

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

(11) (21) **PI 0503121-4 A**



(22) Data de Depósito: 24/06/2005
(43) Data de Publicação: 21/02/2007
(RPI 1885)

(51) Int. Cl.⁷ .:
B01J 20/00

(54) Título: COMPOSIÇÃO MINERAL ZEOLÍTICA, PROCESSOS DE MODIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO

(71) Depositante(s): EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (BR/DF) , Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (BR/RJ) , CETEM - Centro de Tecnologia Mineral (BR/RJ) , UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro (BR/RJ)

(72) Inventor(es): Alberto Carlos de Campos Bernardi, Marisa Bezerra de Mello Monte, Paulo Renato Perdigão de Paiva, Nélio das Graças de Andrade da Mata Rezende, Fernando de Souza Barros, Hélio Salim de Amorim

(74) Procurador: Itaguaraci Farias de Vasconcelos

(57) Resumo: "COMPOSIÇÃO MINERAL ZEOLÍTICA, PROCESSOS DE MODIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO". A presente invenção refere-se a uma composição mineral zeolítica constituída principalmente por zeólitas, quartzo, feldspatos, esmectita, óxidos e/ou hidróxidos de ferro, entre outros. A invenção refere-se ainda a um processo simples para a concentração e modificação de composições zeolíticas capaz de aumentar a capacidade de troca catiônica desses minerais in natura em até 70%. São descritos ainda processos para a utilização de tais composições zeolíticas modificadas, como a sorção e/ou dessorção de íons e/ou nutrientes no meio ambiente, uso como condicionador de solos, fertilizante de liberação lenta e outras aplicações agrícolas e ambientais.



Relatório descritivo da patente de invenção “COMPOSIÇÃO MINERAL ZEOLÍTICA, PROCESSOS DE MODIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO”.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a uma composição mineral zeolítica constituída
5 principalmente por zeólitas, quartzo, feldspato e esmectita, utilizada preferencialmente
para sorção e dessorção de íons e/ou nutrientes no meio. A invenção refere-se ainda a
um processo de concentração e modificação de uma composição mineral zeolítica de
forma a aumentar o valor agregado e tornar esse produto mais competitivo no mercado.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

10 As zeólitas naturais constituem uma grande classe de minerais que abrange mais
de 40 espécies individuais, sendo mais abundantes a clinoptilolita e a mordenita. São
aluminossilicatos hidratados altamente cristalinos do grupo dos metais alcalinos e
alcalinos terrosos, constituídos de uma rede tridimensional de tetraedros AlO_4 e SiO_4
ligados entre si pelos átomos de oxigênio, cada um deles comum a dois tetraedros
15 vizinhos originando assim uma estrutura microporosa.

As cargas negativas dos tetraedros AlO_4 são compensadas por cátions alcalinos,
que podem ser substituídos por outros cátions por troca iônica. Os átomos de Al ou Si
ocupam o centro do tetraedro e os átomos de oxigênio ocupam os vértices. O fato dos
átomos de oxigênio serem compartilhados com os átomos de Al ou Si vizinhos, faz com
20 que, na estrutura da zeólita, existam duas vezes mais átomos de oxigênio que átomos de
Al ou Si.

Cada espécie de zeólita é diferenciada por um sistema de inúmeros canais
interconectados e o alto grau de adsorção característico é proveniente do diâmetro dos
canais que o minério forma, numa estrutura que diferencia cada tipo de zeólita natural e
25 dá relevância às suas propriedades específicas.

Além da habilidade na adsorção, outras características que conferem grande
aplicabilidade às zeólitas são a alta capacidade de troca de cátions (CTC) e a alta
capacidade de retenção de gás, água e substâncias livres, sempre que o diâmetro de suas

moléculas for suficientemente pequeno para permitir a passagem através dos microporos do mineral.

