



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0515320-4 A2**

(22) Data de Depósito: 15/09/2005
(43) Data da Publicação: 11/10/2011
(RPI 2127)



(51) *Int.Cl.:*

B01D 53/04
B01J 29/70
B01J 29/035
C07C 7/12
C01B 39/04
C01B 37/02

(54) **Título:** PROCESSO PARA SEPARAR COMPONENTES DE UM MISTURA

(30) **Prioridade Unionista:** 15/09/2004 ES P200402255

(73) **Titular(es):** Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad Politécnica de Valencia

(72) **Inventor(es):** Avelino Corma Canós, Fernando Rey García, Susana Valencia Valencia

(74) **Procurador(es):** Vieira de Mello Advogados

(86) **Pedido Internacional:** PCT ES2005000500 de 15/09/2005

(87) **Publicação Internacional:** WO 2006/035090 de 06/04/2006

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA SEPARAR COMPONENTES DE UMA MISTURA. A invenção refere-se a um método para separar os componentes de uma mistura. O método da invenção é caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas: (a) pôr em contacto os componentes de uma mistura selecionada a partir de (i) pelo menos dois hidrocarbonetos, (ii) uma mistura que contém pelo menos nitrogênio e oxigênio, e (iii) pelo menos um hidrocarboneto e água, com um material zeolítico ITQ-29 dotado de uma relação T(IV)/T(III) maior do que 7, pelo que T(IV) significa um ou mais elementos tetravalentes e T(III) significa um ou mais elementos trivalentes; (b) adsorção preferencial de um ou mais dos componentes pelo material zeolítico ITQ-29 e (c) recuperação de um ou mais dos componentes, preferentemente para a separação das misturas de hidrocarbonetos, tais como olefinas lineares ou ramificadas de parafinas.



PI0515320

PROCESSO PARA SEPARAR COMPONENTES DE UMA MISTURA

Campo Técnico da Invenção

A invenção relaciona-se com o campo técnico dos materiais cristalinos microporosos de uma natureza zeolítica, de utilidade como adsorventes em processos de adsorção e separação de compostos orgânicos.

Estado da Técnica Anterior À Invenção

As olefinas leves são geralmente obtidas por craqueamento catalítico, craqueamento catalítico na presença de vapor de água ou por meio do que é chamado processo MTO (Metanol para olefinas). Em todos estes processos, obtêm-se misturas de diferentes hidrocarbonetos que incluem parafinas e olefinas lineares e ramificadas de diferentes pesos moleculares, a dita mistura tendo assim que ser submetida a processos de destilação a fim de se obterem hidrocarbonetos puros. O caso particular de purificação de olefinas leves por meio de processos de destilação é especialmente difícil devido aos pontos de ebulição relativamente baixos destas olefinas e à sua similaridade com aqueles das correspondentes parafinas. Isto é especialmente certo no caso de propileno e propano. Estes condicionam de forma muito importante o planejamento das usinas de destilação e inevitavelmente redundam em um elevado consumo energético no processo de produção de olefinas. Não obstante, a separação de olefinas de cadeia curta tem um impacto econômico importante, já que elas são usadas em diferentes processos em que é requerido um alto grau

de pureza. Especificamente, etileno e propileno constituem a matéria-prima usada na produção de plásticos e muitos outros compostos químicos. Portanto, o etileno é o reagente básico para a produção de polietileno, óxido de etileno, cloro-vinilo e etil-benzeno, entre outros. O propileno é usado para a produção de polipropileno, óxido de propileno, acrilonitrilo, e outros.

Já é conhecido que o uso de crivos moleculares, particularmente zeólitos, é útil nos diferentes processos de separação de hidrocarbonetos. Assim, parafinas lineares podem ser separadas das ramificadas mediante utilização de zeólitos cujos canais são acessíveis por meio de janelas formadas por 8 tetraedros. Entretanto, quando olefinas estão presentes na corrente de hidrocarbonetos, estas olefinas tendem a reagir nos centros ácidos dos zeólitos, dando origem aos produtos de polimerização dentro dos canais dos zeólitos. Estes produtos de maior diâmetro cinético não podem espalhar-se para o exterior do zeólito, provocando o bloqueio dos poros do zeólito e, portanto, reduzindo a sua eficiência nos processos de separação.

