



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112015022557-8 B1



(22) Data do Depósito: 14/03/2014

(45) Data de Concessão: 29/09/2020

(54) Título: COMPOSIÇÃO CATALISADORA, MÉTODO, ARTIGO CATALISADOR, E, SISTEMA PARA TRATAR UM GÁS DE ESCAPE

(51) Int.Cl.: B01J 29/70; B01J 29/72; B01J 29/74; B01J 29/76; B01J 29/78; (...).

(30) Prioridade Unionista: 15/03/2013 US 61/792,904.

(73) Titular(es): JOHNSON MATTHEY PUBLIC LIMITED COMPANY.

(72) Inventor(es): JOHN LEONELLO CASCI; JILLIAN ELAINE COLLIER; LUCIA GABEROVA.

(86) Pedido PCT: PCT IB2014059837 de 14/03/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/141200 de 18/09/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/09/2015

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO CATALISADORA, MÉTODO E SISTEMA PARA TRATAR UM GÁS DE ESCAPE, E, ARTIGO CATALISADOR. É provida uma composição catalisadora tendo uma peneira molecular de aluminossilicato tendo uma estrutura de AEI e uma razão molar de sílica para alumina de cerca de 20 até cerca de 30 carregada com cerca de 1 até cerca de 5 por cento em peso de um metal promotor, com base no peso total do material de peneira molecular. Também são providos métodos, artigos, e sistemas que usam a composição catalisadora.

COMPOSIÇÃO CATALISADORA, MÉTODO, ARTIGO CATALISADOR, E, SISTEMA PARA TRATAR UM GÁS DE ESCAPE

FUNDAMENTOS

Campo da Invenção:

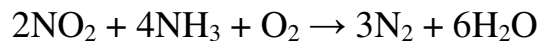
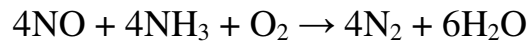
[001] A presente invenção se refere a catalisadores, artigos, e métodos para tratar gás de escape de combustão.

Descrição da Técnica Relacionada:

[002] A combustão de combustível com base em hidrocarboneto em estações de energia elétrica e em motores produz gás de combustão ou escape que contém, em grande parte, nitrogênio relativamente benigno (N_2), vapor de água (H_2O), e dióxido de carbono (CO_2). Mas os gases de combustão e escape também contêm, em parte relativamente pequena, substâncias nocivas e/ou tóxicas, tais como monóxido de carbono (CO) a partir de combustão incompleta, hidrocarbonetos (HC) a partir de óxidos de nitrogênio de combustível não queimado (NO_x) a partir de temperaturas de combustão excessivas, e matéria particulada (principalmente fuligem). Para mitigar o impacto ambiental de gás de combustão e de escape liberado para a atmosfera, é desejável eliminar ou reduzir a quantidade dos componentes indesejáveis, preferivelmente por um processo que por sua vez não gera outras substâncias nocivas ou tóxicas.

[003] Tipicamente, gases de combustão a partir de estações de energia elétrica e motores de gás de queima pobre de gases de escape possuem um efeito de oxidação líquida devido à alta proporção de oxigênio que é provido para garantir a combustão adequada do combustível de hidrocarboneto. Em tais gases, um dos componentes mais onerosos para remover é o NO_x , que inclui óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO_2), e óxido nitroso (N_2O). A redução de NO_x para N_2 é particularmente problemática já que o gás de escape contém oxigênio suficiente para favorecer reações de oxidação em vez de redução. Não obstante, NO_x pode

ser reduzido por um processo comumente conhecido como Redução Catalítica Seletiva (SCR). Um processo de SCR envolve a conversão de NO_x, na presença de um catalisador e com o auxílio de um agente redutor, tal como amônia, para nitrogênio elementar (N₂) e água. Em um processo de SCR, um redutor gasoso tal como amônia é adicionado a uma corrente de gás de escape antes de contactar o gás de escape com o catalisador de SCR. O redutor é absorvido para o catalisador e a reação de redução de NO_x ocorre já que os gases passam através de ou sobre o substrato catalisado. A equação química para reações de SCR estequiométricas usando amônia é:



