

AVALIAÇÃO DAS ZEÓLITAS ZSM-5 E MCM-22 NO PROCESSO DE SEPARAÇÃO ÓLEO/ÁGUA.

A. S. Barbosa*, A. S. Barbosa, G. M. de Paula, M. G. F. Rodrigues

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Avenida Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó – 58.429-970, Campina Grande – PB, Brasil.

e-mail*: antoniellybarbosa@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade das zeólitas dos tipos (ZSM-5 e MCM-22) em sistema de separação óleo/água em um sistema de banho finito. As zeólitas foram caracterizadas por Análise Química através da Espectrometria de Raios X por Energia Dispersiva (EDX), Difração de Raios X (DRX), Adsorção Física de Nitrogênio (Método de BET). Foi utilizado um sistema de banho finito. Os melhores resultados obtidos através do banho finito para as zeólitas ZSM-5 e MCM-22 foram: 98,32 % e 86,58 % (porcentagem de remoção total de óleo) e 50,62 mg/g e 24,56 mg/g (capacidade de remoção do óleo no equilíbrio), respectivamente, indicando que o uso das zeólitas ZSM-5 e MCM-22 tem potencial no processo de separação de emulsões óleo/água.

Palavras-chave: MCM-22, ZSM-5, separação óleo/água.

INTRODUÇÃO

Água de resíduos oleosos é uma das questões ambientais mais graves criadas pela produção em campos de petróleo. O tratamento da água de resíduos

oleosos é importante não só do ponto de vista econômico, mas também em termos de acabar com a poluição dos recursos hídricos⁽¹⁾.

Numerosos métodos podem ser aplicados para a separação de óleo em emulsões de água, tais como adsorção, coagulação, tratamento com membrana, filtração biológica, flotação, métodos de hidrociclone⁽²⁾. No entanto, a aplicação destas técnicas tem sido limitada por razões técnicas e econômico. Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de empregarem-se trocadores iônicos naturais, como, por exemplo, aluminossilicatos, os quais apresentam baixo custo, alta disponibilidade. Os principais componentes desse grupo são argilas e zeólitas⁽³⁻⁴⁾.

As zeólitas são materiais cristalinos inorgânicos que apresentam poros de dimensões moleculares e uma estreita distribuição de tamanho de poros. Além dessas propriedades, possui alta estabilidade térmica e química, capacidade de troca catiônica⁽⁵⁾.

Em 1990 pesquisadores da Mobil Oil Corporation desenvolveram e patentearam um novo material zeolítico, denominada zeólita MCM-22 (**MWW**, código IZA)⁽⁶⁾.

A zeólita MCM-22 apresenta uma estrutura característica que compõem de dois sistemas de poros independentes. O primeiro sistema é constituído por canais senoidais bidimensionais de 10 membros ($4,0\text{a} \times 5,0 \text{ \AA}$), o outro é composto por supercavidades cilíndrica de 12 membros ($7,1\text{a} \times 18,2 \text{ \AA}$) que são acessíveis através de aberturas de 10 anéis que são interligadas por anéis duplos de 6 membros (anéis) ($4,0\text{a} \times 5,5 \text{ \AA}$). Deste modo, a zeólita MCM-22 geralmente serve como catalisador ou adsorvente com grande porosidade e superfície externa⁽⁷⁾.

A zeólita ZSM-5 foi desenvolvida pela Mobil em 1972. O nome genérico da zeólita pentasil é atribuído a uma nova família de zeólitas, caracterizada por uma elevada percentagem de silício com uma relação Si/Al compreendida entre 15 ao infinito⁽⁸⁾.

A estrutura da zeólita MFI é um dos tipos mais estudados, apresentando dois sistemas de canais elípticos interligados: sendo um deles quase em linha reta ao longo do eixo b, com uma abertura de poros de ($5,4 \text{ \AA} \times 5,6 \text{ \AA}$) e o outro em zig-zag ao longo dos eixos ac com uma abertura de poros de ($5,1 \text{ \AA} \times 5,5 \text{ \AA}$), ambos formados por anéis de 10 átomos de oxigênios. O tamanho dos poros está na faixa de muitas moléculas industrialmente importantes, tais como isômeros de xileno, benzeno, isômeros do ácido toluico, ciclohexano, fenol, anilina, e seus derivados⁽⁵⁾.

