróleo são divididas em: recuperação primária, secundária e terciária. Na recuperação primária o petróleo produzido de maneira espontânea devido pressão existente no reservatório. A recuperação secundária se refere aos métodos que utilizam fluidos de injeção (água ou gás), com o objetivo de manter ou restaurar a pressão do poço e promover o deslocamento mecânico do óleo para a região produtora. Esse tipo de intervenção é chamado de método de recuperação convencional. Em geral o método convencional de recuperação de petróleo é ineficiente devido as características desfavoráveis do reservatório e/ou do óleo retido. A etapa de recuperação terciária existe para promover o aumento do

percentual da produção de petróleo. Para tal são aplicados os métodos de recuperação avançada. A recuperação avançada é a recuperação do óleo remanescente através da utilização de técnicas sofisticadas, após um campo ter sido explorada por outras técnicas de recuperação (Thomas et al, 2001; Baviere, 1991).

METODOLOGIA

Os testes de recuperação avançada de petróleo (EOR) foram realizados no sistema de confinamento para testes hidrostáticos em meios porosos. Nesse equipamento foram realizadas as etapas de saturação, com salmoura sintética (KCl – 20000 ppm) e óleo cru, e recuperação (convencional e avançada), sob 1000 psi de pressão de confinamento e controle de vazão de injeção de 1 mL/min. Na etapa de saturação o meio poroso foi preenchido com oito volumes porosos de salmoura e também de óleo cru. Na etapa de recuperação (convencional e avançada) foram injetados três volumes porosos, no entanto na etapa avançada foi avaliado a possibilidade de redução no volume de injeção de microemulsão completando o volume de injeção com salmoura sintética. A rocha utilizada é do tipo carbonática extraída da formação Jandaíra (Rio Grande do Norte – Brasil), submetida previamente pelo processo de retirada de umidade e matéria orgânica (aquecimento a 250 ºC por 6 horas), com dimensões de 5 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fator de recuperação obtido é aumentado a medida que o percentual de tensoativo em microemulsão aumenta, porém, esse crescimento é significativo até o percentual de 6wt% (SM4) chegando a %ROIP de 21%. Para os ensaios de quantidade de volumes porosos injetados foi observado que para menores quantidade de volumes porosos de micromulsão injetada a salmoura conseguiu apresentar um ganho na produção de óleo retido como complemento da injeção na etapa avançada.

REFERÊNCIAS

Thomas, J.E., A.A. Triggia, C.A. Correia, C. Verotti Filho, J.a.D. Xavier, J.C.V. Machado, J.E.D. Souza Filho, J.L.D. Paula, N.C.M.D. Rossi, N.E.S. Pitombo, P.C.V.D.M. Gouvea and R.D.S. Carvalho, Roberto Vinicius (2001). Fundamentos de engenharia de petróleo. 2, Interciência Rio de Janeiro, RJ.

Donaldson, E.C., G.V. Chilingarian and T.F. Yen (1985). Enhanced oil recovery, I fundamentals and analyses. Elsevier Science Ltd New York, NY.

Baviere, M. (1991). Basics concepts in enhanced oil recovery processes. Elservie applied science

RESUMO EXPANDIDO

CARACTERIZAÇÃO DE GÉIS PARA COMBATE À PERDA DE CIRCULAÇÃO

Ribeiro L. S.*; Santiago P. V. T.; Dantas T. N. C.
****lais-sibaldo@hotmail.com***

INTRODUÇÃO

Perda de circulação pode ocorrer durante a perfuração de poços de petróleo e gás e é caracterizada pela redução da taxa de retorno do fluido de perfuração gerando um grande transtorno, pois além do risco de provocar graves acidentes a perda financeira estimada das indústrias de petróleo é de centenas de milhões de dólares por ano a nível mundial então, essa situação deve ser rapidamente revertida para cessar o prejuízo (ARSHAD et al., 2014). Para isso existem diversos aditivos e composições de fluidos com objetivo de selar a região de perda para que a operação de perfuração continue com êxito. O uso de géis a base de polímeros e *crosslinkers* é uma das formulações utilizadas para o combate a perda, e o conhecimento de suas propriedades possibilitará a otimização e o desenvolvimento de formulações novas e mais eficazes. Neste trabalho são formulados e caracterizados alguns tampões de combate a perda utilizados pela indústria, com o objetivo de estudar suas propriedades viabilizando o desenvolvimento de uma nova formulação com características semelhantes ou superiores.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Perdas de circulação são geralmente causadas por zonas de elevada permeabilidade, zonas esgotadas, fraturas ou cavernas (ARSHAD et al., 2014). Fatores geológicos como formações rochosas muito porosas, cavernosas ou com fraturas naturais apresentam problemas durante a perfuração de poços pois, essas rochas mal consolidadas geram vazamentos indesejados da parte líquida do fluido de perfuração para a formação (HUANG; CREWS; CLARK, 2013). Também pode ocorrer por fatores operacionais como fraturas induzidas provocadas por peso do fluido elevado (fora da janela operacional), taxa de penetração excessiva entre outros fatores (BEHNOUD FAR; HOSSEINI, 2016). É um dos mais persistentes e onerosos problemas em que os engenheiros de poço vem lutando por décadas pois, além do material perdido tem a questão do tempo improdutivo gerado (CHEN et al., 2017). Para combater a perda pode utilizar fluidos à base de polímeros e *crosslinker* que controlam o filtrado e formam partículas coloidais em suspensão capazes de deformar ou bloquear os poros do reboco (DIAS; SOUZA; LUCAS, 2015).

METODOLOGIA

Foram formuladas três composições de tampão de combate a perda com concentrações mínima, média e máxima de polímero (GW), crosslinker (XL) e tampão alcalino (BF). Para a formulação adicionou-se lentamente o GW à 350 mL de água sob agitação no Hamilton beach FANN, por 20 minutos. Em seguida,

adicionou-se simultaneamente XL e BF sob agitação durante 10 minutos. Com o gel obtido foram realizados testes de reologia com o viscosímetro da FANN, foi aferido o pH com pHmetro digital (MS Tecnopon Instrumentação), foram realizados testes de tempo de gelificação com o uso de agitador magnético e béquer, filtrado API com o equipamento da OFFITE e peso do fluido com balança de fluido da OFFITE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de reologia, foi observado que à medida em que as concentrações dos aditivos aumentavam mais elevada ficava a viscosidade. Todos apresentaram pH alcalino em torno de 9. No teste do tempo de gelificação, quanto maior a concentração, menor o tempo, variando de 40 segundos (concentração mínima) para 14 segundos (concentração máxima). O filtrado dos géis foi elevado onde para as concentrações mínima, média e máxima os volumes de filtrado foram 22,5mL, 16,3mL e 15,2 mL respectivamente e o peso dos géis foram semelhantes em torno de 8lb/bbl.

CONCLUSÃO

A reologia, o pH, o tempo de gelificação e o peso do fluido foram excelentes para esse tipo de fluido, entretanto o volume de filtrado foi elevado, portanto devemos procurar otimizar essa formulação.

REFERÊNCIAS

ARSHAD, U. et al. Engineered Fiber-Based Loss Circulation Control Pills To Successfully Combat Severe Loss Circulation Challenges During Drilling and Casing Cementing in Northern PakistanSPE Latin American and Carinnean Petroleum Engineering Conference Maracaibo, VenezuelaSociety of Petroleum Engineers, , 2014.

BEHNOUD FAR, P.; HOSSEINI, P. Estimation of lost circulation amount occurs during under balanced drilling using drilling data and neural network. Egyptian Journal of Petroleum, 2016.

CHEN, Y. et al. Fluid flow and heat transfer modeling in the event of lost circulation and its application in locating loss zones. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. v. 148, p. 1–9, 2017.

DIAS, F. T. G.; SOUZA, R. R.; LUCAS, E. F. Influence of modified starches composition on their performance as fluid loss additives in invert-emulsion drilling fluids. Fuel, v. v. 140, p. 711–716, 2015.

HUANG, T.; CREWS, J. B.; CLARK, D. E. Lost circulation control fluids for naturally fractured carbonate formationsGoogle Patents, , 2013. Disponível em: <https://www.google.com/patents/US8544565>

RESUMO EXPANDIDO

TERMOGRAVIMETRIA DO BIODIESEL DO ÓLEO DE SOJA, OBTIDO ATRAVÉS DA CATÁLISE HETEROGÊNEA DERIVADO DA CASCA DO OVO

D.O.CORDEIRO, E.L. BARROS NETO
diegoocordeiro@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Biodiesel é um biocombustível formado por ésteres de ácidos graxos, ésteres alquila de ácidos carboxílicos de cadeia longa, geralmente obtido pela reação de transesterificação, no qual os triglecerídeos reagem com alcoóis de cadeia curta (metanol ou etanol) em presença de um catalisador, podendo ocorrer de forma homogênea, utilizando NaOH ou H_2SO_4, ou heterogênea utilizando geralmente óxidos metálicos. Com intuito de diminuir os problemas ambientais gerados pelos catalisadores homogêneos, como a geração e tratamento de efluente, pesquisas estão sendo realizadas para o desenvolvimento de catalisadores heterogêneos, que apresentam eficiência reacional e não contaminam a glicerina, resultado final da reação de transesterificação. Dentre os óxidos metálicos, o CaO é um dos catalisadores heterogêneos mais promissores, devido à sua eficiência comprovada com baixa toxidade e baixo custo, podendo ser obtido através da calcinação do carbonato de cálcio, que é o componente principal da casca do ovo. O objetivo deste trabalho foi analisar a estabilidade térmica de decomposição das diferentes amostras de biodiesel de soja através de catalisadores heterogêneos derivados da casca marrom de ovo que foi calcinada variando os parâmetros: tempo (80, 120 e 160 minutos) e temperatura (800, 900 e 1000 ^{o}C).

METODOLOGIA

Reação de transesterificação

A Síntese do biodiesel foi realizada através da rota metílica na razão molar 1:12, óleo/metanol e 6% de catalisador heterogêneo (CaO), com agitação magnética de 600 rpm e banho termostatizado em 65°C. O sistema foi submetido a uma condensação com refluxo para garantir que não ocorresse evaporação do álcool durante o processo. A reação foi controlada por um período de 3 horas.

Depois da reação concluída, a mistura foi colocada em tubos de ensaio e submetidas à centrifugação sob uma rotação de 1500 rpm, durante 20 minutos. Para separar a parte mais grosseira do catalisador, da glicerina e do biodiesel formado foi usado um funil de decantação por um período de 24 horas, sendo o biodiesel a fase sobrenadante e a glicerina a fase decantada.

Após a separação das fases glicerina e biodiesel, esta última ainda passou por uma filtração a vácuo em filtro quantitativo para garantir que nenhum resíduo de catalisador interferisse nas análises do biodiesel.

Caracterizações

As análises termogravimétricas das amostras de biodiesel e óleo de soja foram realizadas utilizando o analisador térmico DTG-60 da marca Shimadzu, com taxa de aquecimento de 10 ºC min^{-1}, no intervalo de temperatura de 50 ºC a 550 ºC em atmosfera de nitrogênio com fluxo de 100 mL min^{-1} em cadinho de alumina. As análises foram realizadas utilizando em média 5 mg de cada amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados termogravimétricos dos biodieseis sintetizados pelos catalisadores, obtidos através da calcinação da casca marrom de ovo, apresentados na Tabela 1. É possível afirmar que todas as amostras possuem dois eventos de decomposição. Sendo que, o primeiro evento de decomposição ocorreu entre as temperaturas que variaram de 113 a 278 °C. Esse primeiro evento de decomposição térmica é corresponde à massa do biodiesel evaporado, visto que o óleo vegetal tem seu início de perda de massa por volta de 262°C, isto possui massa molar média dos compostos de triacilglicéridos mais elevada que os aquil ester que compõe o biodiesel [1]. No segundo evento, as temperaturas variaram entre 235 a 395 °C e no terceiro

evento a variação foi de 342 a 504 °C. Como as temperaturas de decomposição final e inicial do óleo de soja ficaram entre os valores do segundo e terceiro evento. Visto que o segundo e terceiro evento térmico não caracteriza o biodiesel formado pela reação de transesterificação. Mas sim pelo o óleo não reativo durante e possíveis intermediários formados no processo reacional. Esta diferença permite que seja determinado com eficiência o grau de conversão de óleo em biodiesel [2]. Portanto, com base na Tabela 1, a amostra de biodiesel que apresentou a maior conversão, para os catalisadores provenientes de casca de ovo marrom, foi CM8P8 com 92,91% de conversão.

Tabela 1. Dados termogravimétricos do biodiesel de soja sintetizado por catálise heterogênea derivado da casca marrom de ovo.

Amostra	1º evento			2º a 3º evento	
	Temperatura Inicial /°C	Temperatura Final /°C	Perda de massa (%)	Temperatura Inicial /°C	Temperatura Final /°C
CM8P8	117,52	249,32	92,91	249,32	486,68
CM9P8	123,92	263,21	45,45	263,21	504,10
CM10P8	117,11	251,59	32,46	251,59	501,87
CM8P12	124,14	278,38	57,76	278,38	499,37
CM9P12	122,63	241,73	89,88	241,73	497,69
CM10P12	115,70	240,64	81,56	240,64	501,46
CM8P16	116,51	235,17	88,00	235,17	501,30
CM9P16	118,09	241,41	89,95	241,41	496,30
CM10P16	113,87	243,69	77,79	243,69	499,74

CONCLUSÕES

O CaO, obtidos da casca do ovo de galinha, em condições de calcinação adequados, pode ser um promissor catalisador heterogêneo para reação de transesterificação via rota metanol, obtendo conversões próximas de 96,5%, o mínimo estipulado pela ANP.

REFERÊNCIAS

[1] Sousa FP et. al. Thermogravimetry and Viscometry for Assessing the Ester Content (FAME and FAEE) Fuel Processing Technology, 2013; 109:133–140.
[2] Lizama TV et. al. Thermogravimetric analysis as a rapid and simple method to determine the degradation degree of soy biodiesel. Fuel 2015, 156:158–162.

RESUMO EXPANDIDO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO TRIBOLOGICA DE UM FLUIDO DE CORTE AMBIENTAMENTE AMIGÁVEL

E.S.SANTOS,[1,], E.L. BARROS NETO[1]. S.M. ALVES[2]*

[1]Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química

[2]Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Grupo de Tribológia e Integridade Estrutural.