[004] Zeólitas (isto é, aluminosilicatos) tendo BEA, MOR, CHA ou certas outras substâncias são conhecidas como úteis como catalisadores de SCR. Tais zeólitas possuem uma estrutura pseudo-cristalina ou cristalina molecularmente porosa construída primariamente de alumina e sílica. O desempenho catalítico destas zeólitas pode ser aprimorado incorporando um metal – por exemplo, por uma troca catiônica em que uma porção de espécies iônicas existindo para a superfície da estrutura é substituída por cátions de metal, tais como Cu²⁺. Tipicamente, concentrações de metal maiores correspondem com maior desempenho catalítico.

[005] Enquanto o desempenho de SCR de tais catalisadores é aceitável em temperaturas de gás de escape normal de um motor de diesel, o catalisador pode se tornar exposto aos picos de temperatura inesperados (por exemplo, > 800°C) durante a sua vida útil. Em geral, uma estabilidade hidrotérmica de zeólita pode ser aprimorada aumentando a razão de sílica para alumina da zeólita (SAR). No entanto, maiores SARs tipicamente limitam a quantidade de metal que podem ser carregadas na zeólita.

[006] Zeólitas CHA carregadas com cobre são conhecidas para

prover desempenho de CSR adequado provido que o catalisador não é exposto às temperaturas em excesso de 800°C. No entanto, ainda existe uma necessidade por catalisadores de SCR aprimorados que são capazes de suportar até temperaturas mais altas com pouca ou nenhuma desativação. A presente invenção satisfaz esta necessidade dentre outras.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[007] Surpreendentemente, foi descoberto que zeólitas promovidas por metal tendo uma estrutura de AEI e uma razão de sílica para alumina (SAR) de cerca de 20 até cerca de 30 são mais hidrotermicamente estáveis se comparadas com outros catalisadores de zeólita com similares SARs e similares carregamentos de metal. Os catalisadores da presente invenção proveem desempenho catalítico aprimorado em aplicações tais como redução catalítica seletiva (SCR) de NO_x e oxidação de amônia quando comparados com outros catalisadores, particularmente após os catalisadores serem sujeitos às altas temperaturas.

[008] De maneira apropriada, em um aspecto da invenção, é provida uma composição catalisadora compreendendo uma peneira molecular de aluminossilicato tendo uma estrutura de AEI e uma razão molar de sílica para alumina de cerca de 20 até cerca de 30 e cerca de 1 até cerca de 5 por cento em peso de um metal promotor, com base no peso total do material de peneira molecular.

[009] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um método para tratar um gás de escape compreendendo (a) contactar um gás de escape compreendendo NO_x e um redutor com uma composição catalisadora descrita aqui; e (b) reduzir seletivamente pelo menos uma porção de NO_x para N₂ e H₂O.

[0010] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um Artigo catalisador compreendendo uma composição catalisadora descrita aqui e um substrato com o qual e/ou em que o catalisador está disposto.

[0011] De acordo com mais um aspecto da invenção, é provido sistema para tratar gás de escape compreendendo (a) um Artigo catalisador descrita aqui; e (b) um ou mais componentes a montante selecionado a partir de um catalisador de oxidação de diesel, um catalisador de absorvedor de NO_x, um capturador de NO_x pobre, um filtro, um injetor de NH₃, e um catalisador de SCR; e (c) opcionalmente um catalisador de fuga de amônia a jusante.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0012] A Figura 1 mostra um padrão de XRD de um aluminosilicato de AEI tendo um SAR de 22.

[0013] As Figuras 2a e 2b mostram desempenho de conversão de NO_x de aluminosilicatos de AEI carregados com cobre e aluminosilicatos de CHA carregados com cobre após envelhecimento hidrotérmico de alta temperatura e moderado.

[0014] A Figura 3 mostra o desempenho de conversão de NH₃ de aluminosilicatos de AEI carregados com cobre após envelhecimento hidrotérmico de alta temperatura.