Dentro deste contexto propõe-se então avaliar a eficiência no processo de separação emulsão óleo/água das zeólitas ZSM-5 e MCM-22.

MATERIAIS E MÉTODOS

Síntese da zeólita MCM-22

A zeólita MCM-22 foi preparada utilizando o método de síntese hidrotérmica. Numa síntese típica, 2,488g de aluminato de sódio foi dissolvido em uma solução contendo 1,544g hidróxido de sódio em 415g de água deionizada, à temperatura ambiente, sob agitação mecânica por 20 minutos, para total dissolução do sal. A esta mistura foram adicionados 25,4 g da hexametilenoimina (HMI), gota a gota por 40 minutos e em seguida 30,7g de sílica amorfa foi adicionada, sob agitação. O gel formado foi envelhecido por 30 minutos sob agitação mecânica, à temperatura ambiente. Em seguida, o gel foi transferido para uma autoclave de aço inoxidável e levado para a estufa, onde permaneceu por 10 dias a uma temperatura de 150 °C (tratamento hidrotérmico). Após este tempo, o sólido foi recuperado por centrifugação, lavagem e secagem a 60 °C por um período de 24 horas. Após esse processo a amostra foi triturada em um almofariz e peneirada (malha 200mesh) para posterior caracterização.

A zeólita ZSM-5 foi fornecida pela companhia ZEOLYST em sua forma amoniacal.

Caracterização

Espectroscopia de Raios X por Energia Dispersiva (EDX) - As composições das amostras foram analisadas em um espectrômetro EDX-700 Shimadzu.

Difração de Raios-X (DRX) – Os dados coletados foram das amostras utilizando o método do pó empregando-se um difratômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40 KV, corrente de 30 mA, tamanho do passo de 0,020 2 θ e tempo por passo de 1,000s, com velocidade de varredura de 2°(2 θ)/min, com ângulo 2 θ percorrido de 0° a 50°.

Adsorção de Nitrogênio (Método de BET) - Na obtenção das isotermas de adsorção e dessorção de nitrogênio a -196°C utilizou-se um aparelho ASAP 2020 da Micromeritics.

Preparação das Emulsões óleo/água

Para a realização dos ensaios de banho finito, foram produzidas emulsões óleo/água com concentrações de 100 ppm, 300 ppm e 500 ppm. O óleo utilizado foi o óleo lubrificante, da marca Lubrax. Foi adicionado às emulsões cloreto de sódio na concentração de 5000 ppm para simular a salinidade da água do mar. As emulsões são preparadas sob agitação intensa, 17000 rpm, rotação suficiente para a formação das emulsões, durante 20 minutos.

Preparação e Realização de Ensaios de Banho Finito

Os ensaios de banho finito foram preparados de acordo com a matriz de planejamento. Adicionou-se 0,5 g das zeólitas NH₄ZSM-5 e MCM-22 a 50 ml das emulsões com concentrações de 100, 200, 300, 400 e 500 ppm. Após adicionar, levou-se o conjunto (emulsão óleo/água + zeólita) sem agitação durante 6 horas, de forma a garantir o equilíbrio do sistema.

Determinação da Concentração de Óleo (Método do Clorofórmio)

A concentração de óleo presente na fase aquosa do conjunto (emulsões óleo/água + água) após o tempo determinado (6 horas) foi determinada através de análises de absorbância utilizando o Espectrofotômetro de UV – Visível. Inicialmente foi preparada uma curva de calibração. A curva foi feita variando as concentrações de 0 a 100 ppm e o solvente utilizado foi o clorofórmio, o qual possui um pico significativo no comprimento de onda de 262 nm nas amostras avaliadas.

Para determinar a quantidade de óleo presente na água a técnica consistiu em coletar 5 ml da amostra a ser analisada e adicionou-se 5 ml de clorofórmio. Agitou-se por 5 minutos e após a separação da fase, foi feita a coleta da fase solvente (clorofórmio + óleo). Foi realizada a leitura da absorbância, em 262 nm no espectrofotômetro. E através da curva de calibração foi possível determinar a concentração de óleo na amostra.