Departamento de Engenharia Mecânica

E-mail para contato: erineia.ufcg@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os fluidos de corte são lubrificantes usados no processo de usinagem nas indústrias metal-mecânica por apresentarem vários benefícios que variam de acordo com o tipo de operação executada. Estes fluidos são largamente utilizados como refrigeradores, como lubrificantes para melhorar o acabamento de superfícies metálicas, reduzir o desgaste de ferramentas e protegê-las contra a corrosão (SHASHIDHARA, 2010).

As emulsões óleo em água são amplamente utilizadas em aplicações tribológicas como fluidos de corte para minimizar esses efeitos indesejaveis, pois formam um filme hidrodinâmico eficiente (KUMAR, 2010). Estes são menos agressivo ao meio ambiente e apresentam algumas características que melhora o processo de usinagem. As emulsões são misturas complexas de água, óleos base e aditivos. A fase oleosa atua como lubrificantes, reduzindo o atrito entre as peças de metal e a ferramenta. A fase aquosa atua na dissipação de calor a uma velocidade de duas a três vezes mais rápido do que o óleo por causa do seu calor específico mais elevado (CAMBIELLA *et al.*, 2007; KUMAR *et al.*, 2010). O desempenho da lubricidade das emulsões está relacionado com a variação da concentração do tensoativo, desta forma, influenciando no tamanho da gotícula e na viscosidade, resultando assim em um menor desgaste (LO *et al.*, 2013*;* 2010; WANG *et al.*, 2014). Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho tribológico e a corrosividade dos fluidos emulsionáveis variando a concentração de tensoativo.

METODOLOGIA

As emulsões O/A foram desenvolvidas com diferentes concentrações de tensoativo (1%, 2,5% e 5%), e uma quantidade de óleo de girassol epoxidado (10 g). As medições da viscosidade foram realizadas a 40ºC e 100ºC utilizando um reômetro Brookfield Viscometer – Brookfield Engineering Labs. O tamanho de

partícula das emulsões foram medidos utilizando o equipamento da Brookhaven 90 Plus Nanoparticle Size analyzes (modelo 90 Plus/BI - MAS). O desempenho tribológico das emulsões foram avaliados usando o HFRR (*High Frequency Reciprocating Rig*), o ensaio de corrosividade das emulsões foi realizado através do equipamento Corrosividade (Modelo K39395 – Kaehler).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viscosidade aumenta conforme o aumento da concentração de tensoativo de 1% para 2,5%. Isso pode ser justificado pelo tamanho da cadeia do tensoativo, uma vez que a viscosidade tende a aumentar conforme a adição de concentrações baixas a moderadas (Zhou *et al*, 2012).

É evidente que o tamanho de partícula aumenta conforme o aumento da concentração de tensoativo. Já as emulsões desenvolvidas com maiores concentrações de tensoativo (2,5% e 5%) apresentam maiores valores de tamanho de partícula. Este fato pode estar relacionado com o tipo de interação entre o tensoativo, a gotícula de óleo e o meio aquoso, resultando no progressivo aumento do tamanho das gotícula e causando instabilidade da emulsão (SABERI *et al.*, 2013).

O coeficiente de atrito aumenta com o aumento da concentração de tensoativo. Para a emulsão desenvolvida com 1% de tensoativo, o coeficiente de atrito é baixo, devido apresentar menor tamanho de partícula, pois os menores tamanhos de partícula são mais susceptíveis a melhorar a eficiência de anti-desgaste e redução de atrito. Este tipo de comportamento é explicado pelo fenômeno de adsorção das micelas formadas na superfície metálica. A maior quantidade de tensoativo leva a formação de uma monocamada micelar, sendo portanto mais eficiente na cobertura do metal em razão de uma maior concentração de tensoativo (WANDERLEY NETO, 2009).

CONCLUSÕES

A viscosidade e o tamanho de partícula são propriedades importantes que influenciam na estabilidade de uma emulsão e consequentemente na eficiência da lubrificação de um sistema. A viscosidade foi favorecida com o aumento de concentrações baixas a moderadas (1%, 2,5% e 5%). Já o tamanho de partícula foi menor para a emulsão desenvolvida com 1% de tensoativo, mostrando-se um menor coeficiente de atrito e consequentemente melhorando na eficácia da lubrificação. Já para as emulsões que obtiveram maiores tamanhos de partículas notou-se um maior coeficiente de atrito.

RESUMO EXPANDIDO

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE MICELAS REVERSAS FORMADAS POR TENSOATIVO NÃO IÔNICO E SOLVENTE ORGÂNICO POR SAXS

Makezia Mayara da Costa Freitas, Eduardo L. BARROS NETO
****makeziamayara@hotmail.com***

Os tensoativos são conhecidos pela sua capacidade de formar agregados em solução, capazes de modificar o meio reacional, essa propriedade tem despertado interesse tanto no meio acadêmico quanto no industrial (Maniasso, 2012). Estudos sobre tensoativos não iônicos vem sendo bastante difundido, uma vez que, suas propriedades se enquadram em várias aplicações tecnológicas. Eles apresentam bom desempenho em baixas temperaturas, proporcionam uma baixa formação de espuma, além de possuir certa estabilidade quando submetidos à altas temperaturas e à meios com agentes químicos agressivos (Myers, 2006). Há bastante registros acerca do comportamento de tensoativos não iônicos em meio aquoso e em misturas, porém ainda são poucos os que abordam os sistemas binários formados por esse tipo de tensoativo em solventes orgânicos. Tal condição é imprescindível para algumas finalidades biológicas e aplicações medicinais, sendo importante o estudo de sistemas com a ausência de água (Pérez et al., 2014). Nesses sistemas o segmento hidrofílico do tensoativo se concentram no interior dos agregados e o hidrofóbico circundam o núcleo polar e são responsáveis pela solubilidade dos agregados, as estruturas formadas são chamadas de micelas reversas (Yang & Robb, 2005). Uma das principais aplicações das micelas reversas é no ramo de nanomateriais, onde são aplicadas como nanoformas para a síntese de nanocristais, assim, estes recebem as características estruturais das micelas. Visto a carência de estudos envolvendo a caracterização estrutural de micelas reversas o presente trabalho teve como objetivo estudar sistemas binários composto pelo tensoativo não iônico Ultranex NP-18 e o solvente hidrocarbonetos de cadeias lineares de diferentes comprimentos, avaliando por SAXS as variações de tamanho dos agregados formados. Segundo Lucena (2012) a cmc do tensoativo Ultranex NP-18 em solventes orgânicos compreende valores próximos à 0,01M, sendo assim, foi definida uma faixa de 0,2 à 0,001 M. As análises foram conduzidas por análise de espalhamento de raio-X à baixo ângulo (SAXS), que consiste na emissão de um feixe de luz sobre a amostra, que possuindo uma diferença de densidade eletrônica entre soluto e solvente haverá um espalhamento de raio X que é detectado e armazenado em uma placa de imagem, os dados são convertidos em valores numéricos possibilitando a geração de gráficos que fornecem informações sobre dimensão dos agregados. Os resultados mostram que o aumento da concentração de tensoativo provoca um aumento da dimensão máxima das micelas em todos os sistemas estudados, como pode ser visto na Figura 1, o que também foi observado por Shrestha (2009) ao estudar sistemas formados por Diglycerol Monomyristate em Ciclohexano. Isto ocorre devido o aumento da

concentração proporcionar um maior número de monômeros dispersos na solução, para manter o equilíbrio estes monômeros tendem a se juntar aos agregados micelares, aumentando o seu volume.

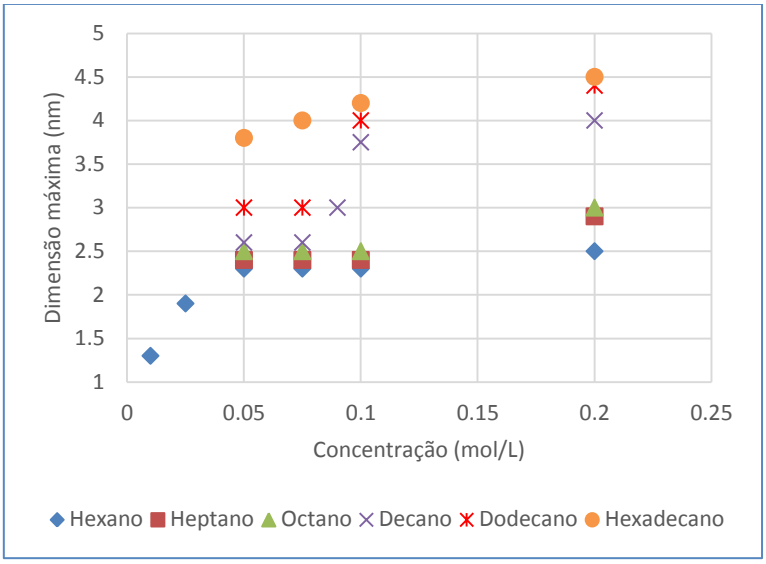


Figura 1: Influência da variação da concentração de tensoativo Ultranex-18 em hexano, heptano, octano, decano, dodecano e hexadecano, na dimensão máxima dos agregados micelares.

A Figura 1 mostra o aumento da dimensão máxima dos agregados micelares com o aumento da concentração obtidos por análises de SAXS, que é uma técnica bastante eficiente e versátil, o que possibilita avançar com as análises dos sistemas citados determinando a variação de estruturas geométricas das mesmas. Estes dados são de grande importância para o controle estrutural da síntese de nanomateriais utilizando micelas reversas como nanoformas.

REFERÊNCIAS

LUCENA, I. L.; CANUTO, J.D.S.; FONSECA, J.L. C.; DANTAS NETO, A. A.; CASTRO DANTAS, T. M. Characterization of nonionic surfactant micellar structures in organic solvents by small angle X-ray scattering (SAXS). Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 408, p. 48-56, 2012.

MANIASSO, N. Ambientes micelares em química analítica. Química Nova. v.24, p.87-93, 2001.

MYERS, D. Surfactant science and technology. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, INC, 2006. 395 p.

PERÉZ, S. V.; OLEA, A. F.; GÁRATE, M. P. Formation and Morphology of Reverse Micelles Formed by Nonionic Surfactants in “Dry” Organic Solvents. Current Topics in Medicinal Chemistry. v. 14, p. 774-780, 2014.

SHRESTHA, L. K. Structure of Nonionic Surfactant Diglycerol Monomyristate Micelles in Cyclohexane: a SAXS Study. J. Nepal Chem. Soc. v. 23, p. 74-81, 2009

YANG, Z.; ROBB, D. A. Tyrosinase activity in reversed micelles. Biocatalysis and Biotranfomation. v. 23, p. 423-430, 2005.

RESUMO EXPANDIDO

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES LUBRIFICANTES DE COMBUSTÍVEIS BASE DIESEL MICROEMULSIONADOS COM GLICERINA

Igor Uchoa, Eduardo L. BARROS NETO
igor.uchoa@hotmail.com

De acordo com o balanço energético nacional de 2015, o óleo diesel foi apontado como a fonte de energia mais consumida durante o ano. Sendo que a larga utilização desse combustível, tem elevado às emissões de gases poluentes na atmosfera como CO_x, NO_x, SO_x e fuligem. Esses gases têm influência no aumento do efeito estufa, chuva ácida e diminuição da qualidade do ar. Para a redução de SO_x na atmosfera, atualmente a concentração de enxofre no diesel mineral é limitada a 10 ppm, segundo a resolução 403 do CONAMA, o que resultou num efeito benéfico para a redução das emissões, porém, causa deficiência de lubricidade, já que o enxofre é uma das espécies químicas que confere uma boa propriedade lubrificante aos combustíveis o que evita a fricção e o desgaste entre superfícies metálicas em movimento. No Brasil, temos a obrigatoriedade da adição de 7% de biodiesel ao óleo diesel comum comercializado sendo conhecido para o consumidor final como diesel S10 B7. O biodiesel, obtido a partir da reação química de óleos ou gorduras com um álcool de cadeia curta, na presença de um catalisador, produzindo glicerol e o éster de ácido graxo, Sendo que para cada 100 litros de biodiesel produzido, resultam cerca de 10 kg de glicerina bruta. Percebe-se assim, que a produção extensiva de biodiesel deverá gerar excedentes de glicerina no Brasil o que se torna um problema de destino final, já que o mercado não absorve todo esse volume. Para contornar esses problemas, pesquisadores têm desenvolvido estudos sobre a aditivação dos combustíveis como uma alternativa para a melhoria das propriedades e redução das emissões. Diante desse contexto, este trabalho aborda o estudo da lubricidade do diesel mineral e de 10 formulações de combustíveis a base de diesel microemulsionados com glicerina. Os combustíveis foram formulados seguindo um delineamento estatístico fatorial do tipo 2^3 com duplicata no ponto central onde as variáveis independentes estudadas foram: Concentração de tensoativo (Conct), proporção entre tensoativos (Prop) e concentração da solução de glicerina (Concsol). A resposta observada foi a concentração mássica da solução de glicerina (C. mássica). A lubricidade dos combustíveis formulados foram avaliadas a partir de ensaios realizados na sonda de movimento alternado sob alta frequência (*Hight Frequency Reciprocating Test Rig - HFRR*), seguindo a norma ASTM D 6079-04. Dos ensaios foram obtidos os gráficos de porcentagem de formação de filme, coeficiente de atrito e tamanho das escaras geradas. O diesel mineral S10 B7, referência dos experimentos, apresentou formação de 100% de filme lubrificante no tempo de 1000 segundos de ensaio, coeficiente de

atrito de 0,1 e um comprimento médio de 186 m no tamanho da escara formada na esfera de aço. Para a formulações com a adição de 0% da solução de glicerina os sistemas atingiram 90% de filme, mas não mantiveram esse comportamento por muito tempo e se configurou um perfil oscilante, coeficiente de atrito de 0,1 e um comprimento médio de 277 m no tamanho da escara formada. Para as formulações com a adição de 7,5% da solução de glicerina os sistemas atingiram 100% de filme em aproximadamente 2000 segundos, coeficiente de atrito de 0,1 e um comprimento médio de 166 m no tamanho da escara formada. Já para as formulações com a adição de 15% da solução de glicerina os sistemas atingiram 100% de formação do filme lubrificante em aproximadamente 250 segundos, coeficiente de atrito de 0,1 e um comprimento médio de 97 m no tamanho da escara formada na esfera de aço. Sendo assim, nos testes das microemulsões formuladas que foram aditivadas com solução de glicerina 15% apresentaram valores de tamanhos de escaras menores e menor tempo de formação dos filme lubrificante nas superfícies que o obtido para o diesel mineral. O que evidencia que a adição de glicerina nessa condição, promoveu um acréscimo da propriedade lubrificante do diesel mineral evidenciado pelo menor desgaste o que gera uma maior vida útil dos motores e menor dissipação de energia por atrito.