[0015] E, as Figuras 4a, 4b, e 4c mostram o desempenho de NO_x e NH₃ de aluminosilicatos de AEI, CHA, e BEA carregados com cobre após envelhecimento pobre/rico.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS DA INVENÇÃO

[0016] Em uma modalidade preferida, a invenção é direcionada para um Artigo catalisador para aprimorar a qualidade do ar ambiental, particularmente para aprimorar emissões de gás de combustão ou outro gás de escape geradas por plantas de energia, turbinas de gás, motores de combustão interna de queima pobre, e semelhantes. Emissões de gás de escape são aprimoradas, pelo menos em parte, reduzindo as concentrações de NO_x e/ou NH₃ de gás de escape de queima pobre por uma faixa de temperatura de

operação vasta. Catalisadores úteis são aqueles que reduzem seletivamente NO_x e/ou oxidam amônia em um ambiente de oxidação (isto é, um catalisador de SCR e/ou catalisador de AMOX).

[0017] Em certas modalidades, é provido uma composição catalisadora compreendendo a material de zeólita tendo uma estrutura de AEI e uma razão molar de sílica para alumina (SAR) de cerca de 20 até cerca de 30 e cerca de 1 até cerca de 10 por cento em peso de um metal promotor com base no peso total do material de zeólita.

[0018] Zeólitas preferidas são aluminosilicatos tendo uma estrutura cristalina ou pseudo-cristalina de AEI. Como usado aqui, o termo “AEI” se refere a um tipo de estrutura de AEI como reconhecido por International Zeolite Association (IZA) Structure Commission. A maioria da estrutura de zeólita de aluminosilicato é construída de alumina e sílica, mas pode incluir metais de estrutura diferentes do que alumínio (isto é, zeólitas substituídas por metal). Como usado aqui, o termo “substituído por metal” com relação a uma zeólita quer dizer uma estrutura de zeólita tendo um ou mais átomos de estrutura de alumínio ou silício substituídos por um metal de substituição. Em contraste, o termo “metal trocado” quer dizer uma zeólita tendo estrutura extra ou íons de metal livres associados com a estrutura de armação, mas não formam parte da estrutura em si. Exemplos das armações de AEI substituídas com metal incluem aquelas que compreendem átomos de ferro e/ou cobre da armação. Qualquer isotipo de aluminosilicato de AEI é adequado para a presente invenção.

[0019] Preferivelmente, a fase cristalina primária da peneira molecular é AEI, apesar de outras fases cristalinas tais como FAU também poderem estar presentes. Em certas modalidades, a fase cristalina primária compreende pelo menos cerca de 90 por cento em peso AEI, preferivelmente pelo menos cerca de 95 por cento em peso AEI, e ainda mais preferivelmente pelo menos cerca de 98 ou pelo menos cerca de 99 por cento em peso AEI. A

peneira molecular pode conter FAU em quantidades mínimas, preferivelmente menos do que 5 por cento em peso, e ainda mais preferivelmente menos do que cerca de 2 por cento em peso, ou ainda menos do que cerca de 1 por cento em peso. Preferivelmente, a peneira molecular de AEI é substancialmente livre de outras fases cristalinas e não é um intercrescimento de dois ou mais tipos de armação. Por “substancialmente livre” com relação a outras fases cristalinas, se quer dizer a peneira molecular contém pelo menos 99 por cento em peso AEI.

[0020] Zeólitas preferidas possuem uma razão molar de sílica para alumina (SAR) de cerca de 20 até cerca de 30, mais preferivelmente cerca de 20 até cerca de 25, por exemplo, cerca de 20 até cerca de 22, cerca de 22 até cerca de 25, ou cerca de 25 até cerca de 30. A razão de sílica para alumina das zeólitas pode ser determinada por análise convencional. Esta razão deve representar, tão próximo quanto for possível, a razão na armação atômica rígida do cristal da zeólita e para excluir silício ou alumínio no ligante ou na forma catiônica ou outra forma dentro dos canais. Já que pode ser difícil medir diretamente a razão de sílica para alumina da zeólita após ter sido combinada com um material ligante, particularmente um ligante de alumina, estas razões de sílica para alumina são expressas em termos de SAR da zeólita por si só, isto é, antes da combinação da zeólita com os outros componentes catalisadores.