Determinação da quantidade de óleo

A porcentagem de remoção total de óleo (Rem (%)) e a capacidade de remoção de óleo no equilíbrio (qeq) foram obtidas com as equações 1 e 2, respectivamente:

$$\% \text{Rem} = \left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

%Rem – Porcentagem total de remoção de óleo; C_0 – Concentração da solução inicial (emulsão óleo/água) concentração, em ppm; C_{eq} – Concentração da solução final (emulsão óleo/água), em ppm.

$$q_{eq} = \frac{V}{m} (C_0 - C_{eq}) \quad (2)$$

Onde:

q_{eq} – capacidade de remoção de óleo no equilíbrio, em mg de óleo/g de adsorvente; C_0 – Concentração da solução inicial (emulsão óleo/água) concentração, em ppm; C_{eq} – Concentração da solução final (emulsão óleo/água), em ppm; V – volume do adsorbato, in mL; m – massa do adsorvente, in g.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química da zeólita ZSM-5, na forma de óxidos, está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química da zeólita ZSM-5, na forma de óxidos.

Amostra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	Impurezas
NH ₄ ZSM-5	95,78	3,62	26,45	0,59

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1 observou-se que a zeólita ZSM-5 apresentou alto percentual de óxido de silício SiO₂, e baixo percentual de óxido de alumínio Al₂O₃ na estrutura zeolítica, o que lhes confere uma alta razão Si/Al característico da estrutura MFI ⁽⁹⁾.

A Figura 1 mostra o resultado da análise de DRX, na varredura de 2θ de 0 a 50°, da zeólita na sua forma comercial ZSM-5.

De acordo com a Figura 1 a zeólita ZSM-5 utilizada, apresentou picos característicos da estrutura do grupo MFI, nos intervalos de 2θ = 7-9° e 23-25°, confirmando a formação da estrutura zeolítica ZSM-5 ⁽¹⁰⁾.

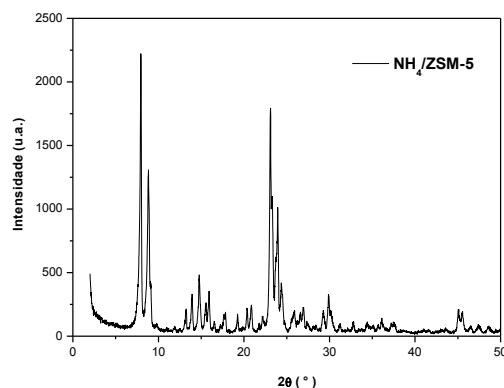


Figura 1. Difratoograma de Raios X da zeólita ZSM-5.

A Figura 2 mostra o resultado das isotermas de adsorção e dessorção física de nitrogênio, da zeólita ZSM-5.

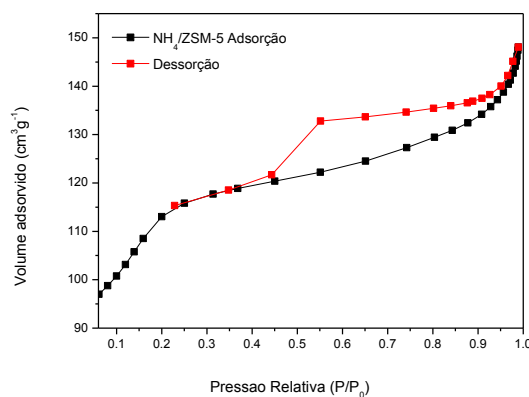


Figura 2. Isotermas de adsorção e dessorção de nitrogênio da zeólita ZSM-5.

De acordo com as isotermas de adsorção/dessorção apresentadas na Figura 2, a curva de dessorção apresentou “loop” de histerese a altas pressões parciais revelando algum grau de mesoporosidade, este fato pode ser decorrente da presença de mesoporos intracristalino, conduzindo provavelmente ao fenômeno de condensação capilar dentro dos mesoporos ⁽¹¹⁾ e pela formação de vazios (poros defeituosos cercados por nanocanais) que são produzidos pelo espaçamento interparticular (porosidade intergranular) ⁽¹²⁾.