Devido ao alto grau de adsorção de íons e compostos orgânicos, as zeólitas vem sendo utilizadas na separação e purificação de gases (Ackley M. W., S. U. Rege, H. Saxena, 2003. Application of natural zeolites in the purification and separation of gases. *Microporous and Mesoporous Materials*, 61: 25–42; WO9640418, JP96323194, FR19625849), para descontaminação de solos e líquidos (Bowman, R. S., 2003. Applications of surfactant-modified zeolites to environmental remediation. *Microporous and Mesoporous Materials*, 61: 43–56; Barros, M. A. S. D., A. S. Zola, P. A. Arroyo, E. F. Sousa-Aguiar, C. R. G. Tavares, 2003. Binary ion exchange of metal ions in y and x zeolites. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 20: 413 – 421; JP9700935, JP96228636, JP96215673), para absorção de micotoxinas (Tomasevic-Canovic, M.; A. Dakovic; G. Rottinghaus, S. Matijasevic, M. Duricic, 2003. Surfactant modified zeolites - new efficient adsorbents for mycotoxins. *Microporous and Mesoporous Materials*, 61: 173-180), como detergentes (US5589449, EP753568, EP739977), entre outras (Farias, T.; A.R. Ruiz-Salvador; A. Rivera, 2003. Interaction studies between drugs and a purified natural clinoptilolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 61: 117–125; Melo, M. R.; J. V. Castro; C. R. L. Carvalho; C. V. Pommer, 2002. Tecnologia Pós-Colheita - Conservação Refrigerada De Cherimóia Embalada Em Filme Plástico Com Zeolite. *Bragantia*, 61: 71-76).

Além das excelentes características de adsorção e retenção de moléculas, as zeólitas assumiram uma importante posição como catalisadores, a partir da aplicação pioneira em processos de craqueamento de petróleo. Outros processos industriais catalisados por zeólitas são a isomerização de xileno, a alquilação de benzeno, a produção de gasolina a partir de metanol e o hidrotreatamento (Afonso, J.C.; A. B. Pontes; E. S. Santos; M. S. Menezes; R. M. Aguiar, 2004. Reciclagem química de zeólitas comerciais desativadas. *Quim. Nova*, Vol. 27, No. 2, pp. 315-319).

Outros trabalhos também relatam a utilização das zeólitas naturais como catalisadores (Escobar, F. A. M.; M. S. Batista; E. A. Urquieta-González, 2000. Desproporcionamento de tolueno sobre zeólitas tipo mordenita – atividade e seletividade na obtenção de xilenos. *Química Nova*, 23: 303-306; WO9640842, EP755717, US5602066, JP9703459, EP758635).

Apesar da utilização de zeólitas naturais ser um procedimento relativamente barato e de fácil aplicação, a presença de impurezas leva a uma heterogeneidade na adsorção e na capacidade de troca iônica, fazendo com que o uso do mineral *in natura* seja desfavorecido. Para resolver tal inconveniente e agregar valor à zeólita natural, foram desenvolvidos alguns processos para a síntese de zeólitas com características aprimoradas. Tais processos se resumem, basicamente, em reações de compostos contendo sílica e alumínio em soluções alcalinas por longos períodos e em altas temperaturas.

As zeólitas sintéticas se destacam por serem monominerálicas, apresentarem um único tipo de CTC prevista, poucas impurezas e poros, canais e cavidades com dimensões preestabelecidas.

Como exemplos de zeólitas sintéticas podem ser citados os trabalhos de Sathupunya *et al.*, 2004 (Sathupunya, M. ; E. Gulari; A. Jamieson; S. Wongkasemjit. 2004. Microwave-assisted preparation of zeolite K–H from alumatrane and silatrane. *Microporous and Mesoporous Materials*, 69: 157–164), as patentes US5451391, US4891200, US3058805, US3649178, US3008803, EP753482, WO9706103, US5559067, EP728699.