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

Ribeiro (2014) projetou e construiu um dinamômetro baseado em extensômetros para medição de forças em três direções de até 1 kN com um único elemento elástico e sistema com simetria circular, 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. O dinamômetro com essas características, quando comparado ao de único elemento elástico, possui maior estabilidade dinâmica, uma vez que os apoios se encontram mais distantes do ponto de carregamento. Além disso, permite que esses elementos sejam tratados de forma individual durante os processos de colagem e soldagem dos extensômetros. Essa configuração também possibilita a expansão do dinamômetro para modelos de maior porte, reposicionando os elementos em bases de variadas dimensões. Contudo, há alguns desafios, devendo os elementos elásticos possuir tolerâncias estreitas e serem montados com exatidão, evitando erros de forma e posição.

METODOLOGIA

Este projeto apresenta as seguintes etapas: revisão bibliográfica; projeto do dinamômetro (conceitual e análises de engenharia); manufatura e medição; instrumentação, aquisição, processamento e análise dos dados obtidos; testes de calibração estática e ensaios de usinagem.

O projeto tem como requisitos iniciais, baseados na fundamentação teórica, os seguintes itens:

• Capacidade de medir componentes ortogonais de força triaxial com magnitudes de até 1 kN;

• Elementos rígidos e elásticos com diferença de pelo menos três vezes entre os módulos de elasticidade;

• Materiais em regime elástico na faixa de carregamento utilizada;

• Geometria compacta e simétrica permitindo montagem, desmontagem e expansão do dispositivo;

• Canais para passagem de cabos e acesso a fiação elétrica entre os transdutores e o sistema de aquisição;

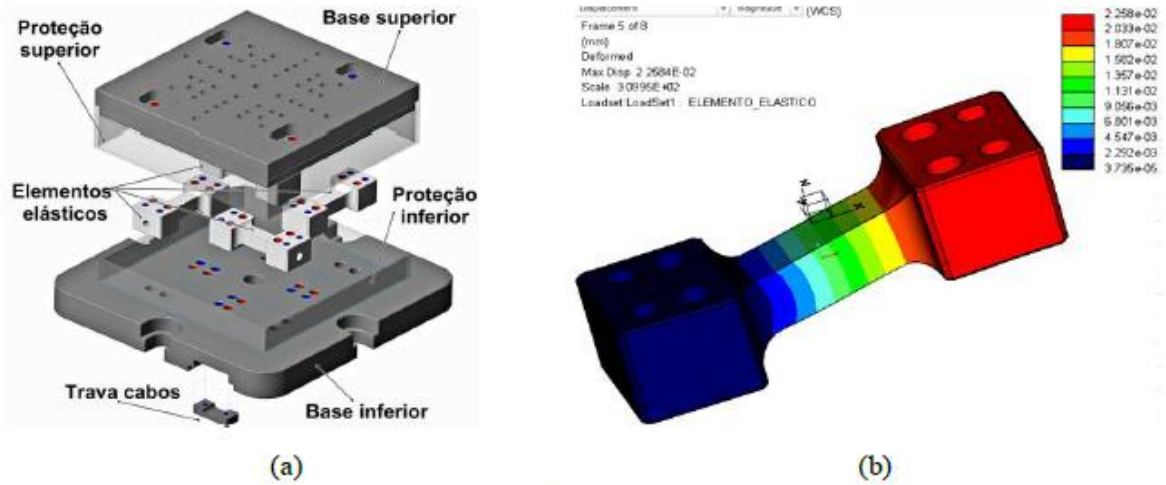
• Sistema de travamento de cabos, de fixação para mesa de máquinas-ferramenta e para corpos de prova.

O projeto, a análise de engenharia, com simulações pelo Método dos Elementos Finitos, e programas de manufatura foram realizados utilizando o software PTC CREO Parametric 3.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto conceitual e o elemento elástico são apresentados na Figura 1 (a) e (b), respectivamente.

Figura 1 – Projeto conceitual (a) e elemento elástico (b).



Fonte: produzida pelo autor.

O resultado da simulação de deformação no elemento elástico para o eixo “Z”com 250 N é mostrado na Figura 1b, onde se obteve 10,18 µm no ponto de colagem dos extensômetros. As simulações também foram realizadas com todas as magnitudes de força dentro da faixa de aplicação e para os três eixos. Os resultados de deformação são compatíveis com o intervalo de leitura dos transdutores.

CONCLUSÕES

O dinamômetro em desenvolvimento apresenta o projeto conceitual e as análises de engenharia finalizadas e a etapa de manufatura encontra-se em andamento, estando de acordo com o plano de trabalho. Como próximos passos têm-se: finalização da manufatura; instrumentação/programas de aquisição; calibração/testes funcionais. Cinco das disciplinas da especialização já foram cursadas; duas serão cursadas no presente semestre de 2017.1 e duas estão a serem cursadas em 2017.2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RIBEIRO, K.S.B. Construção de dinamômetro para avaliação de carregamentos na manufatura de componentes para a indústria do petróleo. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. Disponível em: http://www.nupeg.ufrn.br/teses_diss_g.html, acesso em 03 de abril de 2016.

RESUMO EXPANDIDO

ESTUDO DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO PARA O SISTEMA BIODIESEL DE GORDURA DE FRANGO+METANOL+GLICERINA

Alcivan Almeida Evangelista Neto*; Marcos Vinícios de Oliveira Costa; José Cláudio de Carvalho Sobrinho; Hanniel Ferreira Sarmento de Freitas; Humberto Neves Maia de Oliveira; Eduardo Lins de Barros Neto
****alcivaneng@hotmail.com***

INTRODUÇÃO

A crescente busca por fontes alternativas de energia frente ao petróleo, tem estimulado uma série de pesquisas relacionada aos biocombustíveis. A produção de biodiesel consegue ter um cenário interessante neste sentido. Como uma das matérias-primas para sua produção pode ser a gordura de origem animal, a de frango pode ser considerada de suma importância, tendo em vista que sua produção possui quantidade significativa no território nacional. O trabalho tem como objetivo a obtenção de dados de equilíbrio líquido-líquido para o sistema biodiesel de gordura de frango+metanol+glicerina para as temperaturas de 25 °C, 35 °C e 45 °C, utilizando célula de equilíbrio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O interesse no sistema ternário de equilíbrio de fases envolvendo biodiesel, álcool e glicerina se dá justamente pelos componentes estarem presentes no final da reação de transesterificação, uma vez que o álcool é trabalhado em excesso. Gonçalves *et al*. (2014) trabalharam com o sistema biodiesel de castanha-do-pará+metanol+glicerina para as temperaturas de 25 °C e 50 °C, encontrando zonas de miscibilidade para ambas. Meghami *et al*. (2016) estudaram o ternário biodiesel de vísceras de peixe+metanol+glicerol para as temperaturas de 25 °C, 40 °C e 55 °C, ajustando modelos clássicos reportados da literatura, como UNIQUAC, UNIFAC e NRTL, com resultados satisfatórios.

MATERIAIS E MÉTODOS

A produção do biodiesel de gordura de frango via metílica, foi realizada utilizando a transesterificação da gordura derretida, numa razão com o álcool de 1:6. A caracterização foi realizada por cromatografia (GCMS-QP2010 SE-SHIMADZU). Além disso, foram utilizados glicerina e metanol para a construção do diagrama ternário. A obtenção das curvas binodais foi realizada observando o turvamento de composições prévias das fases ricas em glicerina e biodiesel, respectivamente. Para isso, foi utilizada uma célula de equilíbrio com controle de temperatura e agitação constante.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta o perfil cromatográfico do biodiesel de gordura de frango. As Figuras 1, 2 e 3 mostram os diagramas ternários para as diferentes temperaturas.

Tabela 1 – Perfil cromatográfico do biodiesel de gordura de frango

Éster Metílico	Composição
9 – Ácido Hexadecanóico	2,690
Ácido Hexadecanóico	20,215
9 – Ácido Octadecanóico	71,511
Estearato de Metila	5,584

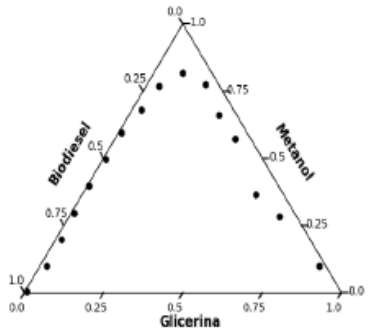


Figura1 – T = 25 °C

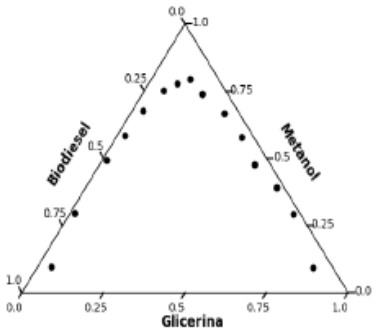


Figura 2 – T= 35 °C

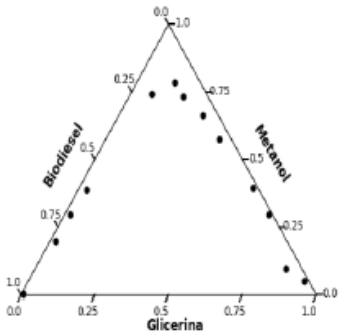


Figura 3 – T = 45 °C

CONCLUSÕES

As curvas obtidas se mostram coerentes com os sistemas ternários reportados da literatura. O cronograma está sendo executado dentro do previsto. Os outros sistemas, utilizando outra fonte de matéria-prima e a rota etílica, já estão sendo realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GONÇALVES, J. D.; AZNAR, M.; SANTOS, J. R. Liquid–liquid equilibrium data for systems containing Brazil nut biodiesel + methanol + glycerin at 303.15 K and 323.15 K. *Fuel*, v.133, p. 292-298, 2014;

MAGHAMI, M.; SEYF, J. Y.; SADRAMELI, S. M.; HAGHTALAB, A. Liquideliquid phase equilibrium in ternary mixture of waste fish oil biodieselemethanoleglycerol: Experimental data and thermodynamic modeling. *Fluid Phase Equilibria*, v.409, p. 124-130, 2016.

RESUMO EXPANDIDO

USO DE PERSULFATO DE SÓDIO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA REMEDIAÇÃO DE SOLO VERMELHO CONTAMINADO COM FENANTRENO POR OXIDAÇÃO QUÍMICA IN SITU

Raissa das Graças Pontes de Araújo*; José Daladiê Barreto da Costa Filho; Vivian M. A. Magalhães;

Celyna K. O. Silva-Rackov; Osvaldo Chiavone-Filho

raissapontes.2013@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho é a remediação de solo contaminado com fenantreno por meio da oxidação química *in situ* utilizando persulfato de sódio e peróxido de hidrogênio, investigando um método inovador de ativação dos oxidantes utilizando argila chocolate como suporte, ativada por hidróxido de sódio e íons de ferro.

INTRODUÇÃO

Vazamentos de hidrocarbonetos geralmente ocorrem em áreas urbanas com alta densidade populacional causando exposição dos seres humanos a estes contaminantes, gerando um impacto adverso a saúde. Apesar dos esforços dos órgãos reguladores, a contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) não pode ser completamente eliminada, pois sua ocorrência está ligada ao cotidiano do homem (Anyakora et al. 2011).

A oxidação química *in situ* (ISCO) baseia-se na injeção de oxidantes em meios contaminados visando a remediação destes através de reações de geração de radicais altamente reativos. Os oxidantes mais utilizados são persulfato de sódio e Fenton (H_2O_2 e Fe). O método convencional de ativação para ambos ocorre por meio do Fe^{2+} em meio ácido. Contudo, o pH baixo pode alterar as características naturais do solo, tornando esse método desvantajoso. Portanto, neste trabalho utiliza-se a catálise heterogênea para ativação do oxidante, na qual o ferro é estabilizado no interior da estrutura porosa do suporte, produzindo durante a reação os radicais altamente reativos, sem a necessidade de ajuste do pH do meio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O fenantreno aparece como um pó branco e é considerado insolúvel em água, tendendo a ser adsorvido às partículas sólidas. Este é um HPA constituído de 3 anéis aromáticos não lineares, obtido principalmente da fração do óleo do alcatrão de carvão e também sinteticamente, e é utilizado na indústria para produção de corantes e de explosivos (PUBCHEM, 2016).

METODOLOGIA

O solo utilizado nos experimentos foi coletado em Natal - RN, com característica argilosa, alto teor de matéria orgânica e alto teor ferro, nomeado de solo vermelho (SV).

A modificação da argila (síntese do catalisador) foi realizada baseado em planejamento fatorial composto central (DCCR) totalizando 17 ensaios, variando as concentrações de hidróxido de sódio (0 a 1,3 M), sulfato férrico (120,8 a 428,2 g/L) e sulfato ferroso (60,4 a 214,1 g/L). Após a síntese, os catalisadores foram aplicados em ensaios em batelada para cada oxidante a fim de avaliar a eficiência da ativação na remoção do fenantreno do solo.

Os ensaios foram realizados em reatores (erlenmeyer) de 125 mL onde foram adicionados: 30 mL de solução oxidante (persulfato na concentração de 41 $g.L^{-1}$ e peróxido na concentração de 3,4 $g.L^{-1}$); 15 g de solo vermelho contaminado em laboratório na concentração de 200 ppm; e 1,5 g de catalisador. Ensaios controles, solo+água (SV), solo+oxidante (SVO) e solo+oxidante+argila bruta (SVOAB), foram realizados para todas as reações, nas mesmas condições de tratamento. Todos os experimentos foram realizados sem agitação e à temperatura ambiente.

A quantificação da contaminação residual é realizada por extração sólido-líquido e posterior injeção em cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) acoplado com UV-Vísivel (HPLC-UV) da Shimadzu.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos da Figura 1 mostram o percentual de remoção de fenantreno ao aplicar o processo oxidativo avançado com os oxidantes persulfato (SVPS) e peróxido (SVPH) nos controles e usando os 17 tipos de catalisadores com diferentes concentrações de NaOH, Fe^{2+} e Fe^{3+}. É possível observar que para os ensaios do SVPS, os catalisadores 3, 8 e 9 conseguiram promover mais de 70% de remoção do contaminante. Para os ensaios do SVPH os catalisadores 3, 14 e 15 conseguiram promover cerca de 80% de remoção do contaminante. Portanto, o catalisador 3 com as concentrações 0,3 M de NaOH, 183,0 g/L de Fe^{2+} e 183,0 g/L de Fe^{3+}, pode ser considerado o melhor catalisador para ambos os processos.