A Tabela 2 apresenta os resultados de volume de poros e a área superficial específica, usando o método de BET da amostra ZSM-5.

Tabela 2. Análise textural da amostra ZSM-5.

Amostra	S_{BET} (m ² /g)	V_{micro} (cm ³ /g)	VP_{total} (cm ³ /g)
ZSM-5	394	0,07	0,22

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2 a área específica e o volume de poros da zeólita comercial ZSM-5 determinado pelo método de BET e pelo método de BJH, respectivamente, apresentam valores ($394 \text{ m}^2/\text{g}$; $0,22 \text{ cm}^3/\text{g}$) aproximados aos encontrados na literatura ⁽¹³⁾.

A Tabela 3 apresenta a composição química, na forma de óxidos, da zeólita MCM-22.

Tabela 3. Composição química da zeólita MCM-22.

Componentes	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Impurezas (%)	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (%)
MCM-22	94,02	5,88	0,09	15,98

É possível observar a partir dos resultados da Tabela 3, que as amostras em estudo apresentaram alto percentual de sílica (SiO₂) e baixo teor de alumina (Al₂O₃) na estrutura zeolítica, o que lhes confere uma alta razão SiO₂/Al₂O₃ característico da estrutura **MWW** ⁽¹⁴⁾.

A Figura 3 mostra o difratograma de raios X da zeólita MCM-22 obtida neste trabalho através do método de síntese estática.

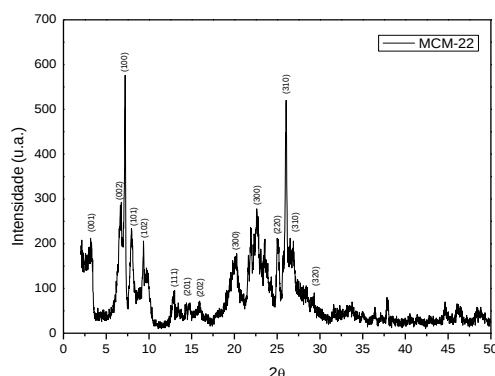


Figura 3. Difratograma da zeólita MCM-22.

O difratograma apresentado acima referente à amostra da zeólita MCM-22, obtida pelo método de síntese estático está em concordância com aqueles relatados pela literatura ^(8; 15-17) sendo considerados característicos de materiais cristalinos e puros.

É possível observar, a partir da Figura 3, os picos indexados como (001) e (002) que são característicos da topologia MWW. A topologia MWW presente no material corresponde a uma estrutura lamelar, composta por lamelas de 2,5 nm intercaladas por moléculas da HMI ^(18; 19).

A Figura 4 mostra as isotermas de adsorção-desorção de N_2 a -196°C referentes a zeólita MCM-22. A forma da isoterma de adsorção-desorção (tipo I) de nitrogênio (Figura 4) é o esperado para uma topologia porosa dos materiais: MCM-22 (materiais microporosos) ⁽²⁰⁾.

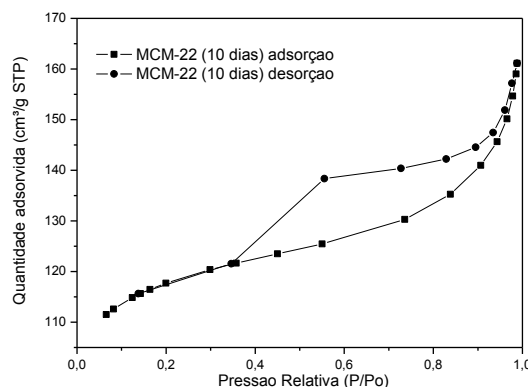


Figura 4. Isotermas de adsorção-desorção de N_2 a -196°C da zeólita MCM-22.

A curva de desorção apresentou histerese em altas pressões (histerese do tipo H3, segundo a classificação da IUPAC). Esse comportamento é observado por se tratar de um material microporoso, formado por cristais com formato de placas muito finas, os quais, ao se aglomeram, originam mesoporos em forma de fendas onde ocorre a condensação do N_2 ⁽²¹⁾.