As propriedades ácidas dos zeólitos derivam da presença de elementos trivalentes na sua composição, que geram uma carga negativa na rede microporosa que é compensada por cátions (geralmente alcalinos, alcalino-terrosos, prótons ou cátions orgânicos) que se situam dentro dos canais e cavidades dos zeólitos. Estes cátions de compensação são responsáveis pelas pro-

priedades ácidas destes materiais, particularmente quando os cátions são prótons. Neste caso, a força ácida dos zeólitos pode ser comparada àquela do ácido sulfúrico concentrado. A presença de cátions inorgânicos, tais como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , e outros gera centros ácidos do tipo Lewis muito fracos e são responsáveis pelas propriedades hidrófilas elevadas destes materiais, dado que os cátions tendem a coordenar-se com moléculas de água. Assim, adicionalmente aos problemas de polimerização de olefinas, estes zeólitos são seriamente limitados na sua aplicação em processos de separação como um resultado de suas altas propriedades hidrófilas, já que a água existente nas correntes de hidrocarbonetos, mesmo em concentrações muito baixas, tende a ser absorvida nos cátions localizados dentro dos canais dos zeólitos, reduzindo desta forma o diâmetro efetivo dos seus poros. Isto significa que, em processos de separação que são realizados com zeólitos de tamanho de poro pequeno (aqueles que têm canais com aberturas formadas por 8 tetraedros), eles têm de ser regenerados com maior frequência ou então eliminar-se a água da corrente de hidrocarbonetos.

A partir do exposto anteriormente, deduz-se que o emprego de zeólitos com aberturas de canal formadas por 8 tetraedros com baixo conteúdo de elementos trivalentes em sua composição seria altamente benéfico em processos de separação de olefinas, já que se alcançaria um duplo objetivo. Por um lado, seriam evi-

tados os processos de oligomerização de olefinas no interior dos canais dos zeólitos, já que não seriam gerados centros ácidos. Por outro lado, estes materiais zeolíticos não teriam cátions de compensação de carga em seus canais e, portanto, seriam materiais altamente hidrófobos. Tudo isto resultaria em um aperfeiçoamento importante na sua eficiência em processos de separação de correntes de hidrocarbonetos ou gases que contenham olefinas leves, inclusive na presença de quantidades importantes de água.

Os zeólitos podem ser classificados como zeólitos de poro extragrande, grande, médio ou pequeno, na dependência da abertura dos seus canais. Conseqüentemente, os zeólitos de poro pequeno terão canais com aberturas formadas por 8 tetraedros, enquanto que os zeólitos de poro médio terão 10 tetraedros, os zeólitos de poro grande tendo 12 e por último, os zeólitos extragrandes possuirão canais com aberturas de mais que 12 tetraedros.

O zeólito A é um zeólito de poro pequeno que tem um sistema de canais tridimensionais com aberturas de 0,41 nm que se cruzam formando uma supercavidade quase esférica de 1,14 nm de diâmetro e com uma densidade de rede de 12,9 tetraedros/nm³. Esta estrutura possui o código LTA ("Linde Type A") de acordo com o *Atlas of Zeolite Framework Types (2001)* publicado pela *International Zeolite Association*. Este sistema poroso confere a este zeólito uma alta capacidade de ad-

sorção, mas apenas moléculas de pequeno diâmetro cinético, tais como água, nitrogênio, oxigênio e hidrocarbonetos lineares, entre outros, podem ter acesso ao seu interior.

5 Este zeólito é de uma maneira geral sintetizado com relações Si/Al próximas da unidade, tendo sido descrita a sua síntese até relações Sa/Al = 3,5 e, portanto, com uma elevada concentração de cátions em seu interior. A possibilidade de sintetizar zeólito
10 com estrutura LTA com baixo conteúdo em alumínio em sua composição e inclusive a ausência deste permitiu obter materiais que não apresentam acidez e, por isso, podem ser empregados em processos de separação durante grandes períodos sem que sofram reações de polimerização de
15 olefinas em seu interior.