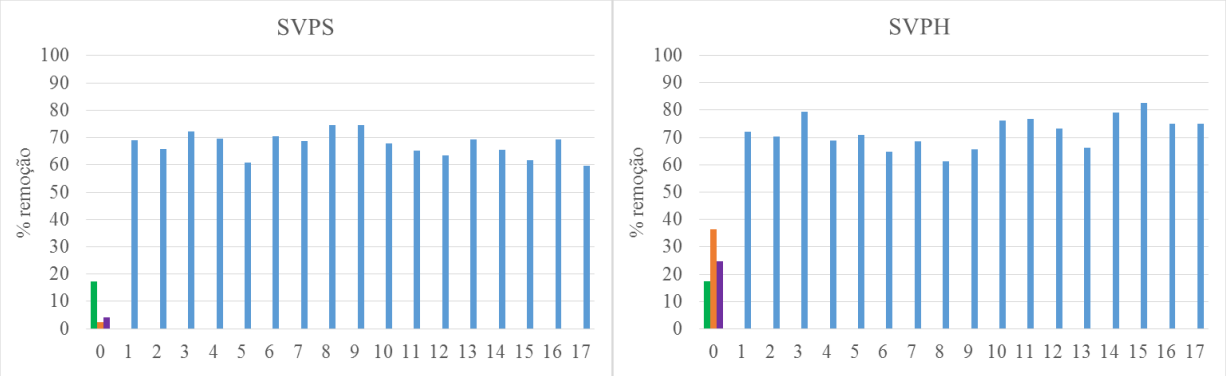


Figura 1. Percentual de remoção dos controles (■ SV, ■ SVO e ■ SVOAB) e 17 ensaios em batelada do planejamento para síntese do catalisador, sendo o SVPS usando persulfato e SVPH usando peróxido.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se comprovar que é possível atingir cerca de 80% de remoção do fenantreno através do processo oxidativo avançado usando a argila chocolate modificada como catalisador.

RESUMO EXPANDIDO

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA TERNÁRIO MONOETILENOGLICOL, ÁGUA E CLORETO DE SÓDIO UTILIZANDO O DSC-60 PLUS

Gabriela Medeiros de Macedo*; Dannielle Janainne da Silva; Jailton F. Nascimento**, Leonardo S. Pereira**, Osvaldo Chiavone-Filho

gabi.med_mac@hotmail.com

****PETROBRAS/CENPES/PDEP/TPP***

INTRODUÇÃO

Tendo conhecimento que a formação de hidratos em poços da indústria petrolífera acarreta problemas operacionais devido às incrustações, as quais provocam no decorrer do tempo obstruções nas tubulações, adotou o uso do monoetilenoglicol (MEG) como inibidor na formação de hidratos. Contudo, sabe-se que a partir de uma certa temperatura este composto começa a se degradar, perdendo assim sua eficácia como inibidor.

Por causa deste fator, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o sistema ternário com diferentes concentrações de monoetilenoglicol, água e cloreto de sódio, através da técnica termo analítica de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), cujo equipamento monitora as variações de entalpia da amostra em relação ao material de referência.

O estudo é viabilizado com a análise das curvas geradas no DSC-60 Plus, é possível observar em qual temperatura se inicia a degradação do MEG nas diferentes concentrações de cada componente do sistema ternário.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por apresentar elevado ponto de ebulição em comparação ao da água, além de apresentar a tendência a decompor-se termicamente em ácidos orgânicos e a degradar-se quando submetido a um aquecimento, o MEG pode causar dificuldades em seu processo de regeneração. A regeneração é feita quando o MEG estiver rico em sais, os quais se acumulam no MEG pobre de sal até a sua saturação. Quando está muito saturado, pode haver a precipitação de sais dificultando o processo com corrosão ou obstrução, além de favorecer para a degradação térmica do MEG (OLIVEIRA, 2014).

A técnica termo analítica cuja há variações de entalpia da amostra são monitoradas com base a um material de referência que está termicamente isolado, isto é, que não esteja absorvendo ou liberando calor enquanto ambas as amostras são submetidas a uma programação de fluxo controlado de temperatura, a fim de se obter

um termograma com picos endotérmicos e exotérmicos. Logo, é um método calorimétrico no qual são medidas diferenças de energia (DENARI e CAVALHEIRO 2012).

No DSC de fluxo de calor, a amostra e o material de referência são submetidos a um aquecimento em um forno comum tendo a diferença de fluxo de calor entre os dois registros (PINTO, 2011). No decorrer da análise, será apresentada uma variação de temperatura a qual será proporcional à variação de entalpia, capacidade calorífica e ao fluxo de calor (JUNIOR, 2004).

METODOLOGIA

Serão analisadas as seguintes amostras apresentando concentrações diferentes, sendo a concentração de sal, neste caso, o Cloreto de Sódio variando de 0 - 5%. Será preparada uma solução de massa final de 50 g. O equipamento a ser utilizado é o DSC-60 Plus da Shimadzu com fluxo de calor. Todas as amostras serão analisadas em duplicata.

As análises que serão feitas estão apresentadas na Tabela abaixo.

MEG (%)	ÁGUA (%)	SAL (%)	MEG (g)	ÁGUA (g)	SAL (g)
30	70	0	15	35	0
50	50	0	25	25	0
70	30	0	35	15	0
30	69	1	15	34,5	0,5
50	49	1	25	24,5	0,5
70	29	1	35	14,5	0,5
30	67	3	15	33,5	1,5
50	47	3	25	23,5	1,5
70	27	3	35	13,5	1,5
30	65	5	15	32,5	2,5
50	45	5	25	22,5	2,5
70	25	5	35	12,5	2,5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido ao fato do experimento até o presente momento estar em fase de planejamento, não há resultados para discussão e consequentemente para conclusão.

CONCLUSÃO

Sabe-se que o MEG se degrada quando é submetido a um aquecimento, entretanto até o presente momento não é possível afirmar em qual faixa de temperatura com uma determinada concentração que ele começa a se degradar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DENARI, Gabriela Bueno; CAVALHEIRO, Eder Tadeu Gomes. Princípios e Aplicações de Análise Térmica. São Carlos: IQSC, 2012. 48 p.

OLIVEIRA, José Augusto Furtado de. Modelagem e Simulação da Solubilidade de Sais em Sistemas Aquosos com Monoetilenoglicol. 2014. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

PINTO, RAFAELA ROCHA, Determinação da capacidade calorífica a pressão constante de ácidos graxos através da calorimetria exploratória diferencial. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Faculdade de Engenharia Química. Campinas, São Paulo, 2011.

RESUMO EXPANDIDO

DETERMINAÇÃO DE DADOS DE EQUILÍBRIO PARA SISTEMAS NAS CONDIÇÕES DO PRÉ-SAL

Fedra A. V. Ferreira*; Humberto N. Maia de Oliveira; Osvaldo Chiavone-Filho
****fedravaquero@hotmail.com***

INTRODUÇÃO

O crescente interesse nas condições de extração e produção na zona do pré-sal levou à necessidade de estudar sistemas complexos a altas pressões e temperaturas, isto é, 70 MPa e 393 K. O objetivo deste trabalho é obter dados de equilíbrio de fases a altas pressões e temperaturas. A obtenção desses dados é possível usando uma célula de equilíbrio que tem por base o método sintético-visual que permite pressões de trabalho até 30 MPa e temperaturas até 393 K.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conhecimento do equilíbrio de fases a altas pressões é de elevada importância para a compreensão da técnica e dos processos naturais que ocorrem a altas pressões. Um exemplo da necessidade do equilíbrio de fases a altas pressões é a simulação de reservatórios de petróleo, recuperação do óleo, o transporte e armazenamento do gás natural, entre outros. Os métodos analíticos (An) envolvem a determinação analítica da composição de fases coexistentes. Os métodos sintéticos (Syn) têm por base a preparação de uma mistura de composição totalmente conhecida. Esta mistura é colocada numa célula de equilíbrio e o comportamento do equilíbrio de fases é monitorado e propriedades como temperatura e pressão são verificadas no equilíbrio[1].

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, são introduzidas, no interior da célula de equilíbrio, as quantidades precisas das substâncias puras, fixando-se assim a composição molar do sistema que é mantida constante durante todo o experimento. Para medidas em uma temperatura constante é necessário o ajuste e controle da mesma. O sistema é então pressurizado de forma que o mesmo esteja todo na fase líquida. Realiza-se uma despressurização lenta do sistema até o aparecimento da primeira bolha de vapor, determinando-se assim a pressão de saturação do sistema na composição conhecida e temperatura controlada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi efetuado com a variação das composições de CO_2 e de $C_{30}H_{62}$ (Figura 1).

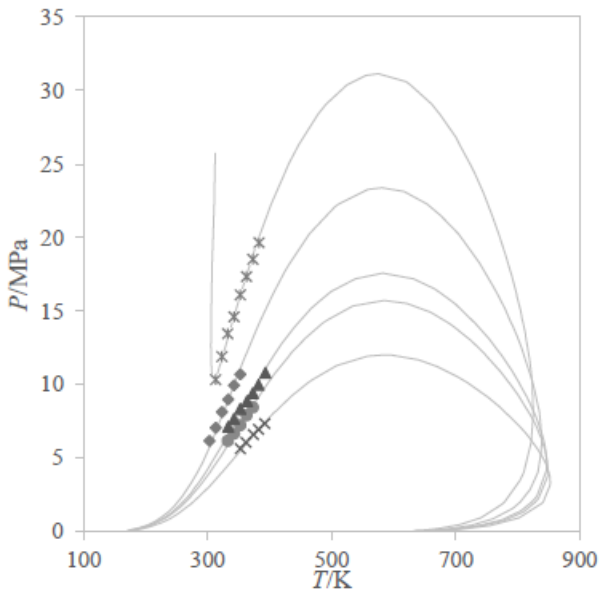


Figura 1. Diagrama *P-T* para o sistema CO_2 + $C_{30}H_{62}$ a cinco composições diferentes em fração molar. × x_1=0.6030; • x_1=0.4738; ▲ x_1=0.5622; ◆ x_1=0.6854; ✳ x_1=0.8002; — SRK-EOS (k_{ij}=0.1002; l_{ij}=0.0135)

Os dados de VLE foram correlacionados com a EoS de Soave-Redlich-Kwong os parâmetros da função alfa de Mathias-Copeman e a regra de mistura de vdw2. Pode observar-se na Figura 1 que para elevadas composições de CO_2 (0,8002 em fração molar) o comportamento do sistema foi diferente do que para composições mais baixas de CO_2, isto é, perto da temperatura crítica do sistema (304,21 K) o sistema apresenta um ponto de infleção, este comportamento havia sido anteriormente reportado na pesquisa de Selva Pereda et al. [2]. Por outro lado, no lado direito do gráfico, como já anteriormente estudado por Pedersen and Christensen [3], é esperado que com o aumento da fração molar do esqualano a temperature crítica também aumenta levando a um achatamento da curva.

CONCLUSÕES

Os experimentos com o sistema CO_2–$C_{30}H_{62}$ produziram resultados coerentes com os obtidos por simulação computacional e apresentaram um AAD_*P*=6% relativamente aos dados da literatura. O cronograma de execução está a ser cumprido. A revisão bibliográfica sobre o tema está a ser efetuada e experimentos preliminares com amostras de petróleo começaram já a ser realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fonseca JMS, Dohrn R, Peper S. High-pressure fluid-phase equilibria: Experimental methods and systems investigated (2005-2008). *Fluid Phase Equilib*. 2011;300:1-69. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.fluid.2010.09.017.
2. Prieto MG, Sánchez FA, Pereda S. Multiphase Equilibria Modeling with GCA-EoS. Part I: Carbon Dioxide with the Homologous Series of Alkanes up to 36 Carbons. *Ind Eng Chem Res*. 2015;54(49):12415-12427. doi:10.1021/acs.iecr.5b03269.
3. Pedersen KS (Karen S, Christensen PL (Peter L. *Phase Behavior of Petroleum Reservoir Fluids*. CRC/Taylor & Francis; 2007.

RESUMO EXPANDIDO

REMEDIAÇÃO DE SOLO POBRE EM FERRO CONTAMINADO COM FENANTRENO POR OXIDAÇÃO QUÍMICA IN SITU UTILIZANDO PERSULFATO DE SÓDIO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

José Daladiê Barreto da Costa Filho*; Raissa das Graças Pontes de Araújo; Vivian M. A. Magalhães; Celyna K. O. Silva-Rackov; Osvaldo Chiavone-Filho
****daladie@live.com***

RESUMO

Este trabalho tem como objeto a remediação de solo contaminado com fenantreno, utilizando oxidação química *in situ* por persulfato de sódio e peróxido de hidrogênio e investigação de um método inovador de ativação dos oxidantes, utilizando argila chocolate como suporte, ativada por hidróxido de sódio e íons de ferro.

INTRODUÇÃO

Acidentes causados por vazamentos de hidrocarbonetos ocorrem, em sua maioria, em áreas urbanas com alta densidade populacional, causando exposição dos seres humanos a estes, tal exposição causa um impacto adverso a saúde. Apesar dos esforços dos órgãos reguladores, a contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) não pode ser completamente eliminada, porque a sua ocorrência está ligada ao cotidiano do homem (Anyakora et al., 2011).

A oxidação química *in situ* (ISCO) tem como base a injeção de oxidantes em meios contaminados visando a remediação destes através de reações de geração de radicais livres. Os oxidantes mais utilizados na ISCO são persulfato de sódio ($Na_2S_2O_8$) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O método convencional de ativação para ambos ocorre por meio do Fe^{2+} em meio ácido. Entretanto este pH baixo pode alterar os sistemas naturais e as características do solo, tornando esse método desvantajoso. Portanto, neste trabalho utiliza-se catálise heterogênea, na qual o ferro é estabilizado no interior da estrutura porosa do suporte, produzindo durante a reação os radicais altamente reativos, sem a necessidade de ajustar o pH do meio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O fenantreno é um HPA constituído de 3 anéis aromáticos não lineares. Aparece como um pó branco e é considerado insolúvel em água, tendendo a ser adsorvido em partículas sólidas. Este é obtido principalmente da fração do óleo do alcatrão de carvão e também sinteticamente e é utilizado na indústria para produção de corantes e de explosivos. Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, o fenantreno é classificado como poluente prioritário devido a sua toxicidade, persistência ambiental e importância industrial.

