

EFEITO DA INCORPORAÇÃO DO FERRO NA ZEÓLITA ZSM-5

A. C. Gonzaga¹, B. V. de Sousa², W. S. Lima², M. G. F. Rodrigues²

¹ UFCG/CCT/UAEMA, Rua Cassiano Pereira, 319 – Jardim Paulistano – CEP: 58106-105 – Campina Grande/PB; e-mail: arthurgonzaga_cg@yahoo.com.br

² UFCG/CCT/UAEQ, Rua Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó – Campina Grande/PB; e-mail: meiry@deq.ufcg.edu.br, biancaviana_cg@yahoo.com.br

RESUMO

Estudos de metais de transição suportados sobre sólidos cristalinos de alta área superficial, como as zeólitas, tem sido realizados por apresentar propriedades de peneira molecular; seletividade de forma, limitação geométrica para formar cristalitos dentro da faixa de nanoescala; atividade catalítica superior quando comparada com catalisadores suportados com óxidos convencionais. No interior dos poros ou canais da zeólita, os cristalitos metálicos têm tamanhos que permitem modificar a seletividade do catalisador e outras propriedades, podendo ser estabilizados dentro da estrutura zeolítica em cátion de posição trocada e a limitação geométrica controla o limite para o crescimento de cristalitos metálicos. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da incorporação do metal no suporte zeolítico. Para verificar este efeito o material foi caracterizado por EDX, DRX e BET. Para incorporação do metal com teor de 5 e 15% metálico sobre o suporte zeolítico (NH_4^+ ZSM-5) utilizou-se o método de impregnação úmida.

Palavras-chaves: Ferro, Zeólita, Impregnação.

INTRODUÇÃO

As zeólitas constituem-se de silicatos e aluminossilicatos hidratados cristalinos microporosos, compondo-se de uma rede tridimensional com canais e cavidades de dimensões moleculares de tetraedros TO_4 (T = átomo tetraédrico, ao exemplo do Si e Al), ligados por átomos de oxigênio, cada um deles comum a dois tetraedros vizinhos ^(1, 2).

A zeólita ZSM-5 pertence à família MFI, série Zeolite Socony Mobil, com abertura de poros médios de 5Å e alto teor de silício ($\text{Si/Al} > 15$). Na estrutura há ciclos de 5 tetraedros com cadeias que se combinam gerando um sistema com 2 tipos de canais elípticos com anéis de 10 membros cada: retilíneos (abertura de 5,6 x 5,3Å) e os sinuosos (abertura de 5,5 x 5,1Å). Na ZSM-5 não há cavidades e o volume poroso é formado pelos canais ^(3, 4).

Um grande uso do sistema metal/zeólita é na catálise, conjugando a atividade catalítica e uma elevada dispersão do metal com elementos de seletividade conferidos pelas propriedades de peneira molecular da zeólita ⁽⁵⁾.

As zeólitas são ótimos suportes para catalisadores metálicos quando o tamanho máximo de partículas de metal ocluído é limitado ao tamanho dos poros ou canais da zeólita ⁽¹⁾. Pequenas partículas de ferro podem ser estabilizadas dentro da estrutura zeolítica e a limitação geométrica controla o limite para o crescimento de cristalitos metálicos ⁽⁶⁾.

Alguns dos catalisadores metálicos com atividade suficiente para uso industrial são os do grupo VIII, principalmente o ferro, empregado durante anos decorrentes do baixo custo em comparação com outros metais ativos ⁽⁷⁾.

Nos anos 80, o ferro foi suportado sobre a zeólita devido a sua alta área superficial ⁽⁸⁾. Estas aumentam a seletividade de uma dada transformação por exclusão das moléculas não capazes de entrar nos poros devido ao grande tamanho; possuem seletividade de forma, aumentando a vida útil do catalisador; proporcionam limitação geométrica para formar cristalitos na faixa da nanoescala; possuem atividade catalítica superior quando comparadas com catalisadores suportados com óxidos convencionais ⁽⁶⁾.