A Tabela 3 mostra os resultados, calculados a partir das isotermas, volume de poros, usando o método de BJH; e a área específica, usando o método de BET, da zeólita MCM-22.

Tabela 3. Análise textural da amostra MCM-22.

Amostras	S_{BET} (m^2/g)	V_{micro} (cm^3/g)	VP_{total} (cm^3/g)
MCM-22	397	0,14	0,25

A zeólita MCM-22 apresentou área superficial específica (A_{BET}) de $397 \text{ m}^2/\text{g}$. Esta área é considerada característica para a zeólita MCM-22, que pode variar entre 310 e $450 \text{ m}^2/\text{g}$ para a síntese estática, e se apresentam de comum acordo com os valores obtidos na literatura ⁽²²⁾. O volume de microporos da zeólita MCM-22 pura, sem fases contaminantes, pode variar entre $0,160 \text{ cm}^3/\text{g}$ e $0,200 \text{ cm}^3/\text{g}$. Ravishankar et al., (2005), chegaram a estimar um volume de microporos entre $0,080 \text{ cm}^3/\text{g}$ e $0,100 \text{ cm}^3/\text{g}$. O volume de microporos (V_{mic}) encontrado para a zeólita MCM-22, $0,141 \text{ cm}^3/\text{g}$, esta de comum acordo com valores obtidos por ⁽²⁴⁾.

Os resultados obtidos para a percentagem de óleo removida e capacidade de remoção, para as zeólitas ZSM-5 e MCM-22, estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Resultados obtidos para o adsorvente (zeólita ZSM-5).

Ensaio	C ₀ TEÓRICA (mg/L)	C ₀ REAL (mg/L)	Óleo (ppm)	%Rem	q _{eq} (mg/g)
1	100	96	6,94	92,77	8,91
2	100	96	6,82	92,89	8,92
3	300	306	6,30	97,94	29,97
4	300	306	5,13	98,32	30,09
5	500	518	11,81	97,72	50,62

Os resultados mostrados na coluna "óleo" são calculados como relatado na equação 2. O ensaio 4 apresentou o melhor resultado, atingindo uma percentagem de remoção total de óleo de 98,32%. Também foi observado que, em termos da capacidade de remoção de óleo, no equilíbrio (q_{eq}), os melhores resultados foram obtidos em testes conduzidos sob concentrações mais elevadas de óleo, o melhor resultado foi o ensaio 5, com a remoção de 50,62 mg de óleo para cada grama de zeólita ZSM-5.

Tabela 5. Resultados obtidos para o adsorvente (zeólita MCM-22).

Ensaio	C ₀ TEÓRICA (mg/L)	C ₀ REAL (mg/L)	Óleo (mg/L)	% Rem	q _{eq}
1	100	130,00	17,451	86,58	11,26
2	200	208,00	47,129	77,34	16,09
3	300	312,00	109,06	65,04	20,29
4	400	427,00	292,61	31,47	13,44
5	500	505,00	259,38	48,64	24,56

É improvável que qualquer processo de tratamento único possa eliminar todo o óleo do efluente. No entanto, o presente estudo de laboratório sugere que o contato das zeólitas ZSM-5 e MCM-22 com o efluente é capaz de produzir um efluente com teor de óleo reduzido. O melhor resultado obtido foi do ensaio 1, atingindo porcentagem de remoção total de óleo 86,58 % que pode ser atribuído a natureza da zeólita que age como uma peneira molecular ⁽²⁵⁾. Foi observado que a capacidade remoção de óleo no equilíbrio, isto é, q_{eq}, o melhor resultado obtido no ensaio realizado a alta concentração, sendo 24,56 mg de óleo são removidos para cada grama de zeólita MCM-22.

É possível observar que os melhores resultados foram para a zeólita ZSM-5. Este fato pode ser justificado pela diferença nas estruturas dos adsorventes (ZSM-5 e MCM-22), conforme foi apresentado na introdução.