METODOLOGIA

O solo utilizado nos experimentos, nomeado de solo branco, foi coletado em Natal-RN, o qual apresenta característica arenosa, baixo teor de matéria orgânica e de ferro.

Os experimentos para síntese do catalisador (modificação da argila) foram realizados baseados no planejamento fatorial composto central (DCCR) totalizando 17 ensaios, no qual fez-se a variação das concentrações de hidróxido de sódio (0 a 1,3 M), sulfato férrico (120,8 a 428,2 g/L) e sulfato ferroso (60,4 a 214,1 g/L). Após o preparo, os catalisadores foram aplicados em ensaios em batelada para cada oxidante a fim de avaliar a eficiência da ativação na remoção do fenantreno do solo.

Os ensaios foram realizados em Erlenmeyer de 125 mL, onde foram adicionados: 15 g de solo contaminado em laboratório na concentração de 200 ppm; 1,5 g de catalisador; e 30 mL de solução oxidante ($Na_2S_2O_8$ na concentração de 41 $g.L^{-1}$ e H_2O_2 na concentração de 3,4 $g.L^{-1}$). Os ensaios controles, solo+água (SB), solo+oxidante (SBO) e solo+oxidante+argila bruta (SBOAB), foram realizados para todas as reações nas mesmas condições de tratamento. Todos os experimentos foram realizados a temperatura ambiente e sem agitação. A quantificação da contaminação residual é realizada por extração sólido-líquido e posterior injeção em cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) acoplado com UV-Vísivel (HPLC-UV) da Shimadzu.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos da Figura 1 mostram o percentual (%) de remoção de fenantreno ao aplicar o processo oxidativo avançado com os oxidantes persulfato (SBPS) e peróxido (SBPH) nos controles e usando os 17 tipos de catalisadores com diferentes concentrações de NaOH, Fe^{2+} e Fe^{3+}. É possível observar que para os ensaios do SBPS, os catalisadores 2 e do 12 ao 16 conseguiram promover mais de 80% de remoção do contaminante. Para os ensaios do SBPH os catalisadores 11, 13 e 16 conseguiram promover acima de 75% de remoção do contaminante. Portanto, o catalisador 16 com todas as concentrações no ponto central, sendo 0,6 M de NaOH, 137,3 g/L de Fe^{2+} e 274,5 g/L de Fe^{3+}, pode ser considerado o melhor catalisador para ambos os processos.

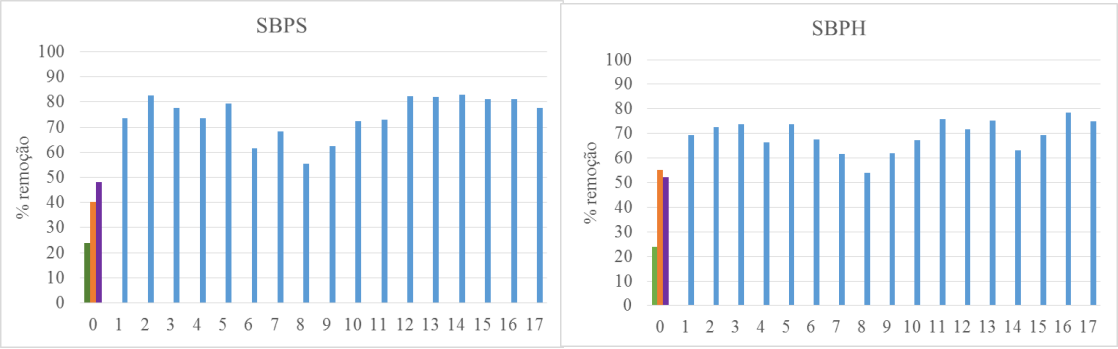


Figura 1. Percentual de remoção dos controles (■ SB, ■SBO e ■SBOAB) e 17 ensaios em batelada do planejamento para síntese do catalisador, sendo o SBPS usando persulfato e SBPH usando peróxido.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se comprovar que é possível atingir cerca de 80% de remoção do fenantreno através do processo oxidativo avançado usando a argila chocolate modificada como catalisador.

REFERÊNCIAS

Anyakora, C.; Coker H.; Arbabi, M. Application of Polynuclear Aromatics hydrocarbons in chemical fingerprinting: The Niger Delta Case Study. Iran. J. Environ. Health Sci. Eng., v.8(1), p. 75-84, 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 A. V. Ferreira; Osvaldo Chiavone-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 (CO_2) e esqualano ($C_{30}H_{62}$) 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 CO_2-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 *kij* para o parâmetro atrativo *a* e o coeficiente *lij* para o parâmetro repulsivo *b*.

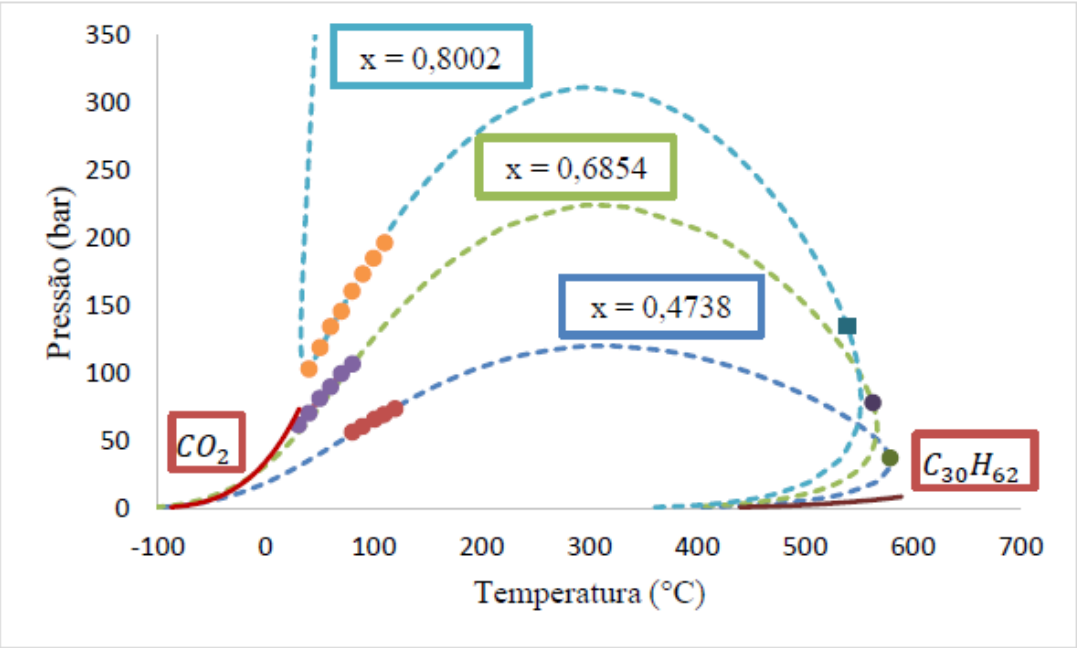
RESULTADOS E DISCUSSÕES

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 CO_2 ocasionam

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

Os valores dos parâmetros de interação binária resultantes da modelagem dos dados no Specs foram *kij* = 0,1002 e *lij* = 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 *kij* = 0,1069 (7% maior) e *lij* = 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

FONSECA, J. M. S.; DOHRN, R.; PEPER, 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

ANÁLISE DE DADOS PVT DE DIFERENTES AMOSTRAS DE PETRÓLEO

Thales Barbalho*; Marcos Almeida; Fedra Ferreira; Izabella Araújo; Humberto N. M. de Oliveira; Osvaldo Chiavone-Filho;

****tbarbalhoeq@live.com***

INTRODUÇÃO

Após a aplicação dos métodos de caracterização, tanto analítico como computacional, é necessário a obtenção de dados PVT (Pressão-Volume-Temperatura) para a validação do procedimento, para tanto são utilizadas células de equilíbrio, que podem ser dinâmicas ou estáticas, podendo esta última ser subdividida em analíticas ou sintéticas. A falta dessas informações é devido à dificuldade existente na determinação experimental, uma vez que o equilíbrio de fases de misturas envolvendo CO_2 e petróleo ou seus resíduos não é simples. Em virtude disso, o principal objetivo deste projeto foi obter dados experimentais do comportamento termodinâmico dos mesmos, visando uma aplicação futura em simulações de escoamento de fluidos de reservatórios, inclusive pertencentes ao Pré-sal.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Rocha [1] estudou sistemas envolvendo CO_2/Frações de Petróleo/Água utilizando o método estático-sintético através de uma célula de equilíbrio, percebeu que em algumas misturas apresentaram precipitados que permaneceram em solução e irreversíveis, mesmo com o aumento de pressão. Silva [2] estudou a influência da temperatura e da presença da água, em sistemas envolvendo CO_2/Hidrocarboneto/Água, onde também foi utilizado o método estático-sintético. Percebeu-se que a pressão do ponto de bolha tendeu a aumentar com a temperatura, porém com a introdução da água na mistura, observou-se que, em regiões pobres em CO_2, a pressão do ponto de bolha ultrapassou a pressão dos sistemas sem água, contudo, à medida que o teor de CO_2 se elevou, a pressão tendeu a diminuir.

METODOLOGIA

As amostras de condensado de gás (CG) e as frações de petróleo leve (FPL) foram caracterizadas de acordo com Barbalho [3], sendo esse procedimento validado pela obtenção de dados de PVT (Pressão-Volume-Temperatura) através de uma célula de volume variável a alta pressão na qual se baseia no método sintético visual. A sua principal característica é a realização do experimento em um sistema fechado conhecendo-se a composição inicial da amostra e a determinação do ponto de equilíbrio realizada indiretamente por técnicas não invasivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os resultados obtidos de pressão de bolha para os sistemas contendo as duas amostras, podendo ser visualizado que os dados simulados de acordo com a metodologia empregada por Barbalho [3] consegue se ajustar aos dados experimentais obtidos, uma vez que o erro médio foi de 3,72% para o sistema CO2-CG e de 2,56% para CO2-FPL.

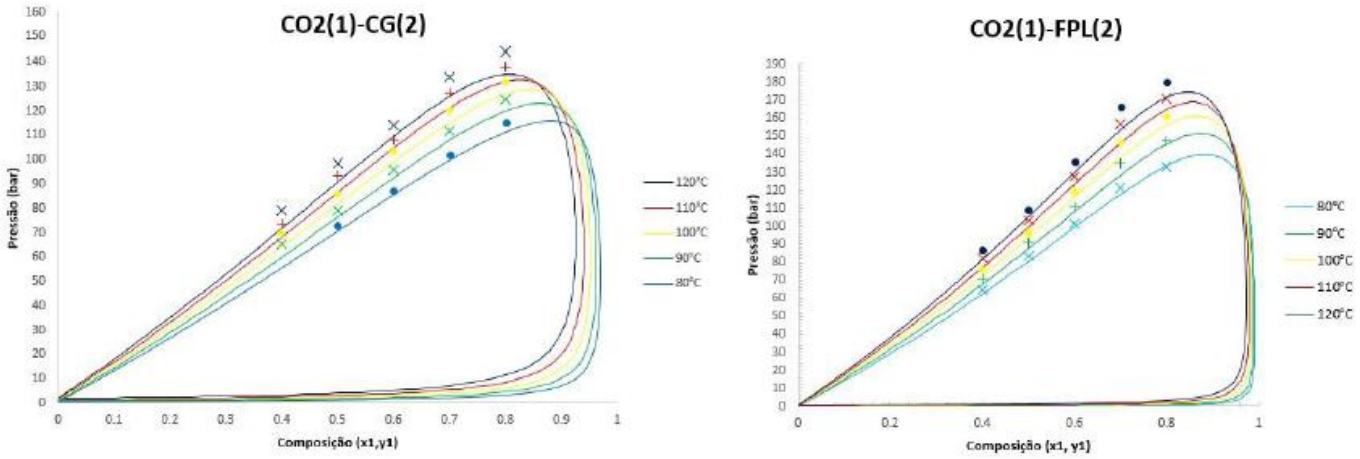


Figura 1 – Gráficos P-x-y dos sistemas CO_2-CG e CO_2-FPL em diferentes temperaturas.

CONCLUSÃO

Podemos concluir que o objetivo traçado foi atingido, uma vez que a metodologia adotada foi eficaz para validar a caracterização proposta por Barbalho [3]. Outro fato importante foi a boa reprodutibilidade da célula de equilíbrio utilizada, pois cada ponto experimental dos gráficos é uma média de outros 5 pontos feitos numa mesma condição de composição e temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ROCHA, Inaura Carolina Carneiro da. ESTUDO DO EQUILÍBRIO DE FASES DE SISTEMAS MODELOS E REPRESENTATIVOS DE PETRÓLEO COM CO2 SUPERCRÍTICO. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

[2] SILVA, Juliana Nascimento Cardozo da. Estudo do Equilíbrio de Fases de Hidrocarbonetos, Água e Dióxido de Carbono. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

[3] BARBALHO, Thales *et al*. CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES AMOSTRAS DE PETRÓLEO: UMA ABORDAGEM COMPUTACIONAL E ANÁLISE DE DADOS PVT. XVIII Workshop PRH-14, Natal, 2016.

RESUMO EXPANDIDO

SIMULAÇÃO TERMODINÂMICA DA HIDRODESSULFURIZAÇÃO DO QUEROSENE

Mateus Fernandes Monteiro*; Heloísa Marques de Assis; Osvaldo Chiavone-Filho

****mateusfmonteiro@gmail.com***

INTRODUÇÃO

O processo de hidrodessulfurização do querosene consiste na reação de hidrogenação catalítica com o intuito de remover o enxofre da mistura, resultando em um componente purificado. Nesse caso, a emissão de dióxido de enxofre durante a combustão desse querosene é praticamente nula, e o sulfeto de hidrogênio gerado é reaproveitado nas refinarias para produção do ácido sulfúrico ou enxofre elementar – Processo Claus. Diante disso, o procedimento é de suma importância para minimizar os efeitos de fenômenos como efeito estufa, acidificação da chuva e corrosão das partes metálicas em contato com o produto. No Brasil, esse processo é ainda mais relevante uma vez que o petróleo aqui extraído possui altas concentrações de compostos sulfurados.