Entre os materiais zeolíticos com estrutura LTA, e que têm as propriedades indicadas no parágrafo anterior, é especialmente interessante o denominado ITQ-29, que é altamente hidrófobo, pelo que a sua eficiência não é reduzida nos processos de separação por
20 adsorção de água, que se encontra geralmente presente nas correntes de hidrocarbonetos. Estas duas propriedades têm um benefício direto nos processos de separação, devido ao fato de que elas prolongam o tempo de
25 vida do zeólito e são requeridos temperaturas mais baixas e tempos de ativação mais curtos nos processos de separação das correntes de hidrocarbonetos que contêm olefinas leves.

O zeólito ITQ-29 encontra-se descrito no pedido de patente espanhol P200400662 ou no PCT/ES2005/000120.

Descrição da Invenção

5 A invenção refere-se a um processo para separar componentes de uma mistura, caracterizado por- que compreende:

(a) pôr em contacto os componentes de uma mistura selecionada a partir de:

10 - pelo menos dois hidrocarbonetos,
- uma mistura que contém pelo menos nitro- gênio e oxigênio,

- pelo menos um hidrocarboneto e água,
com um material zeolítico ITQ-29 que apresenta uma re-
15 lação $T(IV)/T(III)$ superior a 7, em que $T(IV)$ significa um ou mais elementos tetravalentes e $T(III)$ significa um ou mais elementos trivalentes,

(b) adsorção preferencial de um ou vários dos componentes pelo material zeolítico ITQ-29, e

20 (c) recuperação de um ou vários dos compo- nentes.

De acordo com a invenção no dito processo de separação o material zeolítico ITQ-29, que tem uma estrutura LTA apresenta uma relação $T(IV) / T(III)$ su-
25 perior a 7, na qual $T(IV)$ significa um ou mais elemen- tos tetravalentes e $T(III)$ significa um ou mais elemen- tos trivalentes. O dito material zeolítico ITQ-29 de estrutura LTA preferentemente tem uma relação $T(IV) /$

T(III) maior do que 10. Ainda com maior preferência, o dito material zeolítico ITQ-29 de estrutura LTA tem uma relação $T(IV) / T(III)$ maior do que 50.

Concretizações preferidas adicionais do processo são aquelas que são realizadas com material zeolítico ITQ-29 de estrutura LTA que tem uma relação $T(IV) / T(III)$ maior do que 200, e ainda com maior preferência com o material zeolítico ITQ-29 de uma estrutura LTA tendo uma relação $T(IV) / T(III)$ maior do que 2000.

O material ITQ-29 pode ser preparado essencialmente como bióxido de silício puro. Uma concretização particular preferida do processo refere-se a um processo tal como foi definido, em que o dito material zeolítico ITQ-29 na sua forma calcinada tem uma composição expressa por uma fórmula química em que pelo menos 75%, em peso, da composição total é dióxido de silício. Ainda com maior preferência, o dito material zeolítico ITQ-29 na sua forma calcinada tem uma composição expressa por uma fórmula química em que pelo menos 90%, em peso, da composição total é dióxido de silício, e em uma concretização particularmente preferida, o dito material zeolítico ITQ-29 tem uma composição expressa por uma fórmula química em que pelo menos 98%, em peso, da composição total é dióxido de silício.

A mistura que pode ser separada em seus componentes de acordo com o processo da invenção pode ser, por exemplo, uma mistura de hidrocarbonetos que

contêm água.

A mistura de hidrocarbonetos pode conter uma olefina como um componente que é preferentemente adsorvido, e uma parafina como um componente que é preferentemente não adsorvido.

De acordo com concretizações particulares, a mistura é constituída por uma mistura de hidrocarbonetos que compreende uma ou mais olefinas lineares e uma ou mais parafinas.

De acordo com concretizações particulares adicionais, a mistura é uma mistura de hidrocarbonetos que contém uma olefina que é propeno e uma parafina que é propano.

Outras concretizações referem-se a uma mistura que compreende uma olefina selecionada a partir de 1-buteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno e suas misturas e uma parafina que é n-butano.

A mistura pode ser uma que compreende uma olefina que é um ou mais n-pentenos e uma parafina que é n-pentano.

De acordo com concretizações particulares adicionais, a mistura compreende uma olefina que é um ou mais n-hexenos e uma parafina que é n-hexano.