[0021] Em adição à zeólita de AEI, a composição catalisadora compreende pelo menos um metal promotor disposto em e/ou dentro do material de zeólita como metais de estrutura extra. Como usado aqui, um “metal de estrutura extra” é um que reside dentro da peneira molecular e/ou em pelo menos uma porção da superfície de peneira molecular, preferivelmente já que as espécies iônicas, não inclui alumínio, e não inclui átomos que constituem a estrutura da peneira molecular. Preferivelmente, a presença de metais promotores facilita o tratamento de gases de escape, tais

como gás de escape a partir de um motor de diesel, incluindo processos tais como redução de NO_x, oxidação de NH₃, e armazenamento de NO_x.

[0022] O metal promotor pode ser qualquer um dos metais cataliticamente ativos reconhecidos que são usados na indústria de catalisador para formar zeólitas de troca de metal, particularmente estes metais que são conhecidos como cataliticamente ativos para tratar gases de escape derivados de um processo de combustão. Metais particularmente preferidos são úteis na redução de NO_x e processos de armazenamento. Metal promotor deve ser interpretado vastamente e especificamente inclui cobre, níquel, zinco, ferro, tungstênio, molibdênio, cobalto, titânio, zircônio, manganês, cromo, vanádio, nióbio, bem como estanho, bismuto e antimônio; metais do grupo da platina, tais como rutênio, ródio, paládio, índio, platina, e metais preciosos tais como ouro e prata. Metais de transição preferidos são metais de base, e metais de base preferidos incluem aqueles selecionados a partir do grupo que consiste de cromo, manganês, ferro, cobalto, níquel, e cobre, e misturas dos mesmos. Em uma modalidade preferida, pelo menos um dos metais promotores é cobre. Outros metais promotores preferidos incluem ferro, particularmente em combinação com cobre.

[0023] Em certas modalidades, o metal promotor está presente em o material de zeólita em uma concentração de cerca de 0,1 até cerca de 10 por cento em peso (% em peso) com base no peso total da zeólita, por exemplo a partir de cerca de 0,5 % em peso até cerca de 5 % em peso, a partir de cerca de 0,5 até cerca de 1 % em peso, a partir de cerca de 1 até cerca de 5 % em peso, cerca de 2,5 % em peso até cerca de 3,5 % em peso, e cerca de 3 % em peso até cerca de 3,5 % em peso. Para modalidades que usam cobre, ferro, ou a combinação dos mesmos, a concentração destes metais de transição no material de zeólita preferivelmente é de cerca de 1 até cerca de 5 por cento em peso, mais preferivelmente cerca de 2,5 até cerca de 3,5 por cento em peso.

[0024] Em certas modalidades, o metal promotor, tal como cobre, está

presente em uma quantidade a partir de cerca de 2.856 (80) até cerca de 4.284 g/m³ (120 g/ft³) da zeólita ou carregamento de revestimento lavável, incluindo por exemplo, cerca de 3.034,5 (85) até cerca de 3.391,5 g/m³ (95 g/ft³), ou cerca de 3.213 (90) até cerca de 3.391,5 g/m³ (95 g/ft³).

[0025] Em certas modalidades, o metal promotor está presente em uma quantidade relativa à quantidade de alumínio na zeólita, designadamente o alumínio de estrutura. Como usado aqui, a razão de metal promotor:alumínio (M:Al) é baseada na relativa quantidade molar de metal promotor para Al de estrutura molar na zeólita correspondente. Em certas modalidades, o catalisador material possui uma razão de M:Al de cerca de 0,1 até cerca de 1,0, preferivelmente cerca de 0,2 até cerca de 0,5. Uma razão de M:Al de cerca de 0,2 até cerca de 0,5 é particularmente útil onde M é cobre, e mais particularmente onde M é cobre e o SAR da zeólita é cerca de 20 a 25.