Na preparação de catalisadores suportados deve-se observar se a fase ativa (metal) está em uma forma dispersa, resultando em uma alta área superficial específica e máxima atividade específica. O componente ativo é depositado sobre a superfície do suporte, não apenas dispersando o metal, mas aumentando a estabilidade térmica e assim, a vida útil do catalisador. Os métodos de preparação de catalisadores suportados requerem diferentes etapas: (i) incorporação de um metal no suporte por impregnação, ou troca iônica, ou co-precipitação, ou outra; (ii) secagem; (iii) ativação, por calcinação e redução ⁽⁹⁾.

Um dos métodos de preparação de catalisadores mais utilizados é o da impregnação ⁽¹⁰⁾. O suporte é um sólido poroso ou não, estável em relação à solução do catalisador e à temperatura de trabalho ⁽¹¹⁾. A Impregnação é um procedimento em que certo volume de solução com o precursor de fase ativa é posto em contato com um suporte, em seguida é seco para remover o solvente absorvido. A ativação do catalisador é realizada por calcinação, redução ou outro tratamento apropriado, decompondo o sal, depositando assim o catalisador em toda a superfície do suporte (interna e externa), de forma a converter o sal solúvel em óxido insolúvel ⁽¹⁰⁻¹³⁾.

O método de impregnação é simples, econômico (especialmente quando se utiliza soluções de componentes ativos dispendiosos) e capaz de proporcionar reprodutibilidade do carregamento do metal, que é, entretanto, limitado pela solubilidade do metal precursor. Quando a concentração alta do metal é requerida, essa limitação pode ser superada empregando-se impregnações consecutivas. A concentração dos metais sobre o suporte depende não só da concentração da solução e do volume de poro do suporte, mas também do tipo e/ou concentração dos sítios adsorventes existentes na superfície ⁽⁹⁾.

A desvantagem da impregnação encontra-se em uma quantidade limitada de material que pode ser incorporado em um suporte para impregnação. Porém, quando comparando com a troca iônica, com concentrações maiores de metal requeridas e com a capacidade de troca das zeólitas baixa, ao exemplo da ZSM-5, e devendo-se evitar concentrações locais do metal trocado, prefere-se aplicar a impregnação ⁽¹⁰⁾.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo preparar catalisadores do tipo Fe/ZSM-5 utilizando o método de impregnação úmida com diferentes teores de metal (5 e 15%) e caracterizá-los através das técnicas de EDX, DRX e BET.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de 5% Fe/ZSM-5 e 15% Fe/ZSM-5 foram preparados por impregnação úmida, empregando-se o suporte zeolítico NH₄ZSM-5 (Zeolyst International, CBV-8014G) e solução aquosa de 0,1M de (Fe(NO₃)₃·9H₂O, Vetec), como fonte do catalisador metálico ferro.

Uma massa de 5,0 g de zeólita NH₄ZSM-5 foi colocada em contato com uma solução aquosa de 0,1 M de Fe(NO₃)₃.9H₂O em diferentes volumes de solução, conforme os teores empregados de ferro. Realizou-se em seguida uma agitação contínua da mistura, por 30 minutos, até a completa dissolução. A mistura seguiu para a secagem em estufa, a 80 °C por 24 horas.

Após o processo de impregnação úmida, as amostras foram ativadas através do processo de calcinação, que consiste em aquecer a amostra, sob fluxo de N₂, vazão de 100 mL/g_{cat.}min e taxa de aquecimento de 10°C/min., da temperatura ambiente até 200°C, permanecendo nesta temperatura por 60 minutos. Após este período o fluxo de nitrogênio (Etapa II) foi trocado por ar sintético, sendo a amostra aquecida lentamente com uma rampa de 2°C/min de 200 até 500°C permanecendo nesta temperatura por 120 minutos.