METODOLOGIA

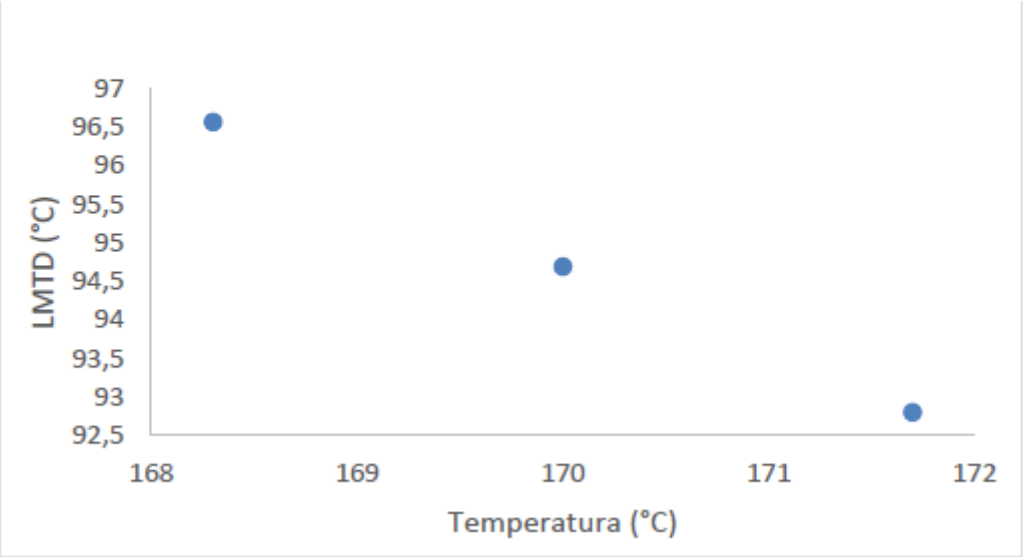
O processo de HDS foi simulado no software Aspen HYSYS versão 7.3. No que diz respeito a composição química do querosene foi utilizada ferramenta do próprio software para estimar uma composição hipotética para essa complexa mistura a partir de propriedades como o ponto de bolha a pressão normal, o peso molecular e a densidade no estado liquido.

Para a execução dos cálculos das propriedades termodinâmicas do querosene foi utilizado o modelo proposto por Lee e Kesler (1975) e Plocker et al. (1978), i.e., Lee-Kesler-Plocker. Esse é fundamentado no princípio dos três estados correspondentes proposto por Pitzer. Essa correlação propõe uma relação analítica para a pressão de vapor de uma substancia em uma dada temperatura, a partir de suas propriedades críticas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo HDS do querosene foi simulado com sucesso. A aproximação da composição do querosene por uma mistura de multicomponentes hipotéticos implicou desvios pouco significativos entre os valores obtidos e a literatura consultada. Depois de validada a simulação foi realizada uma análise de sensibilidade fixando uma variação de 1% na temperatura de saída da corrente fria do trocador de calor. Essa perturbação do sistema implica em variações de LMTD Gráfico 1.

Gráfico 1- LMTD em função da temperatura de saída da corrente fria do trocador de calor



CONCLUSÃO

Tendo em vista a importância industrial do HDS essa simulação contribui de para o melhor entendimento desse processo possibilitando aprimoramentos. Ademais, abre caminho para estudos mais avançados retratando de forma mais fiel a composição do querosene.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

B. I. Lee and M. G. Kesler, *AIChE J.* 21:150 (1975).

U. Plöcker, H. Knapp, and J. M. Prausnitz, *Int. Chem. Proc.* 17:324 (1978).

RESUMO EXPANDIDO

REMOÇÃO DE Zn^{2+} DE EFLUENTE SINTÉTICO UTILIZANDO POLÍMEROS ANIÔNICOS

Vanessa Rafaela Cruz Moura Barbalho*; Luiz Antonio do Nascimento; Eduardo Lins de Barros Neto

****vanessa_rafaela_@hotmail.com***

INTRODUÇÃO

O estudo da ação danosa sofrida por organismos vivos, causada por íons livres de metais pesados em solução, vem ganhando cada vez mais destaque nos dias atuais. A principal origem dessas contaminações é o lançamento de efluentes industriais sem o devido tratamento. Indústrias, como por exemplo, as galvânicas e as de mineração, são as grandes geradoras de efluentes com esse tipo de contaminante. Como consequência, o efluente por elas gerado é passivo de conter elevada carga de diversos metais pesados e desse modo ele não pode ser lançado em sua forma bruta, e por isso torna-se obrigatório algum tratamento a fim de adequá-lo às exigências legais de descarte.

Neste trabalho, a poliacrilamida aniônica foi usada na remoção de Zn^{2+}. Neste caso, foi avaliado a variação da ionicidade dos polímeros e a variação de pH, a fim de ser obtida a melhor eficiência de remoção do metal pesado.

METODOLOGIA

Em todo o procedimento experimental foram utilizados polímeros aniônicos a base de acrilamida com diferentes ionicidades (AN 977 SH, AN 956 SH, AN 945 SH, AN 934 SH, AN 910 SH e AN 905 SH) e o sal de zinco. O efluente sintético e as soluções de polímeros foram preparadas pesando-se as massas e dissolvendo-as em água destilada a concentrações de 100 e 1000 ppm, respectivamente.

Para analisar o processo de remoção dos íons do efluente sintético, a solução do metal a 100 ppm foi adicionada à solução do polímero a 1000 ppm, mantendo-se o volume da solução de cátion metálico constante e o volume da solução de polímero variando, com o objetivo de obter concentrações diferentes em cada amostra. Após o período de 5 minutos sob agitação, ocorreu a floculação e em seguida filtração do efluente. O filtrado foi analisado no espectrofotômetro de absorção atômica, permitindo avaliar a concentração residual de metal. Foram feitos testes em pH cujos valores variaram de 4 a 10, com o objetivo

de melhorar o processo de remoção dos íons metálicos. O uso de ácido ou base era feito instantes após o início da mistura entre o efluente e o polímero para ajustar o pH no valor desejado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo da variação do pH apresenta resultados de comportamento completamente diferente para cada tipo de polímero como mostra a Figura 1.

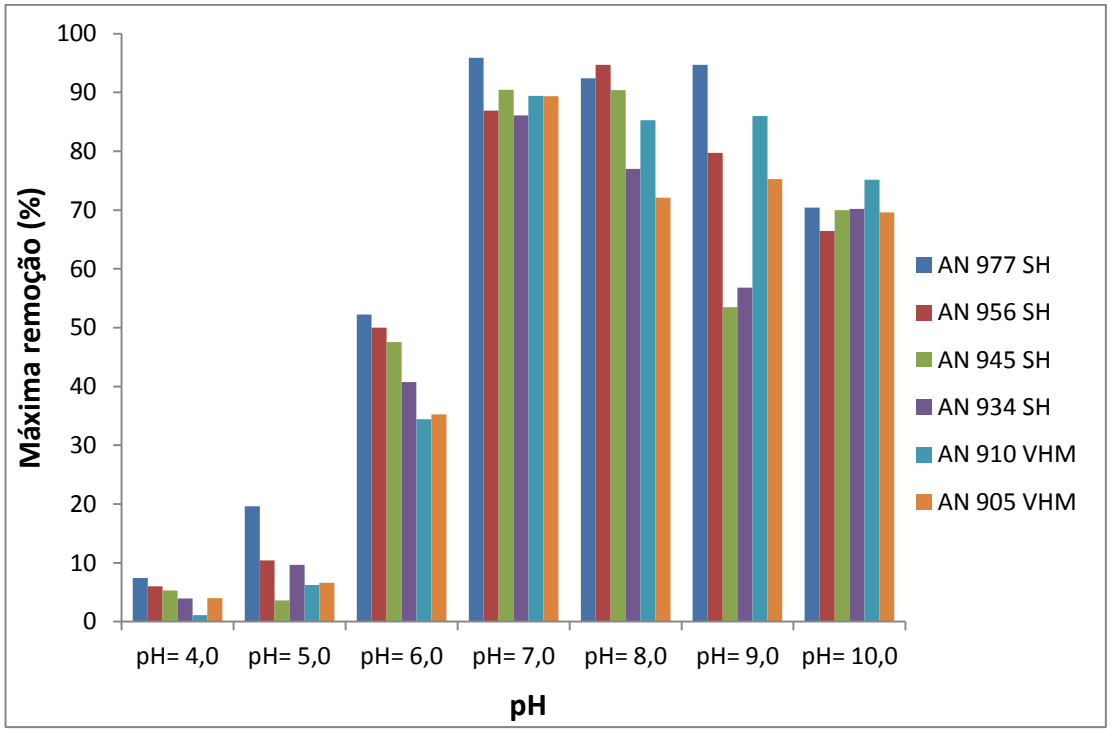


Figura 1 - Máxima eficiência de remoção do zinco variando o pH e a ionicidade dos polímeros à temperatura ambiente.

Os resultados obtidos após análise no espectrofotômetro de absorção atômica permitiram avaliar o processo de remoção dos íons zinco. A ação da variação do pH influencia fortemente o processo de adsorção, prejudicando-a ou favorecendo-a.

Avaliando a Figura 1, destaca-se o fato que a remoção do zinco é favorecida utilizando-se pH igual e/ou acima de 7, e que a utilização dos polímeros com diferentes ionicidades levam a percentuais de remoção variados, devido a interação dos íons metálicos e a cadeia polimérica.

CONCLUSÕES

Podemos concluir que a utilização dos polímeros com cargas iônicas diferentes não é tão significativa na eficiência de remoção quanto a variação do pH que tem uma diferença expressiva. É possível perceber que a percentagem de remoção é desfavorável em meio ácido.

RESUMO EXPANDIDO

ESTUDOS TERMODINÂMICOS DO PROCESSO DE REGENERAÇÃO NO MONOETILENOGLICOL (MEG):SOLUBILIDADE DE SAIS DE CARBONATOS

Naíra S. de Almeida Maniçoba*; Deborah C. de Andrade; Leila C. Moreira; Jailton F. Nascimento**;

Leonardo S. Pereira**; Osvaldo Chiavone-Filho

****naira_sinara@hotmail.com***

*****PETROBRAS/CENPES/PDEP/TPP***

INTRODUÇÃO

Durante o processo de exploração e produção de petróleo e gás, inibidores de formação de hidratos como o monoetilenoglicol (MEG) são adicionados ao sistema. Contudo, esses produtos, quando em contato com os íons presentes na água de produção, podem potencializar o processo de precipitação e, consequentemente, podem causar além de incrustação em equipamentos, o bloqueio de linhas e consequente parada da unidade. Este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento de sistemas aquosos contendo MEG e sais de carbonatos, principalmente carbonato de estrôncio ($SrCO_3$) e carbonato de ferro ($FeCO_3$), presentes na água de produção, suas características e propriedades, avaliando dados de solubilidade e parâmetros termodinâmicos como pH, condutividade e densidade. Os resultados têm por finalidade possibilitar a otimização do projeto e operação das unidades de regeneração e recuperação de MEG. Dessa forma, as informações experimentais obtidas permitem o entendimento dos processos envolvidos nos equipamentos gerando uma base de dados para o desenvolvimento de modelo termodinâmico que pode ser aplicado para a simulação dos processos, visando o projeto e operação da unidade de interesse.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante o processo de produção de petróleo e gás diversos produtos químicos, tais como inibidores de corrosão, inibidores de formação de hidratos, antiaglomerantes e desemulsificantes são adicionados ao sistema a fim de estimular e favorecer a produção. O monoetilenoglicol (MEG) é o principal componente utilizado como inibidor da formação de hidratos de gás, que são sólidos cristalinos que causam bloqueios de dutos e outros problemas operacionais na indústria do petróleo e gás, já possui propriedades importantes no que diz respeito a redução do ponto de congelamento nos dutos e na proteção contra corrosão. Com a produção de petróleo e gás produz-se também água. A água produzida é salina, e a presença de sal nessa água afeta o ponto de ebulição e a composição do equilíbrio de fases. Esses produtos químicos, tais como o

MEG, quando em contato com os íons presentes na água de formação, podem levar a diminuição da solubilidade dos sais, influenciando no processo de precipitação.

METODOLOGIA

O método experimental baseia-se na determinação das solubilidades de carbonato de estrôncio e de ferro em solução aquosa na presença de MEG em diferentes concentrações e diferentes pressões de CO_2 à temperatura constante. Para realização dos ensaios, foi montado um aparato experimental com duas células de vidro encamisadas (aproximadamente 50 mL cada uma) acopladas a um banho termostático e a um sistema de pressurização com buffer conectado a um cilindro de CO_2 utilizando um sistema de válvulas. A agitação da mistura é de forma constante durante duas horas. Logo após este período, as células permanecem em repouso durante uma hora, sobre as mesmas condições de temperatura e pressão, antes da amostragem. A fim de estudar a reprodutibilidade do processo, o procedimento é realizado em duplicata, obtendo-se o resultado final como a média destes dois valores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de concentração dos sais de carbonato presentes nas amostras foram obtidos utilizando-se o método de análise denominado espectrofotometria de absorção atômica. Os experimentos realizados com o carbonato de estrôncio ($SrCO_3$), em solução aquosa, mostram que o aumento de temperatura provoca diminuição da solubilidade do sal, enquanto o aumento da pressão ocasiona aumento da solubilidade do mesmo. Com a adição de monoetilenoglicol (MEG) ao sistema, observa-se o efeito denominado “salting out” que pode ser descrito pela diminuição da concentração do sal em solução, ou seja, diminuição da solubilidade deste, ocasionando precipitação de cristais, fato não observado anteriormente no sistema contendo apenas sal e água. Testes com sistemas contendo diferentes concentrações de MEG foram realizados. Observou-se que a presença de uma maior concentração de MEG no sistema provoca aumento na precipitação de cristais de $SrCO_3$, e dessa forma, menor a concentração deste sal em solução. Já aumento da pressão parcial do sistema provoca um aumento na solubilidade do sal em questão e, consequentemente, inibição da precipitação. Experimentos com o carbonato de ferro (FeCO3) estão em andamento e seguem a mesma metodologia adotada para o $SrCO_3$: testes com o sistema contendo apenas sal e água, e, em seguida, adição de MEG ao sistema, submetendo-o a diferentes pressões parciais e concentrações de MEG. Tais amostras serão analisadas utilizando, também, o método de espectrofotometria de absorção atômica.

CONCLUSÃO

A partir dos dados experimentais coletados, espera-se identificar o comportamento de sistemas aquosos contendo MEG e sais de carbonato de estrôncio e ferro, nas condições de interesse da plataforma, a fim de avaliar como a presença destes sais altera o comportamento de fases, provocando, por exemplo, a diminuição da solubilidade dos cristais e, assim, aumentando a incidência de incrustação nos equipamentos. Tais dados são fundamentais para a otimização dos projetos e operação das plantas de separação da unidade de regeneração de MEG.