[0026] Em um exemplo, uma zeólita de troca de metal é criada misturando a zeólita em uma solução contendo precursores solúveis dos metais cataliticamente ativos. O pH da solução pode ser ajustado para induzir a precipitação dos cátions de metal cataliticamente ativo na ou dentro da estrutura de zeólita (mas não incluindo a armação de zeólita). Por exemplo, em uma modalidade preferida, um material de zeólita de AEI é imerso em uma solução contendo nitrato de cobre para um tempo suficiente para permitir a incorporação dos cátions de cobre cataliticamente ativo para a estrutura de peneira molecular pela troca iônica. Íons de cobre não trocados são precipitados. Dependendo da aplicação, uma porção dos íons não trocados podem permanecer no material de peneira molecular como cobre livre. A zeólita de troca de metal então pode ser lavada, seca, e calcinada.

[0027] Em geral, troca iônica de cátion de metal catalítico para ou na peneira molecular pode ser realizada em temperatura ambiente ou em uma temperatura até cerca de 80° C sobre um período de cerca de 1 a 24 horas em um pH de cerca de 7. O material de peneira molecular catalítica resultante é

preferivelmente seca em cerca de 100 a 120°C durante a noite e calcinada em uma temperatura de pelo menos cerca de 500°C.

[0028] Em certas modalidades, a composição catalisadora compreende a combinação de pelo menos um metal promotor e pelo menos um metal alcalino ou metal alcalino terroso, em que os metais de transição e metais alcalinos ou metais alcalinos terrosos são dispostos no ou dentro do material de zeólita. O metal alcalino ou alcalino terroso pode ser selecionado a partir de sódio, potássio, rubídio, célio, magnésio, cálcio, estrôncio, bário, ou alguma combinação dos mesmos. Como usado aqui, a frase “metal alcalino ou alcalino terroso” não quer dizer os metais alcalinos e metais alcalinos terrosos são usados na alternativa, mas em vez disso um ou mais metais alcalinos podem ser usados sozinhos ou em combinação com um ou mais metais alcalinos terrosos e que um ou mais metais alcalinos terrosos podem ser usados sozinhos ou em combinação com um ou mais metais alcalinos. Em certas modalidades, metais alcalinos são preferidos. Em certas modalidades, metais alcalinos terrosos são preferidos. Metais alcalinos ou alcalinos terrosos preferidos incluem cálcio, potássio, e combinações dos mesmos. Em certas modalidades, a composição catalisadora é essencialmente livre de magnésio e/ou bário. Em certas modalidades, o catalisador é essencialmente livre de qualquer metal alcalino ou alcalino terroso exceto cálcio e potássio. Em certas modalidades, o catalisador é essencialmente livre de qualquer metal alcalino ou alcalino terroso exceto cálcio. e em certas outras modalidades, o catalisador é essencialmente livre de qualquer metal alcalino ou alcalino terroso exceto potássio. Como usado aqui, o termo “essencialmente livre” quer dizer que o material não possui uma quantidade apreciável do metal particular. Ou seja, o particular metal não está presente na quantidade que pode afetar as propriedades físicas e/ou químicas básicas do material, particularmente com relação à capacidade do material para reduzir seletivamente ou armazenar NO_x.

[0029] Em certas modalidades, o material de zeólita possui um conteúdo de alcalinos de menos do que 3 por cento em peso, mais preferivelmente menos do que 1 por cento em peso, e ainda mais preferivelmente menos do que 0,1 por cento em peso.

[0030] Em certas modalidades, o metal alcalino e/ou alcalino terroso (coletivamente AM) está presente in o material de zeólita em uma quantidade com relação à quantidade de metal promotor (M) na zeólita. Preferivelmente, o M e AM estão presentes, respectivamente, em uma razão molar de cerca de 15:1 até cerca de 1:1, por exemplo, cerca de 10:1 até cerca de 2:1, cerca de 10:1 até cerca de 3:1, ou cerca de 6:1 até cerca de 4:1, particularmente foram M é cobre e AM é cálcio. Em certas modalidades que incluem um metal alcalino e/ou alcalino terroso tal como cálcio, a quantidade de cobre presente é menor do que 2,5 por cento em peso, por exemplo menos do que 2 por cento em peso ou menos do que 1 por cento em peso, com base no peso da zeólita.