◇ CARACTERIZAÇÕES

Na Análise Química através de Espectrometria de Raios-X por Energia Dispersiva (EDX), utilizou-se um espectrômetro de raios X por Energia Dispersiva - *EDX-700 Shimadzu*. O ensaio foi realizado em atmosfera de He e com canais de Na-Sc e Ti-U.

As amostras foram analisadas por Difração de Raios-X (DRX) empregando-se um difratômetro de raios-X *Shimadzu XRD-6000*, radiação CuK α , (40KV, 30 mA), passo de 0,02 Θ , varredura de 2 θ de 5° a 45°. Os parâmetros de rede *a*, *b* e *c* da célula unitária e o volume da célula unitária das amostras foram determinados sabendo-se que a célula unitária das zeólitas ZSM-5 pertence ao sistema cristalino ortorrômbico, com padrões de referência em ⁽¹⁴⁾. O diâmetro médio dos cristalitos das amostras foi determinado mediante a Equação de Scherrer (A):

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (A)$$

$$\beta = (B^2 - b^2)^{1/2} \quad (B)$$

onde:

D: Diâmetro médio dos cristalitos (nm), *K* = 0,89, λ : Comprimento de onda da radiação eletromagnética utilizada, β : Largura a meia altura do pico corrigido,

B : Largura a meia altura do pico difratado da amostra, b : Largura a meia altura do pico de um padrão difratométrico externo (Si metálico), θ : Ângulo de difração dos planos cristalinos ⁽¹⁰⁾.

As características texturais das amostras de 5% e 15% Fe/ZSM-5 foram investigadas mediante isotermas de adsorção/dessorção de N₂ a -196°C, em um aparato Micromeritics Tristar (3000), determinando-se: área superficial específica BET (S_{BET}); área superficial externa (S^{ext}) (método t-plot); volume de microporos (V_p^{μ}) (método t-plot); volume de mesoporos (V_p^{meso}) ($V_p^{\text{meso}} = V_p^{\text{total}} - V_p^{\mu}$); volume total de poros (V_p^{total}) a $P/P_0 = 0,977$; Tamanho médio dos poros ($L_p = 4 (V_p^{\text{total}} / S_{\text{BET}})$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a composição química referente às amostras de zeólita NH₄ZSM-5 e de 5% e 15% Fe/ZSM-5.

Tabela 1. Composição química da amostra de zeólita NH₄ZSM-5 e de 5% e 15% Fe/ZSM-5.

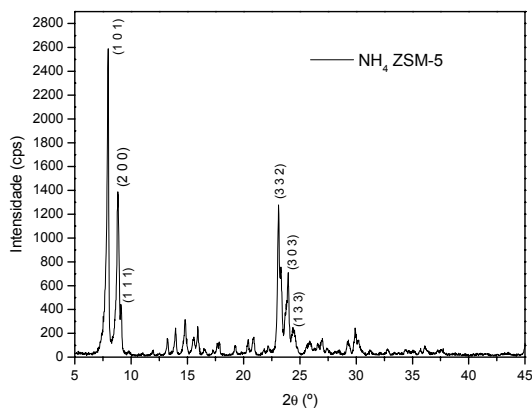
| Amostras | SiO ₂ (%) | Al ₂ O ₃ (%) | SO ₃ (%) | P ₂ O ₅ (%) | CaO (%) | ZrO ₂ (%) | CuO (%) | Cr ₂ O ₃ (%) | Fe ₂ O ₃ (%) | SiO ₂ /Al ₂ O ₃ |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------|-------------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| NH ₄ ZSM-5 | 96,3 | 3,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,025 | 0,045 | - | 0,13 | 31,06 |
| 5% Fe/ZSM-5 | 89,1 | 2,8 | 0,1 | 0,068 | 0,062 | 0,018 | - | 0,052 | 7,8 | 31,82 |
| 15% Fe/ZSM-5 | 75,9 | 2,3 | 0,095 | 0,049 | 0,14 | 0,029 | - | 0,087 | 21,4 | 33 |