CONCLUSÕES

O processo de separação emulsão óleo/água das zeólitas ZSM-5 e MCM-22 foi avaliado. Tanto a zeólita ZSM-5 quanto a zeólita MCM-22 apresentou potencial para o processo de separação emulsão óleo/água, porém a eficiência da zeólita ZSM-5 foi superior a zeólita MCM-22.

A zeólita ZSM-5 apresentou no ensaio 4 o melhor resultado, atingindo uma percentagem de remoção total de óleo de 98,32%. O melhor resultado obtido, para a zeólita MCM-22, foi do ensaio 1 atingindo percentagem de remoção total de óleo 86,58 % que pode ser atribuído a natureza da zeólita que age como uma peneira molecular.

A zeólita ZSM-5 obteve melhores resultados, para remoção de óleo, quando comparada com a zeólita MCM-22, tornando o uso da zeólita ZSM-5 economicamente viável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida e a Petrobras pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. LI X.; ZHANG C.; LIU J. Adsorption of oil from waste water by coal: characteristics and mechanism. *Mining Science and Technology*, v. 20, p. 0778–0781, 2010.
2. TUAN V.; TSUYO S.; TAKAYA H.; KOICHI Y.; MASAHIKO S.; RYOSUKE D.; HUY T.; JIE W. Performance of tiny micro bubbles enhanced with “normal cyclone bubbles” in separation of fine oil-in-water emulsions. *Chemical Engineering Science*, v. 94, p. 1–6, 2013.
3. BANDOSZ, T. J.; *Activated Carbon Surface in Environmental Remediation*, Academic Press, Oxford, 2006.
4. SAQUETO, K. C.; MACHADO, A. M. R.; SALVADOR, N. N. B.; Uses of Natural Scolecite Zeolite in the Removal of Cd(II), Cr(III) e Pb(II). *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 5, 2006.
5. GIANNETTO, G. P. Zeolitas – características, propiedades y aplicaciones industriales. *Caracas, Editorial Inovación Tecnológica*, p. 170, 1990.
6. KUMAR, G. S.; SARAVANAMURUGAN, S.; HARTMANN, M.; PALANICHAMY, M.; MURUGESAN, V. Synthesis, characterisation and catalytic performance of