[0031] Em certas modalidades, a relativa quantidade cumulativa de metal promotor (M) e metal alcalino e/ou alcalino terroso (AM) está presente no material de zeólita em uma quantidade relativa à quantidade de alumínio na zeólita, designadamente o alumínio de estrutura. Como usado aqui, a razão de (M+AM):Al está baseada nas relativas quantidades molares de M + AM para Al de estrutura molar na correspondente zeólita. Em certas modalidades, o catalisador material possui uma razão de (M+AM):Al de não mais do que cerca de 0,6. Em certas modalidades, a razão de (M+AM):Al não é mais do que 0,5, por exemplo, cerca de 0,05 até cerca de 0,5, cerca de 0,1 até cerca de 0,4, ou cerca de 0,1 até cerca de 0,2.

[0032] O metal promotor e metal alcalino/alcalino terroso podem ser adicionados à peneira molecular através de qualquer técnica conhecida tal como troca iônica, impregnação, substituição isomorfa, etc. O metal promotor e o metal alcalino ou alcalino terroso podem ser adicionados ao material de zeólita em qualquer ordem (por exemplo, o metal pode ser trocado antes,

após, ou concorrentemente com o metal alcalino ou alcalino terroso), mas preferivelmente o metal alcalino ou alcalino terroso é adicionado antes ou concorrentemente com o metal promotor, particularmente quando o metal alcalino terroso é cálcio e o metal promotor é cobre.

[0033] Em certas modalidades, os catalisadores de zeólita promovidos por metal da presente invenção também contêm uma quantidade relativamente grande de cério (Ce). Em certas modalidades, a concentração de cério no catalisador material está presente em uma concentração de pelo menos cerca de 1 por cento em peso, com base no peso total da zeólita. Exemplos de concentrações preferidas incluem pelo menos cerca de 2,5 por cento em peso, pelo menos cerca de 5 por cento em peso, pelo menos cerca de 8 por cento em peso, pelo menos cerca de 10 por cento em peso, cerca de 1,35 até cerca de 13,5 por cento em peso, cerca de 2,7 até cerca de 13,5 por cento em peso, cerca de 2,7 até cerca de 8,1 por cento em peso, cerca de 2 até cerca de 4 por cento em peso, cerca de 2 até cerca de 9,5 por cento em peso, e cerca de 5 até cerca de 9,5 por cento em peso, com base no peso total da zeólita. Em certas modalidades, a concentração de cério no catalisador material é cerca de 1.785 (50) até cerca de 19.635 g/m³ (550 g/ft³). Outras faixas de Ce incluem: acima de 3.570 g/m³ (100 g/ft³), acima de 7.140 g/m³ (200 g/ft³), acima de 10.710 g/m³ (300 g/ft³) acima de 14.280 g/m³ (400 g/ft³), acima de 17.850 g/m³ (500 g/ft³), a partir de cerca de 2.677,5 (75) até cerca de 12.495 g/m³ (350 g/ft³), a partir de cerca de 3.570 (100) até cerca de 10.710 g/m³ (300 g/ft³), e a partir de cerca de 3.570 (100) até cerca de 8.925 g/m³ (250 g/ft³).

[0034] Em certas modalidades, a concentração de Ce excede a quantidade máxima teórica disponível para a troca na zeólita promovida por metal. De maneira apropriada, em algumas modalidades, Ce está presente em mais do que uma forma, tal como íons de Ce, céria monomérica, céria oligomérica, e combinações dos mesmos, provido que a dita céria oligomérica

possui um tamanho de cristal médio de menos do que 5 μm , por exemplo menos do que 1 μm , cerca de 10 nm até cerca de 1 μm , cerca de 100 nm até cerca de 1 μm , cerca de 500 nm até cerca de 1 μm , cerca de 10 até cerca de 500 nm, cerca de 100 até cerca de 500 nm, e cerca de 10 até cerca de 100 nm. Como usado aqui, o termo “céria monomérica” quer dizer CeO_2 como moléculas individuais ou porções que residem livremente em e/ou na zeólita ou fracamente ligada com a zeólita. Como usado aqui, o termo “céria oligomérica” quer dizer CeO_2 nanocristalina que reside livremente em e/ou na zeólita ou fracamente ligada com a zeólita.