De acordo com a Tabela 1, observou-se um alto teor de sílica (SiO₂) para as amostras, principalmente para a zeólita NH₄ZSM-5, que foi de 96,25%, o qual é característico das zeólitas da família MFI, e uma razão SiO₂/Al₂O₃ maior que 30, para todas as amostras analisadas. O alto teor de sílica nesses materiais é devido, principalmente, de se tratarem de silicatos ou então da presença de sílica livre. Como esses materiais zeolíticos são aluminossilicatos formados por cadeias construídas de anéis tetragonais de SiO₄ e tetraedros AlO₄, espera-se a presença de alumínio nos tetraedros. Nessas amostras notaram-se baixos teores de alumina (Al₂O₃), e esses baixos teores de alumínio conferem aos materiais um caráter de resistência a alguns contaminantes, tais como enxofre e água.

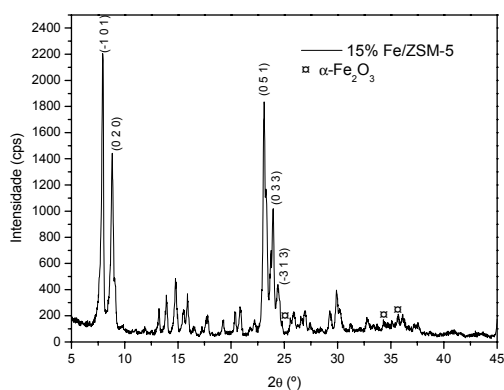
O mais interessante nesses resultados é a evolução do teor de hematita (Fe_2O_3) presente nas amostras à medida que se aumentou o percentual de ferro incorporado ao suporte zeolítico. Os óxidos com teores abaixo de 0,2% na composição da zeólita não provocam mudanças significativas nos materiais, sendo considerados como impurezas.

A Figura 1 apresenta os padrões de raios-X referente às amostras da zeólita $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ e de 5% e 15% Fe/ZSM-5 , preparados a partir do suporte zeolítico $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ e por impregnação.

(a)



(b)



(c)

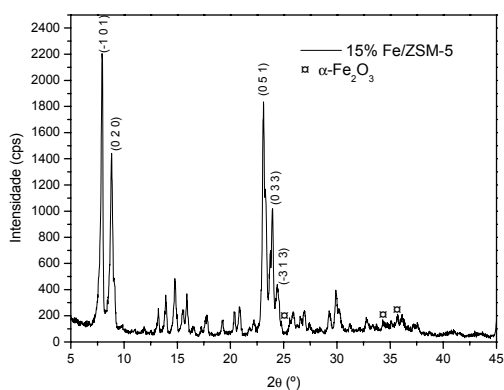


Figura 1. Padrões de raios-X das amostras de zeólita $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ (a), 5% Fe/ZSM-5 (b) e 15% Fe/ZSM-5 (c).

Todas as amostras (Figura 1 a, b, c) apresentaram típicos espectros da estrutura MFI, ou seja, picos de $2\theta=7-9^\circ$ e $23-25^\circ$, característicos da zeólita ZSM-5⁽¹⁵⁾, indicando, assim, com relação à estrutura das amostras de zeólita contendo ferro, que permaneceram intactas após os tratamentos da impregnação e calcinação. Picos adicionais foram detectados a $2\theta = 24,80^\circ$, $34,80^\circ$ e $35,72^\circ$ nos difratogramas das amostras de 5 e 15% Fe/ZSM-5. Essas pequenas diferenças no padrão de DRX foram atribuídas aos cristais de ZSM-5 que variam em quantidades de ferro, e assim, as células unitárias aumentam em volume, onde por exemplo, o comprimento da ligação Fe-O é maior do que a da ligação Al-O e ligações Si-O, induzindo mudanças dos picos de Bragg⁽¹⁶⁾. Esses picos adicionais foram decorrentes à presença de hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). A possível ausência de magemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) pode ser atribuída ao fato de que poderia ter ocorrido transformação de fase de $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ para $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, iniciada a cerca de 400°C e essa transformação foi completada a 500°C , onde apenas $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ foi detectada. A ausência de algum outro pico característico de espécies de ferro pode ser decorrente de que qualquer outro ferro substituiu o alumínio e/ou ocluiu como óxidos pequenos nos canais da zeólita, e assim, o carregamento de ferro poder ser finamente disperso dentro da ZSM-5⁽¹⁷⁾.