O processo também pode referir-se à separação de uma mistura de hidrocarbonetos que compreende um ou mais hidrocarbonetos lineares e um ou mais hidrocarbonetos ramificados, por exemplo, uma mistura de hidrocarbonetos que compreende uma ou mais olefinas line-

ares e uma ou mais olefinas ramificadas. A dita olefina linear pode ser o componente que é preferentemente adsorvido e a olefina ramificada é o componente que é preferentemente não adsorvido.

5 O procedimento também pode referir-se à separação de uma mistura de hidrocarbonetos que compreendem uma ou mais olefinas ramificadas e uma ou mais parafinas ramificadas.

De acordo com o processo, o estágio c) pode compreender a recuperação do componente que é preferentemente adsorvido, ou a recuperação do componente que é preferencialmente não adsorvido.

O componente que é preferentemente adsorvido pode ser adsorvido pelo material zeolítico ITQ-29 de estrutura LTA em uma proporção maior do que 70 mg de adsorvente por grama de zeólito ITQ-29.

De acordo com concretizações particulares do processo, a mistura é ar que é separado em nitrogênio e oxigênio. A mistura também pode ser ar que pode conter água.

A invenção refere-se a um processo tal como foi definido, em que o material zeolítico é o zeólito ITQ-29 com um baixo teor de elementos trivalentes na sua composição e mesmo sem quaisquer elementos trivalentes. Este zeólito destas características tem fatores de difusão muito diferentes para olefinas lineares e ramificadas e para olefinas e parafinas, que proporciona a possibilidade de sua aplicação em processos pa-

ra a separação dos ditos hidrocarbonetos. A eficiência de um adsorvente nos processos de separação é determinada com base no valor dos fatores de difusão dos produtos a serem separados, chamado R_D .

5 Um outro parâmetro importante nas propriedades de adsorção dos zeólitos na sua capacidade de adsorção em equilíbrio, que pode ser expresso como peso de hidrocarboneto adsorvido por unidade de peso de adsorvente. A condição de equilíbrio é alcançada quando
10 a quantidade de adsorvente não aumenta com o tempo nas condições fixas de pressão de hidrocarboneto e temperatura. Em princípio, quanto maior for a capacidade de adsorção de um zeólito, menor será a quantidade que será requerida para separar uma determinada quantidade de
15 mistura de hidrocarboneto. Assim, a fim de que um determinado processo de separação seja viável sob um nível prático, é necessário que os zeólitos sejam dotados de altos valores de R_D e capacidades de adsorção altas ou moderadas.

20 Nesta invenção, mostra-se que o zeólito ITQ-29 com um baixo teor em elementos trivalentes na sua composição e mesmo com ausência dos mesmos tem diferentes taxas de difusão nas cinéticas de adsorção de diferentes hidrocarbonetos; tais como, propano
25 /propeno, butanos /butenos, pentanos /pentenos, hexanos /hexenos, com capacidades de adsorção maiores do que $70 \text{ mg}_{\text{adsorvato}}/\text{g}_{\text{zeólito}}$ para todos os hidrocarbonetos lineares mencionados anteriormente sob 100 mbar e 40°C . Conse-

quentemente, o zeólito ITQ-29 é um adsorvente altamente adequado para a realização de processos para separação de parafinas a partir de olefinas lineares.

De forma assemelhada, o zeólito ITQ-29 com
5 baixo teor em elementos trivalentes na sua composição ou mesmo em sua ausência tem uma capacidade de adsorção de menos que $10 \text{ mg}_{\text{adsorvato}}/\text{g}_{\text{zeólito}}$ para parafinas ramificadas ou olefinas sob estas mesmas condições, o que também torna o seu uso possível para processos de separação de olefinas lineares de ramificadas. Finalmente,
10 o zeólito ITQ-29 usado nesta invenção tem uma capacidade de adsorção de água de menos que $10 \text{ mg}_{\text{adsorvato}}/\text{g}_{\text{zeólito}}$, o que revela sua natureza hidrófoba, possibilitando a separação de hidrocarbonetos na presença de maiores
15 quantidades de água.