[0035] Catalisadores da presente invenção são aplicáveis para sistemas de reação catalítica heterogênea (isto é, catalisador sólido em contato com um reagente gasoso). Para aprimorar a área de superfície de contato, estabilidade mecânica, e/ou características de escoamento de fluido, os catalisadores podem ser dispostos em e/ou dentro de um substrato, preferivelmente um substrato poroso. Em certas modalidades, um revestimento lavável contendo o catalisador é aplicado a um substrato inerte, tal como placa de metal corrugada ou um tijolo de cordierita de favo de mel. Alternativamente, o catalisador é amassado junto com outros componentes tais como preenchedores, ligantes, e agentes de reforço, em uma pasta extrusável que então é extrusada através de uma matriz para formar um tijolo de bloco de metal. De maneira apropriada, em certas modalidades é provido um Artigo catalisador compreendendo um catalisador de zeólita de AEI promovido por metal descrito aqui revestido em e/ou incorporado em um substrato.

[0036] Certos aspectos da invenção proveem um revestimento lavável catalítico. O revestimento lavável compreendendo o catalisador de AEI descrito aqui é preferivelmente uma solução, suspensão, ou pasta fluida. Revestimentos adequados incluem revestimentos de superfície, revestimentos que penetram uma porção do substrato, revestimentos que permeiam o

substrato, ou alguma combinação dos mesmos.

[0037] Em certo aspecto, a invenção é uma composição catalisadora compreendendo peneira molecular de AEI de cristais de aluminosilicato tendo um tamanho de cristal médio (isto é, de cristais individuais incluindo cristais geminados) de mais do que cerca de 0,5 μm , preferivelmente entre cerca de 0,1 e cerca de 15 μm , tal como cerca de 0,5 até cerca de 5 μm , cerca de 0,7 até cerca de 1,5 μm , cerca de 1 até cerca de 5 μm , ou cerca de 1 μm até cerca de 10 μm , particularmente para catalisadores que são livres ou substancialmente livres de halogênios, tais como flúor. O tamanho de cristal é o comprimento de uma borda de uma face do cristal, preferivelmente a borda mais longa provida que os cristais não são conformados em agulha. A medição direta do tamanho de cristal pode ser realizada usando métodos de microscopia, tais como SEM e TEM. Por exemplo, a medição por SEM envolve examinar a morfologia de materiais em altas ampliações (tipicamente 1000 \times a 10.000 \times). O método de SEM pode ser realizado distribuindo uma porção representativa da zeólita em pó em uma quantidade adequada tal que partigos individuais são razoavelmente igualmente espalhados pelo campo de visão em 1000 \times a 10.000 \times de ampliação. A partir desta população, uma amostra estatisticamente significativa de cristais individuais aleatórios (por exemplo, 50 a 200) são examinados e as dimensões mais longas dos cristais individuais paralelos com a linha horizontal da borda reta são medidas e gravadas. (Partigos que são agregados policristalinos claramente grandes não devem ser incluídos as medições.) Com base nestas medições, a média aritmética dos tamanhos de cristal de amostra é calculada.

[0038] Em adição ao tamanho de cristal médio, composições catalisadoras preferivelmente possuem uma maioria dos tamanhos de cristal são maiores do que cerca de 0,5 μm , preferivelmente entre cerca de 0,5 e cerca de 15 μm , tal como cerca de 0,5 até cerca de 5 μm , cerca de 0,7 até cerca de 5 μm , cerca de 1 até cerca de 5 μm , cerca de 1,5 até cerca de 5,0 μm ,

cerca de 1,5 até cerca de 4,0 μm , cerca de 2 até cerca de 5 μm , ou cerca de 1 μm até cerca de 10 μm . Preferivelmente, o primeiro e o terceiro quartis da amostra de tamanhos de cristais é maior do que cerca de 0,5 μm , preferivelmente entre cerca de 0,5 e cerca de 15 μm , tal como cerca de 0,5 até cerca de 5 μm , cerca de 0,7 até cerca de 5 μm , cerca de 1 até cerca de 5 μm , cerca de 1,5 até cerca de 5,0 μm , cerca de 1,5 até cerca de 4,0 μm , cerca de 2 até cerca de 5 μm , ou cerca de 1 μm até cerca de 10 μm .