A Tabela 2 mostra os parâmetros cristalográficos (parâmetros de rede e volume de célula unitária) e diâmetros médios de cristalitos obtidos por DRX, comparando-se com os padrões IZA.

Tabela 2. Resultados de parâmetros cristalográficos, e diâmetros médios de cristalitos, obtidos por DRX.

| Amostras | a (nm) | b (nm) | c (nm) | V cél. unit. (nm) ³ | Diam. méd. cristalitos (nm) |
|------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ZSM-5 (Padrão IZA) | 2,0022 | 1,9899 | 5,3320 | 1,3383 | - |
| NH ₄ -ZSM-5 | 2,0081 | 1,9895 | 5,3430 | 1,3374 | 49,14 |
| 5% Fe/ZSM-5 | 1,9982 | 1,9930 | 5,3760 | 1,339 | 50,3 |
| 15% Fe/ZSM-5 | 1,9974 | 2,0122 | 5,3897 | 1,3410 | 51,04 |

Observando os resultados apresentados na Tabela 2, referente à amostra $\text{NH}_4\text{-ZSM-5}$, comparando-se com o padrão IZA ⁽¹⁴⁾ da ZSM-5 (não-calcinada), os valores dos parâmetros de rede a , b e c das amostras foram muito próximos, decorrente da formação da fase ZSM-5. Comparando-se os resultados referentes às amostras de 5 e 15%Fe/ZSM-5 com o padrão IZA da ZSM-5, notou-se uma pequena diferença de valores dos parâmetros de rede a , b , e c e um aumento no volume da célula unitária das amostras.

Mediante os resultados da Tabela 2 observou-se tratar-se de materiais nanocristalinos (< 100 nm). Comparando o diâmetro médio dos cristalitos da amostra $\text{NH}_4\text{-ZSM-5}$ com o das 5 e 15%Fe/ZSM-5, a última apresentou um pequeno aumento, em que, provavelmente, ao incorporar o ferro na zeólita $\text{NH}_4\text{-ZSM-4}$ e calcinar, tenha ocorrido pequenas aglomerações de partículas, porém ainda permitindo a dispersão do ferro na zeólita, havendo uma forte interação entre o ferro e a zeólita.

A Tabela 3 apresenta os resultados de análise textural (área superficial e estrutura porosa) referente às amostras de 5% e 15% Fe/ZSM-5.

Tabela 3. Características da análise textural dos precursores catalíticos de 5% e 15% Fe/ZSM-5.

| <i>Amostras</i> | S_{BET} (m^2/g) | S^{ext} (m^2/g) | $V_{\text{P}}^{\text{micro}}$ (cm^3/g) | $V_{\text{P}}^{\text{meso}}$ (cm^3/g) | $V_{\text{P}}^{\text{total}}$ (cm^3/g) | L_{p} (nm) |
|-----------------|---|---|---|--|---|------------------------|
| 5% Fe/ZSM-5 | 378,6360 | 45,3315 | 0,155964 | 0,062802 | 0,218766 | 2,31110 |
| 15% Fe/ZSM-5 | 344,8573 | 57,4201 | 0,134384 | 0,102263 | 0,236647 | 2,74487 |