Na tentativa de identificar processos mais simples e de baixo custo, outros trabalhos foram desenvolvidos com a modificação de zeólitas naturais. Ogura *et al.*, 2000 (*apud* Suzuki e Okuhara, 2001. Change in pore structure of MFI zeolite by treatment with NaOH aqueous solution. *Microporous and Mesoporous Materials*, 43:83-89) descrevem o aumento da atividade catalítica da zeólita MFI quando tratada em solução contendo NaOH. Já o trabalho de Bourlinos *et al.*, 2003 (Bourlinos A. B., R. Zboril, D. Petridis. 2003. A simple route towards magnetically modified zeolites. *Microporous and Mesoporous Materials*, 58: 155–162) e a patente RU2081846 descrevem a modificação magnética de zeólitas.

A presente invenção descreve um processo simples para a concentração e modificação de composições zeolíticas capaz de aumentar a capacidade de troca catiônica desses minerais *in natura* em até 70%. São descritos ainda processos para a utilização de tais composições zeolíticas modificadas.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a uma composição mineral zeolítica constituída por zeólitas, quartzo, feldspatos, esmectita, óxidos e ou hidróxidos de ferro, entre outros. A zeólita presente na composição mineral zeolítica pode ser selecionada entre
5 pelo menos uma das espécies de estilbita, laumontita e montmorillonitas.

A composição zeolítica descrita pela presente invenção pode ser utilizada para sorção e ou dessorção de íons e ou nutrientes no meio, tais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, molibdênio, cloro, amônio, flúor, sódio, arsênico, antimônio, selênio, cádmio, mercúrio, cromo,
10 chumbo, níquel e mercúrio. A composição também pode ser utilizada como condicionador de solos, fertilizante de liberação lenta e demais aplicações agrícolas e ambientais.

A presente invenção provê ainda processos de concentração e de modificação da composição mineral zeolítica pela adição de íons e/ou nutrientes que compreendem as
15 etapas de:

- preparação do concentrado zeolítico;
- modificação química do concentrado zeolítico, obtido no item (i) e, opcionalmente,
- saturação do concentrado zeolítico modificado.

Preparação do Concentrado Zeolítico

20 O objetivo dessa etapa é o aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do concentrado zeolítico, de forma que este apresente uma melhor resposta à incorporação de íons e/ou nutrientes. A concentração pode ser obtida através da utilização de um separador magnético, uma mesa vibratória ou uma espiral de *Humphrey*.

Modificação Química do Concentrado Zeolítico

25 Por ser constituída por diversos cátions de compensação, a composição zeolítica foi modificada para obtenção de uma forma homoiônica. Para minimizar a competição entre os cátions, os íons específicos de sua estrutura são removidos e em seu lugar são adicionadas quantidades equivalentes de um único íon selecionado.

30 Com este objetivo, o concentrado zeolítico foi colocado em solução com um reagente sob constante agitação. A agitação da suspensão pode ser feita mediante

qualquer método conhecido da técnica, tal como agitação mecânica ou agitação magnética.

Entre os reagentes que podem ser utilizados para a modificação química estão o NaCl, H₃PO₄, KCl, NaOH, KOH, entre outros. A suspensão utilizada nesta etapa pode
5 variar de 10 a 70% de sólido.

Os demais parâmetros utilizados na reação são preferencialmente:

- concentração variando entre 0,1 e 5,0 M.
- período de 10 a 35h, preferencialmente 24h.
- temperatura entre 18-35°C, preferencialmente, 25°C.

10 Após o tratamento, a suspensão é filtrada e o concentrado zeolítico desidratado.

Saturação do Concentrado Zeolítico Modificado

Nos processos onde a finalidade é o fornecimento de íons e ou nutrientes para o meio, realiza-se uma etapa adicional de saturação do concentrado zeolítico modificado. Nesta etapa ocorre a incorporação de íons e/ou nutrientes que serão posteriormente
15 dessorvidos no ambiente.