- HCM-22 of different silica to alumina ratios. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, v. 272, p.38–44, 2007.
7. LEITE, R. C. N. Síntese hidrotérmica de zeólitas do tipo mcm-22 com rotas de síntese com mínimo de direcionadores orgânicos e preparação de catalisadores contendo níquel, platina e rutênio. Tese de doutorado, 2011.
 8. WU, Y.; REN, X.; WANG, J. Facile synthesis and morphology control of zeolite MCM-22 via a two-step sol–gel route with tetraethyl orthosilicate as silica source. *Materials Chemistry and Physics*, v. 113, p. 773–779, 2009.
 9. KHATAMIAN, M.; KHANDAR, A. A.; HAGHIGHI, M.; GHADIRI, M.; DARBANDI, M. Synthesis, characterization and acidic properties of nanopowder ZSM-5 type ferrisilicates in the Na^+/K^+ alkali system. *Powder Technology*, v. 203, p. 503–509, 2010.
 10. BARBOSA, A. S.; PATRÍCIO, A. C. L.; RODRIGUES, M. G. F. Avaliação da zeólita $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ no processo de separação óleo/água. Encontro Brasileiro de Adsorção, Recife, 2012.
 11. TREACY, M. M. J.; HIGGINS, J. B. Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites. Published on behalf of the Structure Commission of the International Zeolite Association. 2001.
 12. SELVARAJ, M.; LEE, K.; YOO, K. S.; LEE, T. G. Synthesis of 2-acetyl-6-methoxynaphthalene using mesoporous $\text{SO}_4^{2-}/\text{Al-MCM-41}$ molecular sieves. *Microporous and Mesoporous Materials*, v. 81, p. 343-355, 2005.
 13. MAIA, A. J.; LOUIS, B.; LAM, Y. L.; PEREIRA, M. M. Ni-ZSM-5 catalysts: Detailed characterization of metal sites for proper catalyst design. *J. of Catalysis*, v. 269, P. 103-109, 2010.
 14. BAI, L.; ZHOU, Y.; ZHANG, Y.; LIU, H.; SHENG, X.; DUAN, Y. Effect of calcination atmosphere on the catalytic properties of PtSnNaMg/ZSM-5 for propane dehydrogenation. *Catalysis Communications*, v.10, p.2013-2017, 2009.
 15. M. K. RUBIN, P. CHU; Composition of Synthetic Porous Crystalline Material, Its Synthesis and Use. U.S. Patent 4, 959, 325, 1990.
 16. PERGHER, S.B.C.; CORMA, A.; FORNÉS, V. Preparación y caracterización de la zeólita MCM-22 y de su precursor laminar. *Química Nova*, v. 26, p. 795-802, 2003.
 17. HE, J.Y.; NIVARTHY, G.S.; EDER, F.; SESHAN, K.; LERCHER, J.A. Synthesis, characterization and catalytic activity of the pillared molecular sieve MCM-36. *Microporous and Mesoporous Materials*, v. 25, p. 207-224, 1998.
 18. LAWTON, S. L.; FUNG, A. S.; KENNEDY, G. J.; ALEMANY, L. B.; CHANG, C. D.; HATZIKOS, G. H.; LISSY, D. N.; RUBIN, M. K.; TIMKEN, H. K. C.; Steuernagel, S.; Woessner, D. E. Zeolite MCM-49 a 3-dimensional MCM-22 analog synthesized by in-situcrystallization. *Journal of Physical and Chemical*, v. 100, p. 3788-3798, 1996.
 19. DÍAZ, U.; FORNÉS, V.; CORMA, A. On the mechanism of zeolite growing: Crystallization by seeding with delayered zeolites. *Microporous and Mesoporous Mat*, v. 90, p. 73 – 80, 2006.
 20. LAFORGE, S.; AYRAULT, P.; MARTIN, D.; GUINET, M. Acidic and catalytic properties of MCM-22 and MCM-36 zeolites synthesized from the same precursors. *Appl. Catal.*, A. v. 279, p. 79–88, 2005.
 21. MARQUES, A.L.S.; MONTEIRO, J.L.F.; PASTORE, H.O. Static crystallization of zeolites MCM-22 and MCM-49. *Microporous and Mesoporous Mat.*, v. 32, p.

131 – 145, 1999.

22. LALLEMAND, M.; RUSU, O. A.; DUMITRIU, E.; FINIELS, A.; FAJULA, F.; HULEA, V. NiMCM-36 and NiMCM-22 catalysts for the ethylene oligomerization: Effect of zeolite texture and nickel cations/acid sites ratio. *Applied Catalysis A: General*, v.338, p.37–43, 2008.
23. RAVISHANKAR, R.; LI, M. M.; BORGNA, A. Novel utilization of MCM-22 molecular sieves as supports of cobalt catalysts in the Fischer–Tropsch synthesis. *Catalysis Today*, v.106, p.149–153, 2005.
24. KOLLÁR, M.; MIHÁLYI, R. M.; PÁL-BORBÉLY, G.; VALYON, J. Micro/mesoporous aluminosilicate composites from zeolite MCM-22 precursor. *Microporous and Mesoporous Materials*. V. 99, p.37–46, 2007.
25. Ellis, J.; Korth, J.; Peng, L. From stuart oil-shale using high-silica zeolites *Fuel*, v. 74, p. 860-864, 1995.

EVALUATION OF ZEOLITES ZSM-5 AND MCM-22 THE SEPARATION PROCESS OIL / WATER.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the ability of zeolite of types (ZSM-5 and MCM-22) system in oil/water separation system in a finite bath. The zeolite was characterized by chemical analysis by X-ray Spectrometry Energy Dispersive (EDX), X-Ray Diffraction (XRD), nitrogen adsorption (BET method). We used a finite bath system. The best results obtained from finite bath for zeolite ZSM-5 and MCM-22 were 98.32% and 86.58% (percentage of total removal of oil) and 50.62 mg / g and 24.56 mg / g (oil removal capacity at equilibrium), respectively, indicating that the use of zeolite ZSM-5 and MCM-22 has potential in the process of separating oil / water emulsions.

Keywords: MCM-22, ZSM-5, separation oil/water.