A partir da Tabela 3, observou-se que, comparando-se as amostras de 5% e 15% Fe/ZSM-5, a última apresentou menores valores de S_{BET} e $V_{\text{P}}^{\text{micro}}$. Uma maior presença de $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ próxima da superfície externa da amostra de 15% Fe/ZSM-5 poderia ser responsável pela diminuição da S_{BET} (bloqueio de poro), decorrente do excesso de espécies de ferro. A existência de um maior número de microporos é correlacionada com um aumento na S_{BET} , conforme indicado com o maior $V_{\text{P}}^{\text{micro}}$ para a amostra de 5% Fe/ZSM-5. O maior valor na S_{BET} da 5% Fe/ZSM-5 sugere que o óxido de ferro octaedral não só está na forma de partículas mais dispersas, como também a estrutura foi menos atacada, isto é, tendo as próprias estruturas porosas deles. Durante os

tratamentos de impregnação e térmicos, as espécies de ferro tendem a seguir para os mesoporos em vez dos microporos (responsáveis pelo aumento da área da amostra) ⁽¹⁷⁾.

As amostras possuem micro e mesoporos, porém o V_p^{micro} é maior que V_p^{meso} em ambas as amostras. Os poros são classificados de acordo com o seu tamanho L (diâmetro de um poro cilíndrico) em: microporos ($L < 2$ nm), mesoporos ($2 < L < 50$ nm) e macroporos ($L > 50$ nm). De acordo com esta classificação, as amostras se enquadram como mesoporosas, porém como o suporte zeolítico é essencialmente microporoso, essa diferença pode ser decorrente da presença do ferro incorporado nas amostras.

CONCLUSÕES

Observando-se os resultados da análise química, notou-se a evolução do teor de hematita (Fe_2O_3) presente nas amostras à medida que se aumentou o percentual de ferro incorporado ao suporte zeolítico, evidenciando a eficiência da impregnação úmida.

As amostras de 5% e 15% Fe/ZSM-5 apresentaram típicos espectros da estrutura MFI, correspondendo aos picos característicos da zeólita ZSM-5. Com relação à estrutura da amostra de zeólita contendo ferro, permaneceu intacta após os tratamentos de impregnação e calcinação. Picos de Bragg adicionais foram detectados para ambas as amostras atribuídos à presença de hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$).

Com relação aos estudos cristalográficos, notou-se que em termos de volume de célula unitária, o maior valor obtido foi o da amostra com teor de 15% Fe, sugerindo a incorporação de algum ferro no interior dos canais da zeólita, especificamente em posições tetraédricas. Mediante os resultados de tamanhos médios dos cristalitos das amostras, observou-se se tratar de materiais nanocristalinos (< 100 nm).

As amostras com ferro se enquadram como mesoporosas, de acordo com a classificação mediante o tamanho dos poros, porém como o suporte zeolítico é essencialmente microporoso, essa diferença pode ser decorrente da presença do ferro incorporado nas amostras. As amostras possuem micro e mesoporos, porém o V_p^{micro} é maior que V_p^{meso} em ambas as amostras. A

existência de um maior volume de microporos na amostra de 5% Fe/ZSM-5 quando comparada com a amostra de 15% Fe/ZSM-5 é correlacionada com um aumento na S_{BET} .