RESUMO EXPANDIDO

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE ALFACE (Lactuca sativa) EM ÁGUA PRODUZIDA TRATADA VIA FLOCULAÇÃO IÔNICA

João Miller de Melo Henrique*; Giovanny Silva de Oliveira; Júlia Vieira Xavier da Costa; Eduardo Lins de Barros Neto; Shirlle Kátia da Silva Nunes; Márcio Dias Pereira

****joaomiller@ufersa.edu.br***

Semelhante a muitas outras atividades de exploração e produção, a indústria do petróleo produz grandes quantidades de resíduos e efluentes. Segundo Thomas (2004) e Santos *et al*. (2014), o maior volume de efluente gerado nesse tipo de atividade é a água produzida (ou água de produção). Mesmo com esse grande volume de água gerado, diversos países que detém atividades ligadas a exploração e produção de petróleo também sofrem com a escassez de água. Logo, os esforços estão cada vez mais concentrados para encontrar métodos de tratamento eficientes e de baixo custo para remoção de poluentes, como forma de complementar seus recursos de água bastante limitados. Estudos recentes mostraram que a floculação iônica surge como uma alternativa de tratamento ambientalmente compatível, resultado da interação entre tensoativos com metais alcalino-terrosos. Dessa maneira, utilizar águas residuais para irrigação agrícola apresenta uma potencial aplicação. Visto a carência de trabalhos envolvendo o emprego de água produzida na irrigação agrícola, essa pesquisa visa o reuso desse efluente no desenvolvimento inicial de plântulas de alface (*Lactuca sativa*) a partir do tratamento prévio com floculação iônica. Água produzida sintética, formulada com base nos dados de um campo de produção de uma empresa atuante na região oeste do estado do Rio Grande do Norte, foi utilizada após tratamento prévio com 5 diferentes concentrações de tensoativo: 300, 350, 400, 450 e 500 ppm. Após a estabilização dos flocos, submeteu-se a solução com os flocos formados a um processo de filtração. Quanto ao tratamento, parâmetros importantes foram mensurados de forma a identificar sua eficiência. O percentual de remoção dos metais foi analisado no Espectrofotômetro de Absorção Atômica SpectrAA-20 plus, da VARIAN. A concentração de óleos e graxas foi determinada através da medida de absorbância, fazendo uso do espectrofotômetro UV-Visível. Para os testes de germinação de ambas as culturas, seguiu-se as recomendações das Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente aleatório, com quatro repetições, realizando-se a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os parâmetros

escolhidos para avaliação do teste de germinação foram: comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da radícula (CR), comprimento da plântula (CP) e massa seca (MS). Os resultados do tratamento com o sabão base indicam que o percentual de remoção do cálcio alcançou valores de até 40%. Porém as concentrações de magnésio e potássio permanecem praticamente constantes. Já o percentual de remoção do óleo alcançou valores próximos a 100%. Os resultados dos parâmetros avaliados no teste de germinação estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 – Médias dos parâmetros referentes à germinação submetidas ao teste de Tukey a 5%.

Tratamentos	Efluente utilizado	CPA (cm)	CR (cm)	CP (cm)	MS (mg/plântula)
1	Água destilada	1,91 a	0,99 a	2,90 a	2,43 a
2	Água produzida	1,95 a	0,73 b	2,67 a	2,05 ab
3	Tratado com 300 ppm	1,91 a	0,74 b	2,65 a	2,28 ab
4	Tratado com 350 ppm	1,92 a	0,79 ab	2,72 a	1,95 ab
5	Tratado com 400 ppm	2,07 a	0,73 b	2,80 a	1,86 b
6	Tratado com 450 ppm	1,86 a	0,76 b	2,62 a	1,82 ab
7	Tratado com 500 ppm	1,99 a	0,72 b	2,71 a	2,22 ab
CV (%)	-	4,97	12,39	5,06	12,45

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Percebe-se, com base na Tabela 1, que não houve diferença significativa, a um nível de 95% de confiança, para os 7 tratamentos testados nos parâmetros: comprimento da parte aérea (CPA) e da plântula (CP). Porém observou-se diferença nos parâmetros de comprimento da radícula e de massa seca, apresentando médias de 0,78 cm e 2,09 mg/plântula. Além disso, os melhores resultados são alcançados quando se utiliza água destilada. Dessa forma, pode-se concluir que a quantidade de sais em solução retarda, devido ao estresse salino, o desenvolvimento inicial da plântula, principalmente a raiz da plântula. Logo, para essa cultura, faz-se necessário um tratamento adicional para reduzir as concentrações de metal e sal. Quanto aos coeficientes de variação, é possível verificar que os valores ficaram acima de 10 %, porém denotam valores normais para esse tipo de parâmetro conforme a literatura.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

THOMAS, J. E. Fundamentos de Engenharia de Petróleo. 2º ed. Rio de Janeiro: Interciência: Petrobras, 2004.

SANTOS, E. V.; ROCHA, J. H. B; ARAÚJO, D. M.; MOURA, D. C.; MARTÍNEZ-HUITLE, C. A. Decontamination of produced water containing petroleum hydrocarbons by electrochemical methods: A minireview. Environmental Science and Pollution Research, v. 21, n. 14, p. 8432–8441, 2014.

RESUMO EXPANDIDO

ESTUDO DE SISTEMAS MICROEMULSIONADOS VISANDO SUA APLICAÇÃO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

Santiago P. V. T.*; Ribeiro L. S.; Dantas Neto, A. A.; Dantas T. N. C.

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

INTRODUÇÃO

Microemulsões são sistemas termodinamicamente estáveis 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). Geralmente uma mistura de água, óleo e tensoativos que formam uma solução com micelas manométricas dispersas, esses sistemas são qualificados para aplicações no campo devido a sua estabilidade termodinâmica. (LOWRY; SEDGHI; GOUAL, 2016). Uma das aplicações dos sistemas microemulsionados são em fluidos de perfuração. Fluidos de perfuração são utilizados no decorrer da perfuração de poços de óleo e gás, estes transitam através da coluna de perfuração, saem pelos jatos da broca, regressam através do anular do poço e exercem diversos papéis como carrear os cascalhos até a superfície, resfriar e lubrificar a broca, dentre outras funções. Neste trabalho, sistemas microemulsionados são obtidos e suas propriedades são estudadas sob a influência da basicidade, para sua aplicação em fluidos de perfuração.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Hoar e Schulman descobriram no ano de 1943 um sistema termodinamicamente estável e isotropicamente translúcido de dois líquidos imiscíveis (óleo/água), estabilizados por um filme interfacial de tensoativos. Sua formulação geralmente envolve a combinação de três a cinco componentes: óleo, água, tensoativo, cotensoativo e eletrólito. Comparado a uma emulsão, notamos que a tensão interfacial de uma ME (microemulsão) é muito baixa, o que pode levar a formação espontânea das MEs, e consequentemente a um pequeno tamanho de gotículas. Enquanto a emulsão é turva e leitosa, a ME é transparente e translúcida (DAMASCENO et al., 2011). Segundo Thomas (2001), os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e até gases. Podem assumir diversos aspectos do ponto de vista químico, dependendo do estado físico dos seus elementos, e é desejável que apresente características como: ser quimicamente estável, estabilizar mecanicamente e quimicamente as paredes do poço, ser bombeável,

entre outros. No contexto desse trabalho, foram formulados sistemas de MEs e testadas suas propriedades a fim de serem aplicados em fluidos de perfuração. (THOMAS, 2001)

METODOLOGIA

Preparamos diversos sistemas microemulsionados de variadas composições, onde para cada sistema foram escolhidos cinco pontos diferentes. Feito isso, foram feitos testes de resistência à alcalinidade, com a adição de concentrações diferentes de NaOH. Em seguida foi avaliada a influência da alcalinidade no diâmetro de partícula das microemulsões com o uso do NanotracTM 252 da Microtrac. Um dos sistemas escolhidos para este trabalho possui hexano como fase óleo, Alconat 90 como tensoativo, butanol como co-tensoativo e água destilada como fase contínua. Dentre os materiais utilizados, temos o uso de béqueres, balança analítica, agitador magnético, barra magnética, pHmetro, pipetas, dentre outros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da resistência à alcalinidade de todos os sistemas e composições foi positivo, pois as MEs permaneceram estáveis após as adições de NaOH. No estudo da influência da alcalinidade no diâmetro de partícula, procuramos primeiramente a melhor configuração para o equipamento (NanotracTM 252), verificando que o modo Monodisperso Baixo nos trazia os resultados mais coerentes. Analisando os dados obtidos, verificamos que o aumento da concentração de NaOH provoca uma redução do diâmetro de micelas. Isso ocorre, pois, o NaOH adicionado interage com a água livre do sistema, consequentemente reduzindo os diâmetros das micelas.

CONCLUSÃO

Os sistemas microemulsionados se comportaram de forma satisfatória com a mudança da alcalinidade, e o redução do diâmetro de partícula foi esperado, já que o NaOH solubiliza na fase aquosa da ME.

REFERÊNCIAS

DAMASCENO, B. P. G. L. et al. Microemulsão: Um promissor carreador para moléculas insolúveis. **Revista de Ciencias Farmaceuticas Basica e Aplicada**, v. 32, n. 1, p. 9–18, 2011.

LOWRY, E.; SEDGHI, M.; GOUAL, L. Molecular simulations of NAPL removal from mineral surfaces using microemulsions and surfactants. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 506, p. 485–494, 2016.

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.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petroleo**, 2001.

RESUMO EXPANDIDO

DETERMINAÇÃO DA FASE SÓLIDA DO CLORETO DE CÁLCIO

Leila Moreira*; Beatriz Vieira; Deborah Cordeiro; Iêda L.M. Silva; Osvaldo Chiavone-Filho

****leila_cabralm@hotmail.com***

Compostos obtidos através de uma combinação entre água e moléculas pequenas de hidrocarbonetos formam um sólido, geralmente conhecido como hidrato, no qual em tubulações na indústria de petróleo e gás podem incrustar, trazendo sérios problemas econômicos e operacionais. Desse modo, o Monoetilenoglicol (MEG) é usado com o intuito de inibir a formação dos hidratos, levando à alteração no comportamento de fases, no qual provoca a diminuição na solubilidade dos sais, e assim, influencia no processo de precipitação.

Uma prática da indústria de petróleo, visando evitar a formação destes hidratos durante a etapa de escoamento da mistura fluida dos poços até a plataforma, é a injeção de inibidores de formação de hidratos na cabeça dos poços em quantidades, variando de acordo com as condições de temperatura e pressão do poço. Por conseguinte, é necessário estabelecer o efeito de uma combinação de sais e inibidores termodinâmicos sobre equilíbrios de hidrato de gás.

Como alternativa econômica, o MEG passa para uma unidade de regeneração, onde a água e os sais são separados, e assim o monoetilenoglicol é reinjetado na linha de produção. Desse modo, o projeto de pesquisa visa determinar a fase sólida do cloreto de cálcio utilizado, apontando a quantidade de moléculas de água incorporadas ao sal durante o equilíbrio de fases. Assim, pode-se diminuir a formação de hidratos e aperfeiçoar o processo de regeneração do Monoetilenoglicol.

O procedimento experimental da fase sólida consiste em realizar o equilíbrio de fases, isto é, submeter o sistema Água/MEG/Sal a uma agitação constante durante noventa minutos. Após atingir o equilíbrio, o sólido em suspensão é filtrado à vácuo. Com o conhecimento da quantidade de cloreto de cálcio filtrado inicia-se uma titulação, logo após o último cristal de sal ser dissolvido mede-se a condutividade e a densidade da solução final. Por conseguinte, um balanço de massa é realizado e a quantidade de moléculas de água incorporada ao cloreto de cálcio é determinada.

Pode-se citar como referência de estudo a dissertação de mestrado de Ieda Letícia Mendes Silva, bem como dissertação de Camila Machado de Senna Figueiredo Carvalho, o artigo “Representation of solid-liquid equilibrium data for the system NaCl + $MgCl_2$ + H_2O”, do Dr. Osvaldo Chiavone Filho, e o artigo “A utilização do monoetilenoglicol como agente inibidor da formação de hidratos aplicados na indústria do petróleo” do autor João Henrique Amaral Filho.

É importante citar que o estudo da fase sólida em sistemas com presença de MEG rico, assim como o do MEG pobre está em desenvolvimento, principalmente em parte teórica e aprimoramento da metodologia experimental. Dessa forma, o comportamento do cloreto de cálcio incorporando moléculas de água e MEG poderá ser explicado.

Portanto, o projeto de pesquisa no qual realiza a determinação da fase sólida do Cloreto de Cálcio, através da solubilidade deste estuda a quantidade de moléculas de água na qual é incorporada ao sal com o intuito de otimizar todo o processo e predizer comportamentos durante o equilíbrio de fases. Além disso, o comportamento termodinâmico dos eletrólitos é estudado, com a finalidade de pressupor um modelo termodinâmico que melhor se ajusta aos resultados obtidos.

RESUMO EXPANDIDO

CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES AMOSTRAS DE PETRÓLEO: DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE E USO DE CORRELAÇÕES

Marcos Almeida*; Thales Barbalho; Fedra Vaquero; Humberto Maia; Osvaldo Chiavone-Filho

****marcuspaulu@live.com***

INTRODUÇÃO

A determinação de parâmetros críticos para sistemas multicomponentes possui importância considerável visto a escassez desses dados e a sua crescente demanda. A escassez se deve à dificuldade na determinação através de experimentos, já que o estudo das condições de equilíbrio envolvendo misturas como o petróleo e seus resíduos, não é tarefa trivial. A caracterização do petróleo adquire um papel fundamental na determinação dos parâmetros críticos, ela consiste na análise dos componentes constituintes do petróleo e das suas propriedades físicas através do uso de correlações. A partir de dados de densidade e ponto de ebulição, as correlações são capazes de estimar outras informações acerca daquele componente, sendo uma ferramenta poderosa para predizer as propriedades da substância a partir de dados simples e facilitando a sua caracterização.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

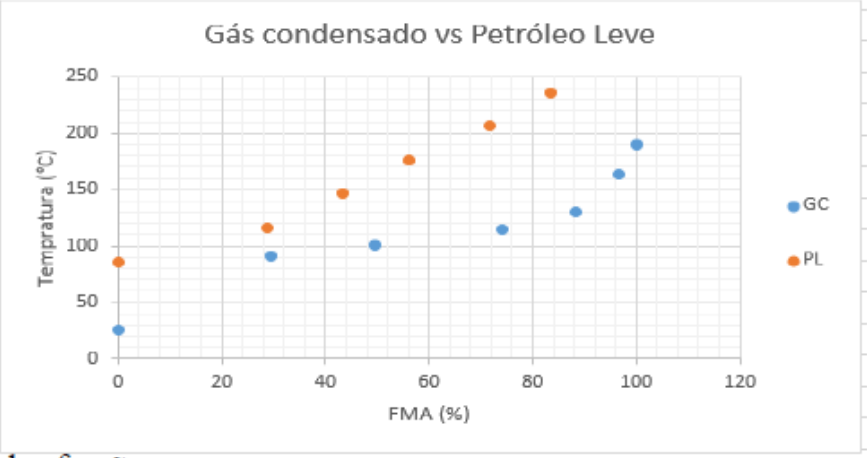
O composto natural conhecido como petróleo é uma mistura de gás natural e óleo bruto encontrado à temperaturas e pressões elevadas, sendo formado por inúmeros hidrocarbonetos e compostos inorgânicos. As propriedades físicas destas misturas dependem principalmente da composição, da temperatura e pressão. Para a caracterização de uma amostra de petróleo é imprescindível que se determine as propriedades termodinâmicas. Para a realização de simulações PVT do fluido essas propriedades também são essenciais, são elas: massa molecular, ponto de ebulição, densidade e constantes críticas.