Com este objetivo, o concentrado zeolítico modificado é deixado em constante agitação em solução contendo pelo menos um dos seguintes nutrientes ou reagentes (incluindo as fórmulas hidratadas): nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, molibdênio, cloro, amônio, compostos de
20 nitrogênio [KNO₃, Ca(NO₃)₂, Mg(NO₃)₂, Fe(NO₃)₂, Cu(NO₃)₂, HNO₃]; compostos de enxofre (K₂SO₄, MgSO₄, MnSO₄, H₂SO₄), compostos de potássio (KOH, KO₂), compostos de magnésio (MgSO₄), compostos de zinco (ZnO), compostos de manganês (MnSO₄), compostos de ferro (Fe₂O₃, FeO), compostos de cobre (CuO, CuO₂), compostos de molibdênio, compostos de boro (H₃BO₄), compostos de fósforo (KH₂PO₄,
25 H₃PO₄), compostos de cloro (KCl, CaCl₂), carbonatos, iodetos (KI), apatita, entre outros. A concentração varia entre 0,1 e 5,0 M, o tempo varia entre 10 e 35h, preferencialmente 24h, e a temperatura varia entre 18-35°C, preferencialmente 25°C. A suspensão utilizada nesta etapa também pode variar de 10 a 70% de sólido. Após o tratamento, a suspensão é filtrada e o concentrado zeolítico desidratado.

Com o objetivo de melhor ilustrar a invenção, a seguir são relatados alguns exemplos de metodologias e aplicações da pesquisa. Tais exemplos, no entanto, não devem ser limitantes à matéria anteriormente revelada.

EXEMPLOS

5 **1) Preparação do Concentrado Zeolítico**

As amostras minerais utilizadas foram provenientes da porção W do estado do Maranhão e NE do estado do Tocantins, na região de divisa entre os dois estados, proveniente da Bacia Sedimentar do Parnaíba e trata-se de um arenito portador de zeólitas, as quais constituem o cimento de rocha. Grãos de quartzo e feldspatos e
10 fragmentos de rocha são os principais componentes da fração detrítica (terrígena) e têm granulometria variando de fina a grossa. Esses componentes estão sempre impregnados por uma finíssima cutícula avermelhada de óxido e/ou hidróxidos de ferro, revestidos por um filme de esmectita.

As esmectitas compõem a fase externa da capa avermelhada que envolve os
15 grãos detríticos. A espessura desse invólucro de argilomineral é homogênea, formando pontes e meniscos entre os grãos terrígenos. Estudos por meio de difração de raios-X e análises químicas por microsonda eletrônica caracterizam esses minerais no grupo das montmorillonitas.

As zeólitas compreendem a principal fase de cimento do arenito. Duas espécies
20 estão presentes, estilbita e laumontita, caracterizadas por meio de difração de raios-X, microscopia eletrônica de varredura e análises químicas de fases isoladas, por microsonda eletrônica. Essas duas zeólitas são os constituintes mais abundantes do cimento, principalmente na fração grossa, onde chegam a perfazer 20 a 40% da rocha. A estilbita apresenta-se com hábito lamelar, placoso. Na laumontita predomina um caráter
25 prismático, com certa predisposição a formar agregados de aspecto radial. Quanto ao quimismo, na estilbita a razão Si:Al é da ordem de 3,20 e o conteúdo de Ca, em torno de 4. Contém, ainda, potássio, sódio e magnésio, sendo praticamente desprovidas de ferro. Na laumontita tem-se uma razão Si:Al em torno de 2,14, sendo o cálcio o principal cátion, contendo também potássio e sódio.

1.1) Separação magnética

Para a realização deste ensaio foi utilizado o separador magnético do tipo BOXMAG RAPID. Uma amostra de 5 kg com granulometria abaixo de 28 mesh foi alimentada ao separador a 5v e 150 rpm de velocidade, utilizando uma inclinação de 10° para o não-magnético e 50° para o magnético.

1.2) Mesa Vibratória

Os ensaios foram conduzidos em mesa vibratória do tipo *Deister*, modelo RA 15S SD, tendo-se como alimentação aproximadamente 8 kg do material. A taxa de alimentação empregada nos ensaios foi de 120g/min, a vazão de água aplicada foi de 1.4G/min e a rotação de 380 rpm.