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a ANP/PRH-25 pelo suporte financeiro para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DAVIS, R. J. New perspectives on basic zeolites as catalysts and catalyst supports. *Journal of Catalysis*, v. 216, p. 396-405, 2003.
- [2] CORMA, A. State of the art and future challenges of zeolites as catalysts. *Journal of Catalysis*, v. 216, p. 298-312, 2003.
- [3] MONTES, A.; GIANNETTO, G. Catalizadores Bifuncionales Gálio-Zeolita. In: CURSO IBEROAMERICANO SOBRE PENEIRAS MOLECULARES, 2., 1995, São Carlos: UFSCar, p. 295-310.
- [4] CARDOSO, D. Catálise sobre zeólitas com seletividade de forma. In: CURSO IBEROAMERICANO SOBRE PENEIRAS MOLECULARES, 2., 1995, São Carlos: UFSCar, p. 323-342.
- [5] CORDERO, R. L. Metales soportados em tamices moleculares. In: CURSO IBEROAMERICANO SOBRE PENEIRAS MOLECULARES, 2., 1995, São Carlos: UFSCar, p. 91-110.
- [6] GUEZI, L.; KIRIESI, I. Zeolite supported mono- and bimetallic systems: structure and performance as CO hydrogenation catalysts. *Applied Catalysis A: General*, v. 186, p. 375-394, 1999.
- [7] DRY, M. E. Present and future applications of the Fischer-Tropsch process. *Applied Catalysis A: General*, v. 276, p. 1-3, 2004.
- [8] BENGOA, J. F.; ALVAREZ, A. M.; CAGNOLI, M. V.; GALLEGOS, N. G.; YERAMIÁN, A. A.; MARCHETTI, S; G. Fischer-Tropsch reaction on Fe/Zeolite-L system. Structure and catalytic behavior. *Materials Letters*, v. 53, p.6-11, 2002.
- [9] PINNA, F. Supported metal catalysts preparation. *Catalysis Today*, v. 41, p. 129-137, 1998.

- [10] WINJNGAARDEN, R. J.; KRONBERG, A.; WESTERTERP, K. R. **Industrial Catalysis: optimizing catalysts and process**. New York: Wiley-VCH, 1996.
- [11] CIOLA, R. **Fundamentos da Catálise**. São Paulo: Ed. Moderna, Ed. da Universidade de São Paulo, 1981. 377 p.
- [12] PEREGO, C.; VILLA, P. Catalyst preparation methods. **Catalysis Today**, v. 34, p. 281-305, 1997.
- [13] CAMPANATI, M.; FORNASARI, G.; VACCARI, A. Fundamentals in the preparation of heterogeneous catalysts. **Catalysis Today**, v. 77, p. 299-314, 2003.
- [14] TREACY, M. M. J.; HIGGINS, J. B. **Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites**, International Zeolite Association, 4th ed., 2001.
- [15] CHENG, Y.; WANG, L. J.; LI, J. S.; YANG, Y. C.; SUN, X. Y. Preparation and characterization of nanosized ZSM-5 zeolites in the absence of organic template. **Materials Letters**, v. 59, p.3247-3430, 2005.
- [16] TABOADA, J. B.; OVERWEG, A. R.; CRAJE, M. W.J.; ARENDS, I. W.C.E.; MUL, G.; KRAAN, A. M. VAN DER. Systematic variation of ⁵⁷Fe and Al content in isomorphously substituted ⁵⁷FeZSM-5 zeolites: preparation and characterization. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 75, p. 237–246, 2004.
- [17] MOHAMED, M. M.; GOMA, N.S.; EL-MOSELHY, M.; EISSA, N.A. Comparison of the structural properties of isomorphously substituted Fe in mordenite zeolites prepared by different methods. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 259, p. 331–337, 2003.

THE EFFECT OF THE INCORPORATION OF IRON ON THE ZSM-5 ZEOLITE

ABSTRACT

Some studies on the transition metals, that they are supported on crystalline solids with a high surface area, like the zeolitic materials, have been realized, because these latter present some molecular sieve properties; shape

selectivity, geometric limitation to form crystallites inside the range of nanometer scale; superior catalytical activity when compared with the supported catalysts on the conventional oxides. Inside the zeolite pores or channels, the metal crystallites have nanometer-size that can permit to modify the catalyst selectivity and some other properties, being stabilized inside the zeolitic structure in cation from exchanged position and the geometric limitation can control the limit for the growing of the metal crystallites. The objective of the work is to evaluate the effect of the incorporation of the metal on the zeolitic support. To verify this effect the materials were characterized by EDX, XRD and BET. For the incorporation of the metal with 5 and 15% metal on the zeolitic support (NH_4^+ ZSM-5) it was utilized the wet impregnation method.

Key-words: Iron, Zeolite, Impregnation.