METODOLOGIA

A caracterização da amostra de petróleo foi realizada por meio de destilação, densidade e uso de correlações. O fluído foi submetido à destilação atmosférica até a temperatura de 250 °C e as frações coletadas. Após separadas, determinou-se a densidade de cada fração com o uso de picnômetros de 10 e 5 mL devidamente calibrados. Com dados de temperatura e densidade as correlações foram aplicadas para a determinação dos demais parâmetros.

RESULTADOS

Destilação das amostras



Caracterização das frações

Frações - GC									
	T_{bolha} (K)	ρ (kg/m³)	M_{molar} (g/mol)	SG	LMV (m³/mol)	T_c (K)	P_c (atm)	T_b reduzida	ω
F1	345,15	671,7421	87,03703275	0,672	0,129569129	511,972	28,961	0,67416	0,29
F2	365,15	687,4626	96,96381566	0,687	0,14104595	533,907	27,155	0,68392	0,32
F3	378,15	705,5972	103,8140492	0,706	0,147129329	549,781	26,841	0,68782	0,34
F4	389,15	708,1981	109,6628953	0,708	0,154847775	560,212	25,419	0,69465	0,36
F5	404,15	767,8368	116,6402305	0,768	0,151907576	588,096	28,621	0,68722	0,37
F6	438,15	895,0396	122,9700257	0,895	0,137390601	652,297	34,589	0,6717	0,34

Frações - PL									
	T_{bolha} (K)	ρ (kg/m³)	M_{molar} (g/mol)	SG	LMV (m³/mol)	T_c (K)	P_c (atm)	T_b reduzida	ω
F1	359,25	721,0407	94,20037495	0,721	0,13064502	535,6	31,527	0,67075	1,2
F2	389,25	745,0305	109,2482693	0,745	0,14663597	569,1	28,833	0,68403	1,3
F3	419,25	759,6366	125,9441099	0,76	0,16579521	599,3	25,732	0,69952	1,4
F4	449,25	784,1244	143,6056848	0,784	0,18314146	631,5	23,866	0,71143	1,5
F5	479,25	794,7675	163,8242675	0,795	0,20612854	659,1	21,223	0,72711	1,7
F6	509,25	812,451	185,30953	0,812	0,22808703	688,2	19,415	0,73992	1,8

No gráfico nota-se que as frações de petróleo têm uma faixa de destilação maior que as de GC. As temperaturas inicial e final de destilação do PL foram de 86,1 e 236,1 °C. Quanto à caracterização, é possível notar que as frações de uma mesma amostra apresentam diferenças nas suas propriedades. Os demais dados presentes na tabela foram determinados a partir de correlações, como a do cálculo do fator acêntrico de Edmister-Twu e as correlações de Lee-Kesler.

CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos experimentalmente foi possível a obtenção das demais propriedades do fluido através do uso das correlações. A metodologia aplicada se mostra eficiente na caracterização de substâncias das quais não se dispõe de muita informação. Os dados apesar de coerentes estão sendo avaliados.

REFERÊNCIAS

RIAZI, M.R. **Characterization and properties of Petroleum Fractions.** Kuwait: Astm International, 2005.

RESUMO EXPANDIDO

DETERMINAÇÃO DE DADOS DE PRESSÃO DE VAPOR DE DIFERENTES SUBSTÂNCIAS NO EBULIÔMETRO OTHMER MODIFICADO

Rayane Teixeira de Brito*; Dannielle Janainne Silva; Osvaldo Chiavone-Filho

****email:*** rtdb003@gmail.com

Avaliar o desempenho do equipamento de medição de equilíbrio líquido-vapor (ELV) é de extrema importância para a confiabilidade dos resultados para aplicação nos processos. Um exemplo de processo é a regeneração do monoetilenoglicol (MEG) que ocorre em plataformas marítimas. Neste projeto se faz necessária a veracidade e precisão dos dados de pressão de vapor visando no futuro o estudo do sistema ternário como o monoetilenoglicol, sais e água que até então desconhecidos no meio científico.

Assim, este trabalho teve como objetivo realizar a verificação do ebuliômetro Othmer modificado por meio de experimentos de pressão de vapor com acetona, água e etanol visando analisar a calibração do aparato experimental em termos de pressão e temperatura, uma vez que dados de pressão de vapor para essas três substâncias são amplamente conhecidos e encontrados na literatura.

Ao longo do seu uso um equipamento de medição tende a degradar seu desempenho. É previsível que quanto mais o equipamento for utilizado, maior a chance que seu erro esteja acima do aceitável. Vale ressaltar que o erro de medição não depende só do equipamento. Outros fatores como o método de medição, as condições ambientais, o padrão utilizado, dentre outros, também afetam o erro de medição.

A forma mais usual de caracterizar e avaliar o desempenho de um equipamento de medição é a calibração. A calibração deve ser realizada periodicamente e é uma condição necessária para que os resultados de medição sejam confiáveis.

A metodologia experimental consistiu, inicialmente, em adicionar as substâncias puras (acetona, água e etanol) no ebuliômetro e ajustar a pressão desejada e aguardar o equilíbrio e assim anotar a temperatura. As pressões variaram de 300 a 1013 mbar. Foram realizadas análises de densidade ao final de cada curva as quais foram feitas em duplicata para avaliar a sua reprodutibilidade.

Na Tabela 1 se encontram as constantes de Antoine usadas para cálculos de pressão de vapor para as substâncias acetona, água e etanol, as quais foram obtidas em Gmehling (2016).

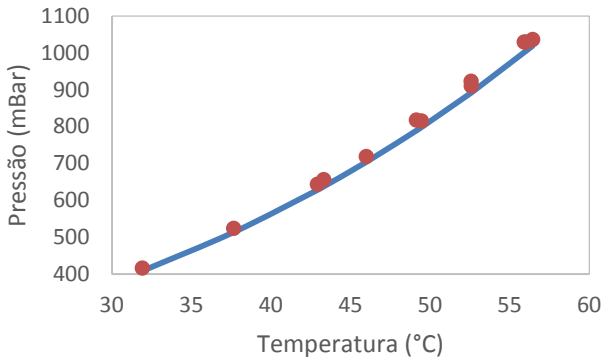
Tabela 1. Constantes de Antoine* (Gmehling, 2016) usadas para os cálculos de pressão de vapor.

Substância	*A*	*B*	*C*	$T_{mín}$ (°C)	$T_{máx}$ (°C)
Acetona	7,13270	1219,970	230,653	-64	70
Água	8,07131	1730,630	233,426	1	100
Etanol	8,20417	1642,890	230,300	-55	80

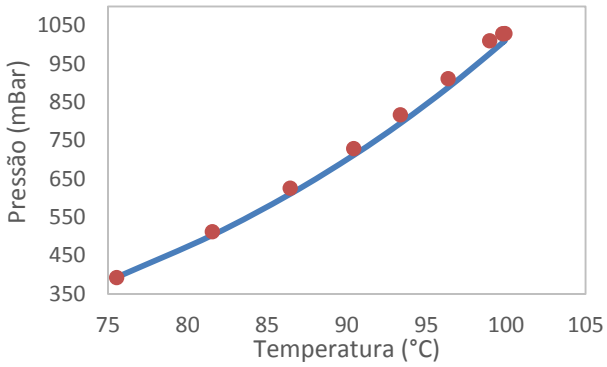
* *P* em mmHg, *T* em °C.

Na Figura 1 se encontram os dados de pressão de vapor para acetona (a), água (b) e etanol (c), respectivamente em diferentes pressões.

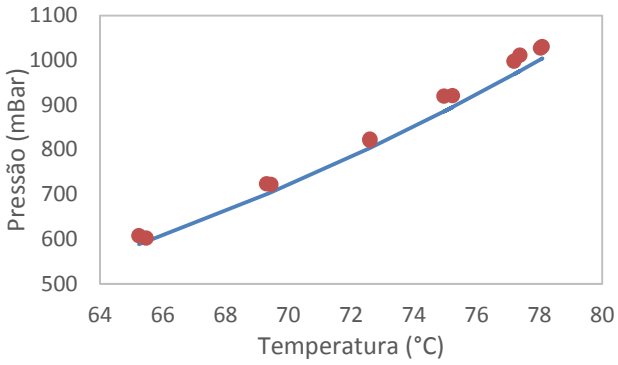
Figura 1. Curva de pressão de vapor para acetona (a), água (b) e etanol (c); – Antoine e • experimental.



Acetona (a)



Água (b)



Etanol (c)

Com esses dados de equilíbrio de substâncias conhecidas foi possível obter uma curva de calibração para o transdutor de pressão, $P = 0{,}970\ P^{e} + 3{,}170$, = 0.970 onde P é a pressão real obtida pelo ajuste da pressão experimental (P^{e}), com coeficiente de correlação (R^2) de 0,999. A análise dos resultados permite inferir que os equipamentos utilizados estão determinando com precisão os dados e, portanto, aptos para novos sistemas, como MEG e NaCl. Outra abordagem é aplicar a correção da temperatura no lugar da pressão, usando a equação de Antoine também.

Referências

Gmehling, J. (2016). Dortmund Data Bank. DDBST Software & Separation Technology, Oldenburg, Germany. http://ddbonline.ddbst.com/AntoineCalculation/AntoineCalculationCGI.exe. Acessado em 12 de dezembro de 2016.

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, consequentemente, 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

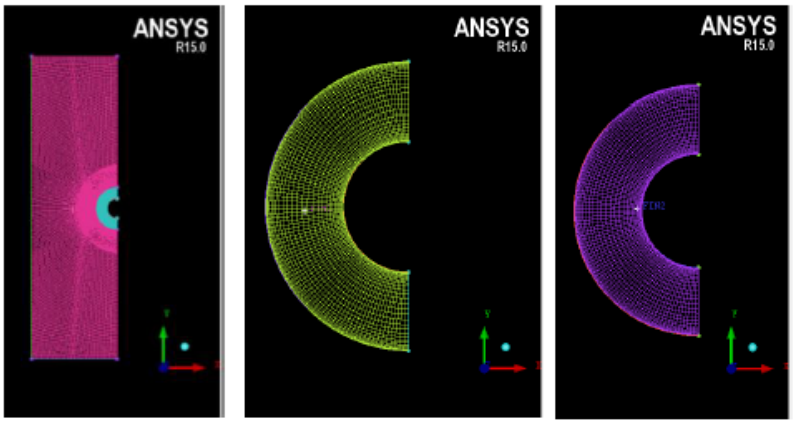
Este estudo contém as seguintes etapas: revisão bibliográfica; treinamento do software Ansys CFX □; definição dos domínios físicos; aplicação das equações governantes e das condições de contorno; utilização

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 e a geração de malhas foram realizadas. Atualmente o projeto encontra-se na fase de emprego do software para as simulações com o auxílio do Ansys CFX 15.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geração de malhas refinadas e compactas, necessárias para a obtenção de melhores resultados, foi um desafio. No entanto, o projeto segue conforme a metodologia pré-determinada. As três malhas mostradas na figura 1 (a), (b) e (c), geradas com o auxílio do ICEM CFD 15.0, apresentam 473816 nós e 440802 elementos. Esses são números de nós e elementos bem abaixo da média 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.

Figura 1. Malhas do trocador de calor. Domínio fluido e as intefaces entre o fluido, aletas e o tubo (a), aleta 1 (b) e aleta 2 (c).



(a) (b) (c)

Fonte: produzida pelo autor

CONCLUSÕES

O projeto conceitual e a geração de malhas encontra-se em fase final. As simulações estão em andamento, conforme consta no plano de trabalho. As próximas etapas são a conclusão das simulações e análise dos resultados. Sete das disciplinas da especialização já foram cursadas e uma será cursada no presente semestre de 2017.1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

RESUMO EXPANDIDO

PROCESSO DE INERTIZAÇÃO DO REJEITO DE PERFURAÇÃO E SOLO IMPACTADO: TRATAMENTO DOS LÍQUIDOS RECIRCULANTES

Beatriz Idalina de Oliveira Vieira*; Hermano Gomes Fernandes; Osvaldo Chiavone-Filho
****beatrizidalina@hotmail.com***

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. O principal resíduo gerado na etapa de perfuração dos poços de petróleo são os denominados cascalhos de perfuração, causador de potenciais impactos ao solo e água subterrânea. Esses rejeitos classificados como resíduos sólidos, devido seu 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 nesta pesquisa visa otimizar a corrente recirculada advinda 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.

Serão realizados testes com amostras de água produzida e recirculada, com diferentes tensoativos advindas do intertizador localizado no município de Mossoró/RN, e ainda, com água destilada para a contabilização de possíveis traços de óleo provenientes do compressor de ar. Além disso, serão dimensionadas as variáveis vazão de ar e vazão de efluente líquido de acordo com a realização do experimento. Coletadas e analisadas as amostras já disponíveis, será acoplado à coluna um tanque onde o efluente proveniente da base da coluna será decantado, otimizando a separação desejada. Segundo (Silva, 2013), somente com a flotação e tensoativos é possível reduzir em até 86% o Teor de Óleos e Graxas (TOG) em efluentes oleosos, e com a decantação, é esperado um índice ainda melhor.

REFERÊNCIA

SILVA, Syllos Santos. Integração dos Processos de Flotação e Foto-Fenton para Redução de Óleos e Graxas de Água Produzida em Campos de Petróleo. 2013. 122 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.