1.3) Espiral de *Humphrey*

Os ensaios foram realizados em espiral *Humphrey* modelo MD, revestida de PVC, deque duplo com 7 voltas cada, cuja seção transversal é constituída de canais de forma côncava e um mecanismo de lavagem tendo como alimentação uma polpa a 20% de sólidos, obtida a partir de 12 kg das amostras. A polpa foi bombeada, com uma vazão de 62 L/min, usando-se duas bombas (horizontal e vertical) para o circuito de espiral de *Humphrey* avaliado, sendo realizada uma amostragem simultânea do concentrado e do rejeito, após a operação entrar em regime. O tempo de amostragem foi de 20s, sendo utilizadas todas as aberturas da espiral avaliada para coleta do concentrado. O tempo de operação contínua foi de 15 min e a vazão da água de lavagem utilizada foi de 24 L/min.

Os resultados obtidos para num teste de concentração a partir de uma mesma amostra estão descritos na tabela 1.

Tabela 01: Resultados dos ensaios de concentração (concentrado zeolítico).

Zeólita	Tal qual	Espiral	Mesa	Separação Magnética
Teor (%)	40,39	54,33	65,00	40,39

2) Modificação Química do Concentrado Zeolítico

2.1) Modificação com NaCl

Para realização desta metodologia 2 kg do concentrado zeolítico foram deixados em constante agitação com uma solução de NaCl variando de 0,1 a 5 M, por 24h em

temperatura ambiente. A suspensão utilizada nesta etapa varia de 10 a 70% de sólido. Após o tratamento, a suspensão é filtrada e desidratada a 100°C.

2.2) Modificação com H₃PO₄

5 Para realização desta metodologia 2 kg da composição zeolítica concentrada foi deixada em constante agitação com uma solução de H₃PO₄ variando de 0.1 a 5 M, por 24h em temperatura ambiente. A suspensão utilizada nesta etapa variou de 10 a 70% de sólido. Após o tratamento, a suspensão foi filtrada e desidratada a 100°C.

3) Saturação do Concentrado Zeolítico Modificado

3.1) Saturação com KNO₃

10 Para realização desta metodologia 2 kg da composição zeolítica modificada com NaCl foram deixados em constante agitação com uma solução de KNO₃, concentração variando de 0.1 a 5 M, por 24h em temperatura ambiente. A suspensão utilizada nesta etapa variou de 10 a 70% de sólido. Após o tratamento, a suspensão foi filtrada e a zeólita desidratada a 100°C. Obteve-se o produto ZNK (zeólita + KNO₃).

15 3.2) Saturação com KH₂PO₄

Para realização desta metodologia 2 kg do concentrado zeolítico modificado com NaCl foram deixados em constante agitação com uma solução de KH₂PO₄, concentração variando de 0.1 a 5 M, por 24h em temperatura ambiente. A suspensão utilizada nesta etapa variou de 10 a 70% de sólido. Após o tratamento, a suspensão foi
20 filtrada e a zeólita desidratada a 100°C. Obteve-se o produto ZPK (zeólita + KH₂PO₄).

3.3) Saturação com apatita (34% de P₂O₅)

Neste teste 2 kg da composição zeolítica modificada com H₃PO₄ foi misturada a 1 kg de apatita com 34% de P₂O₅. Obteve-se o produto ZP (zeólita + H₃PO₄ + apatita).

Os resultados obtidos em um teste de modificação química e saturação estão
25 descritos na tabela 2.

Tabela 02: Resultados dos ensaios de modificação química e saturação.

Amostra	pH Água	CE mS cm N°	P*	K*	Na*	Ca**	Mg**	CTC	V %	K***	Na***
			mg Kg ⁻¹ N°			cmol dm ⁻³				mg Kg ⁻¹	
Concentrado Zeolítico	7.8	0.084	30	222	619	38.4	9.0	50.7	100	3.90	13.80
ZNK	6.4	24	17	7410	943	41.4	1.7	66.2	100	15210	1196
ZPK	7.6	0.024	11289	975	2346	4.8	0.7	54.2	34	41925	1564
ZP	3.7	5	7130	121	361	43.8	15.5	93.0	66	3.90	41.40

*Extrator: solução de Mehlich 1 (HCl 0.05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0.0125 mol L⁻¹).