O processo de separação desta invenção implica que uma determinada quantidade de material zeolítico ITQ-29, que não tem cátions trivalentes na sua composição ou em uma relação $T(\text{IV})/T(\text{III})$ maior do que
20 7, é posta em contacto com uma mistura de gases ou líquidos, um dos quais é aquele desejado ou, pelo contrário, é o único desejado, e que é preferencialmente adsorvido para o interior do zeólito ITQ-29. Os componentes da dita mistura podem ser encontrados na fase
25 gasosa ou na fase líquida. A mistura de hidrocarbonetos é mantida em contacto com o material zeolítico ITQ-29 durante um tempo determinado a fim de permitir que ocorra o processo de adsorção e, por último, os compo-

5 nentes da mistura que não foram adsorvidos são removidos. O componente adsorvido no zeólito ITQ-29 é recuperado ou eliminado, na dependência de se ele é o produto desejado ou o único não desejado, por meio de técnicas tais como arrastamento com outro gás ou líquido, aumento de temperatura, evacuação ou combinação dos métodos anteriores.

10 Este processo de separação também pode ser realizado em colunas, caso este em que diferentes frentes de produtos são obtidas de acordo com eles serem retidos mais ou menos fortemente pelo leito de material zeolítico ITQ-29.

15 As condições de separação dependerão da composição exata da mistura que se pretenda separar, mas, em princípio, deve ter um limite superior que corresponda, no caso da separação de misturas compreendidas de hidrocarbonetos, com o início da reação de craqueamento térmico dos hidrocarbonetos, e inferior o seu ponto de congelamento. Desta forma, o processo desta
20 invenção deve preferentemente ser realizado entre -100°C e 300°C, com maior preferência entre -30°C e 200°C.

25 Uma outra concretização que compreende o objeto da invenção é o uso de um zeólito ITQ-29 que não tem cátions trivalentes na sua composição ou de um T(IV)/T(III) maior do que 7 para a separação de nitrogênio e oxigênio das misturas de ar. Considerando-se que o zeólito ITQ-29, em particular as concretizações

mencionadas anteriormente, são caracterizados por sua natureza altamente hidrófoba, a separação de nitrogênio e oxigênio das misturas de ar pode ser realizada na presença de água.

5 Adiante proporcionam-se alguns exemplos das propriedades de separação de diferentes gases empregando-se zeólito ITQ-29 sem alumínio nas sua composição ou com uma relação T(IV)/T(III) maior do que 7, onde T(IV) refere-se a elementos tetravalentes compre-
10 endidos na estrutura e T(III) aos elementos trivalentes que poderiam substituir isomorficamente outros elementos tetravalentes na rede do zeólito. Para este propósito, determinou-se a capacidade de adsorção para uma variedade de hidrocarbonetos lineares e ramificados.
15 Os exemplos descritos em seguida são não-limitativos com relação ao escopo da invenção.

EXEMPLOS

Exemplo 1. Preparação de material ITQ-29 na ausência de elementos trivalentes.

20 Adicionam-se quatro gramas (4 g) de tetra-orto-silicato (TEOS) a 16 g de uma solução de hidróxido de 4-metil-2,3,6,7-tetraidro-1H,5H-pirido[3,2,1-ij] quinolínio (ROH) que contém 0,3 equivalentes de hidróxido em 1000 g e 1,75 g de uma solução aquosa de hidró-
25 xido de tetrametilamônio (TMAOH) a 25%. Deixa-se a mistura evaporar com agitação até eliminação completa de etanol da hidrólise de TEOS mais a quantidade de água necessária para alcançar a composição final indica-

da. Por último, adicionam-se 0,38 g de uma solução de ácido fluorídrico (50% de HF, em peso). A composição do gel é:



5 A mistura obtida é colocada dentro de uma autoclave equipada com um revestimento interno de politetrafluoroetileno e é aquecida a 135°C durante 7 dias. O difratograma por raios-x do sólido resultante indica que se obteve o material ITQ-29 correspondente à estrutura
10 zeaolítica LTA. A calcinação a 600°C no ar durante 3 horas tornou possível eliminar as espécies orgânicas ocluídas e obter o material ITQ-29 que é puramente silício, capaz de ser usado nos processos de adsorção e separação

15 **Exemplo 2. Adsorção de água no material ITQ-29 comparada com o zeólito CaA comercial**

A medição da capacidade de adsorção de água a 25°C no material ITQ-29, preparado de acordo com o Exemplo 1, corresponde a 10 mg/g. Por outro lado, a
20 capacidade de adsorção de água sob a mesma temperatura do zeólito CaA comercial (Molecular Sieves AS, fornecido pela Aldrich) é 260 mg/g, o que prova o alto grau de hidrofobicidade do material ITQ-29.