** Extrator: solução de KCl 1 mol L⁻¹.

*** Extraídos em pasta de saturação.

5 **4) Aplicação na Agricultura**

A partir da obtenção da composição mineral zeolítica, estabeleceu-se etapas para avaliação destes materiais no crescimento de plantas em experimentos com alface, tomate e arroz em vasos e experimentos com porta-enxertos de citros.

No primeiro experimento, foram realizados 3 cultivos sucessivos nos mesmos vasos: 1°) alface (*Lactuca sativa* L. var. Regina), 2°) tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. Finestra e 3°) arroz (*Oryza sativa* L.).

4.1) Cultivo de alface

A partir das composições zeolíticas modificadas e enriquecidas, estabeleceu-se esse experimento com objetivo de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos substratos zeolíticos. Utilizou-se vasos com 3 kg de material inerte (areia lavada) adicionado de uma das seguintes composições zeolíticas: concentrado zeolítico (Z); concentrado zeolítico modificado com NaCl e saturado com KNO₃ (ZNK); concentrado zeolítico modificado com NaCl e saturado com KH₂PO₄ (ZPK) e concentrado zeolítico modificado com H₃PO₄ e saturado com apatita (ZP). As quantidades (g por vaso) utilizadas de todas as composições zeolíticas foram de 20, 40, 80 e 160g, além da testemunha. A testemunha recebeu todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas através de uma solução nutritiva. Todos os tratamentos receberam as mesmas quantidades de Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. Quando a composição zeolítica utilizada não possuía um dos macronutrientes, N, P ou K, este foi adicionado na forma de solução nutritiva, na mesma dose fornecida à testemunha.

Adotou-se um delineamento experimental de blocos ao acaso com 3 repetições. As mudas de alface foram transplantadas para os vasos 30 dias após a germinação e receberam irrigação diária. Ao final de 30 dias de cultivo, após o transplante das mudas, as plantas foram colhidas, pesadas, lavadas, secas em estufa e pesadas. Foram ajustadas equações de regressão para o peso fresco e a produção de matéria seca dos tratamentos.

4.2) Cultivo de tomateiros

Este experimento constou do cultivo de tomateiros, nos mesmos vasos que foram cultivados as alfaces.

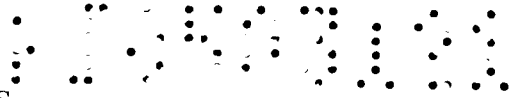
4.3) Cultivo de arroz

Este experimento constou do cultivo de uma espécie de gramínea, nos mesmos vasos que foram cultivados as alfaces e os tomates.

4.4) Crescimento de porta-enxertos de citros

Para a avaliação da composição zeolítica no crescimento de porta-enxertos de citros, estabeleceu-se este experimento utilizando limoeiro 'Cravo'. Este experimento foi concebido de forma a simular as condições mais próximas de cultivo encontradas pelos produtores de mudas. Foram utilizados recipientes de 150 cm³ para produção de mudas. Elaborou-se um substrato orgânico com pó de coco compostado misturado com carvão vegetal na relação 3:1. Foi adicionado à esta mistura de pó de coco e carvão, 30% da composição zeolítica calculada com base no peso. Esta quantidade de composição zeolítica era constituída por doses de uma mistura, na relação 3:1, das composições ZP e ZNK, completada com a composição zeolítica concentrada (Z). As doses da mistura (ZNK + ZP) utilizadas foram: 2,5; 5,0; 10,0; e 15,0g por planta. As quantidades totais da composição zeolítica para cada planta foram sempre 15 g. Adotou-se um delineamento experimental de blocos ao acaso com 4 repetições.

Os resultados dos testes com o cultivo de alfaces, tomateiros, gramíneas e porta enxertos de citros, demonstraram um incremento de produtividade de 20%.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição mineral zeolítica caracterizada por ser constituída por:
 - i) 10 a 80% de zeólita;
 - ii) 2 a 20% de quartzo;
 - 5 iii) 1 a 15% de feldspato;
 - iv) 1 a 10% de esmectita;
 - v) 1 a 5% de outros minerais.
2. Composição mineral zeolítica de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pela zeólita ser constituída por compostos selecionados do grupo constituído por SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O ,
10 K_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , MnO , P_2O_5 , TiO_2 , CoO , NiO , ZnO , Cr_2O_3 , BaO , entre outros.
3. Composição mineral zeolítica de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pela zeólita ser selecionada entre estilbita, laumontita e montmorillonita.
4. Processo de modificação de um concentrado zeolítico caracterizado por compreender as etapas de:
 - 15 i) concentração da composição mineral zeolítica;
 - ii) modificação química da composição mineral zeolítica.
5. Processo de modificação de uma composição mineral zeolítica de acordo com a reivindicação 4 caracterizado pela concentração ser realizada por Espiral de *Humphrey*, Mesa Vibratória ou Separador Magnético.
- 20 6. Processo de modificação de uma composição mineral zeolítica de acordo com a reivindicação 4 caracterizado pela modificação química ocorrer em solução com pelo menos um dos seguintes reagentes NaCl , H_3PO_4 , KCl , NaOH , KOH , entre outros.
7. Processo de modificação de uma composição mineral zeolítica de acordo com as reivindicações 4-6 caracterizado por compreender adicionalmente uma etapa de saturação
25 da composição mineral zeolítica.
8. Processo de modificação de uma composição mineral zeolítica de acordo com a reivindicação 7 caracterizado pela saturação ocorrer em solução com pelo menos um reagente do grupo composto por KH_2PO_4 , KNO_3 , apatita, KCl , H_3PO_4 , entre outros.
9. Processo de modificação de uma composição mineral zeolítica de acordo com a
30 reivindicação 8 caracterizado pela apatita conter 34% de P_2O_5 .

10. Processo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato da razão zeólita/apatita variar de 1:1 a 10:1.
11. Composição mineral zeolítica modificada caracterizada por ser obtida através do processo das reivindicações 4-9.
- 5 12. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com as reivindicações 1-3 e 10 caracterizado por ser na sorção e/ou dessorção de íons no ambiente.
13. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com a reivindicação 11 caracterizado pelos íons do ambiente serem Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , NH_4^+ ,
10 NO_3^- , Cr^{3+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , K^+ , Na^+ , PO_4^{3-} , Ca^{2+} , $H_2PO_4^-$, Mg^{2+} , entre outros.
14. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com as reivindicações 1-3 e 10 caracterizado por ser na sorção e/ou dessorção de nutrientes do meio.
15. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com a reivindicação 13 caracterizado pelos nutrientes do meio serem nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, ferro, manganês, enxofre, molibdênio, zinco, cobre, boro, entre outros.
16. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com as reivindicações 1-3 e 10 caracterizado por ser no crescimento de plantas.
- 20 17. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com as reivindicações 1-3 e 10 caracterizado por ser como condicionador de solos.
18. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com as reivindicações 1-3 e 10 caracterizado por ser como carreador de nutrientes.
19. Processo de utilização de uma composição mineral zeolítica de acordo com as
25 reivindicações 1-3 e 10 caracterizado por ser como fertilizante de liberação lenta.



RESUMO

Patente de invenção "COMPOSIÇÃO MINERAL ZEOLÍTICA, PROCESSOS DE MODIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO"

A presente invenção refere-se a uma composição mineral zeolítica constituída
5 principalmente por zeólitas, quartzo, feldspatos, esmectita, óxidos e/ou hidróxidos de ferro, entre outros. A invenção refere-se ainda a um processo simples para a concentração e modificação de composições zeolíticas capaz de aumentar a capacidade de troca catiônica desses minerais *in natura* em até 70%. São descritos ainda processos para a utilização de tais composições zeolíticas modificadas, como a sorção e/ou
10 dessorção de íons e/ou nutrientes no meio ambiente, uso como condicionador de solos, fertilizante de liberação lenta e outras aplicações agrícolas e ambientais.