Exemplo 3. Adsorção de propeno em material ITQ-29.

25 A medição da capacidade de adsorção de propeno do material ITQ-29, preparado de acordo com o Exemplo 1, a 60°C e 1000 mbar corresponde a 83 mg/g.

De forma assemelhada, o valor encontrado depois de conduzir 20 ciclos de adsorção/ dessorção é de 80 mg/g, o que prova que o material ITQ-29 retém sua capacidade de adsorção, indicando que não se produzem processos de oligomerização que bloqueiem os poros do zeólito.

Exemplo 4. Adsorção de propano e propeno em material ITQ-29

A Tabela 1 mostra os valores de capacidade de adsorção de propano e propeno do material ITQ-29, preparado de acordo com o Exemplo 1, sob 1000 mbar e diferentes temperaturas.

Tabela 1

T (°C)	Propano (mg/g)	Propeno (mg/g)
25	95	105
40	88	92
50	----	88
60	75	83

O fator de difusão calculado para a adsorção de propeno a 60°C é de $4,32 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, enquanto que correspondente ao propano sob a mesma temperatura é de $9,82 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. Portanto, o fator das taxas de adsorção relativas de propeno em comparação com propano, indicado pelo parâmetro R_D , tem um valor de 44.

Exemplo 5> Adsorção de butano, 1-buteno e isobuteno em material ITQ-29

A Tabela 2 mostra os valores da capacidade de adsorção de butano, 1-buteno e isobuteno do material ITQ-29, preparado de acordo com o Exemplo 1, sob 1000 mbar e diferentes temperaturas.

5

Tabela 2

T (°C)	butano (mg/g)	1-buteno (mg/g)	isobuteno (mg/g)
25	----	135	----
60	----	115	7
80	86	105	----

Digno de menção especial com base nos resultados da tabela retro é a baixa capacidade de adsorção de isobuteno em comparação com 1-buteno, o que prova o potencial do material ITQ-29 para separar as olefinas lineares das ramificadas.

10

Exemplo 6. Adsorção de hexano, 1-hexeno e 3-metil penteno em material ITQ-29.

A Tabela 3 mostra os valores da capacidade de adsorção de hexano, 1-hexano e 3-metil do material ITQ-29, preparado de acordo com o Exemplo 1, sob diferentes temperaturas.

15

Tabela 3

T (°C)	hexano (mg/g)	1-hexeno (mg/g)	3-metil penteno (mg/g)
25	----	154	1
80	----	----	----

Digno de menção especial com base nos resultados da tabela anterior é a baixa capacidade de adsorção de 3-metil penteno em comparação com 1-hexeno, o que prova uma vez mais o potencial do material ITQ-29 para separar as olefinas lineares das ramificadas.

REIVINDICAÇÕES

1 - Processo para separar componentes de uma mistura, **caracterizado pelo fato** de que compreende:

(a) pôr em contacto os componentes de uma
5 mistura selecionada a partir de:

- pelo menos dois hidrocarbonetos,
- uma mistura que contém pelo menos nitrogênio e oxigênio, e
- pelo menos um hidrocarboneto e água,

10 com um material zeolítico ITQ-29 que é dotado de uma relação T(IV)/T(III) superior a 7, em que T(IV) significa um ou mais elementos tetravalentes e T(III) significa um ou mais elementos trivalentes,

(b) adsorção preferencial de um ou vários
15 dos componentes pelo material zeolítico ITQ-29, e

(c) recuperação de um ou vários dos componentes.

2 - Processo de separação de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que o dito
20 material zeolítico ITQ-29, que tem uma relação T(IV) / T(III) maior do que 10, em que T(IV) significa um ou mais elementos tetravalentes e T(III) significa um ou mais elementos trivalentes.

3 - Processo de separação de acordo com a
25 reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que o dito material zeolítico ITQ-29 tem uma relação T(IV) / T(III) maior do que 50.

4 - Processo de separação de acordo com a

reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que o dito material zeolítico ITQ-29 de estrutura LTA tem uma relação $T(IV) / T(III)$ maior do que 200.

5 - Processo de separação de acordo com a
5 reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que o dito material zeolítico ITQ-29 tem uma relação $T(IV) / T(III)$ maior do que 2000.

6 - Processo de acordo com qualquer uma
10 das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que o dito material zeolítico ITQ-29 na sua forma calcinada tem uma composição expressa por uma fórmula química em que pelo menos 75%, em peso, da composição total é dióxido de silício.

7 - Processo de acordo com qualquer uma
15 das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que o dito material zeolítico ITQ-29 na sua forma calcinada tem uma composição expressa por uma fórmula química em que pelo menos 90%, em peso, da composição total é dióxido de silício.

20 8 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que o dito material zeolítico ITQ-29 na sua forma calcinada tem uma composição expressa por uma fórmula química em que pelo menos 98%, em peso, da composição
25 total é dióxido de silício.

9 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é uma mistura de hidrocarbonetos que

contêm água.

10 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato** de que a mistura de hidrocarbonetos contém uma olefina como um componente que é preferentemente adsorvido, e uma parafina como um componente que é preferentemente não adsorvido.

11 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é uma mistura de hidrocarbonetos que compreende uma ou mais olefinas lineares e uma ou mais parafinas.

12 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é uma mistura de hidrocarbonetos que compreende uma olefina que é propeno e uma parafina que é propano.

13 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é uma mistura que compreende uma olefina selecionada a partir de 1-buteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno e suas misturas e uma parafina que é n-butano.

14 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo fato** de que a mistura compreende uma olefina que é um ou mais n-pentenos e uma parafina que é n-pentano.

15 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo fato** de

que a mistura compreende uma olefina que é um ou mais n-hexenos e uma parafina que é n-hexano.

16 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é uma mistura de hidrocarbonetos que compreende um ou mais hidrocarbonetos lineares e um ou mais hidrocarbonetos ramificados.

17 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é uma mistura de hidrocarbonetos que compreende uma ou mais olefinas lineares e uma ou mais olefinas ramificadas.

18 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato** de que a mistura de hidrocarbonetos compreende uma ou mais parafinas lineares e uma ou mais parafinas ramificadas.

19 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato** de que a mistura de hidrocarbonetos contém uma olefina linear como o componente que é preferentemente adsorvido e uma olefina ramificada como o componente que é preferentemente não adsorvido.

20 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado pelo fato** de que o estágio (c) compreende a recuperação do componente que é preferentemente adsorvido.

21 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado pelo fato** de

que o estágio (c) compreende a recuperação do componente que é preferentemente não adsorvido.

22 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato** de que o estágio (c) compreende a recuperação do componente que é preferentemente adsorvido, sendo o dito componente adsorvido pelo material zeolítico ITQ-29 em uma proporção maior do que $70 \text{ mg}_{\text{adsorvato}}/\text{g}_{\text{zeólito}}$.

23 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é ar.

24 - Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo fato** de que a mistura é ar que contém água.

P10515300

RESUMO

MÉTODO PARA SEPARAR COMPONENTES DE UMA MISTURA

A invenção refere-se a um método para separar os componentes de uma mistura. O método da invenção é caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas: (a) pôr em contacto os componentes de uma mistura selecionada a partir de (i) pelo menos dois hidrocarbonetos, (ii) uma mistura que contém pelo menos nitrogênio e oxigênio, e (iii) pelo menos um hidrocarboneto e água, com um material zeolítico ITQ-29 dotado de uma relação T(IV)/T(III) maior do que 7, pelo que T(IV) significa um ou mais elementos tetravalentes e T(III) significa um ou mais elementos trivalentes; (b) adsorção preferencial de um ou mais dos componentes pelo material zeolítico ITQ-29 e (c) recuperação de um ou mais dos componentes, preferentemente para a separação das misturas de hidrocarbonetos, tais como olefinas lineares ou ramificadas de parafinas.