[0039] Em certos aspectos, o catalisador é uma zeólita de AEI promovida por metal tendo um SAR de cerca de 15 até cerca de 25, tal como cerca de 15 até cerca de 17, e tendo um tamanho de cristal médio de cerca de 0,1 até cerca de 10 μm , tal como cerca de 0,5 a 5 μm , ou 0,5 a 1,5 μm , particularmente onde tal catalisador é livre ou substancialmente livre de halogênios, tais como flúor. Metais promotores preferidos para tal catalisador incluem cobre e ferro. Preferivelmente, tais zeólitas de AEI são sintetizadas usando um modelo de hidróxido de N,N-Dimetil-3,5-dimetilpiperidínio. Tais catalisadores demonstram alta durabilidade hidrotérmica e também produzem altas conversões de NO_x quando usados como catalisadores de SCR.

[0040] Em certos aspectos, a invenção é um catalisador de SCR compreendendo dois ou mais materiais catalíticos arranjados em zonas separadas ou formuladas como misturas. Por exemplo, em certos aspectos, o catalisador de SCR compreende uma primeira zona compreendendo uma zeólita de AEI promovida por metal como definido aqui, e uma segunda zona contendo um segundo catalisador tal como um catalisador de SCR. A primeira e a segunda zonas podem estar em um único substrato, tal como filtro de escoamento de parede ou um favo de mel de fluxo através, ou em substratos separados, mas são preferivelmente dispostos em ou estão dentro de uma única unidade de substrato. Exemplos de um segundo catalisador incluem peneiras moleculares, tais como aluminosilicatos, silicoaluminofosfatos, e ferrosilicatos incluindo peneiras moleculares de poro pequeno, peneiras

moleculares de poro médio, e peneiras moleculares de poro grande. Para certas aplicações, zeólitas de poro pequeno e SAPOs são preferidos. um exemplo de uma peneira molecular de poro pequeno é CHA. Outro exemplo de uma peneira molecular de poro pequeno é AFX. Outras peneiras moleculares de poro pequeno incluem AEI, DDR, LEV, ERI, RHO, AFX, AFT, e KFI. Outras peneiras moleculares úteis incluem BEA, MFI, MOR, e FER. A peneira molecular do segundo catalisador pode estar na forma de H^+ , e/ou pode ser trocada com um metal de transição, tal como Cu, Fe, Ni, Co, e Mn, um metal nobre tal como Au, Ag, Pt, Pd, e Ru, ou alguma combinação dos mesmos. Metais particularmente úteis incluem Fe e Cu. Outros exemplos de um segundo catalisador incluem vanádio catalisadores, tal como V_2O_5 suportado em sílica, titânia, ou alumina, e opcionalmente em combinação com outros metais tal como tungstênio e/ou molibdênio. A primeira zona pode estar a montante ou a jusante da segunda zona com relação ao fluxo de gás de escape, mas preferivelmente está a jusante. A zona a montante e a zona a jusante podem corresponder com a extremidade frontal e a extremidade traseira, respectivamente, de um favo de mel de fluxo através substrato, ou podem corresponder com os lados de entrada e de saída, respectivamente, de um filtro de escoamento de parede. As duas zonas podem parcialmente ou completamente se sobrepor. Para a sobreposição parcial, a seção de sobreposição vai criar uma terceira zona intermediária. Alternativamente, as duas zonas podem ser adjacentes entre si, com pouca ou nenhuma lacuna entre elas (isto é, menos do que 0,2 polegadas). Alternativamente, o primeiro e o segundo catalisadores podem ser misturados e revestimentos laváveis como uma única camada catalisadora ou extrusada como um substrato de favo de mel homogêneo. Em certos aspectos, o catalisador compreende adicionalmente um terceiro material de catalisadores que é misturado com um ou ambos do primeiro e do segundo materiais catalíticos ou está disposto em uma terceira zona, em que a terceira zona está a jusante ou a montante do

primeiro catalisador e/ou do segundo catalisador, mas preferivelmente está no mesmo substrato.

[0041] Um revestimento lavável também pode incluir componentes não catalíticos, tais como preenchedores, ligantes, estabilizantes, modificadores de reologia, e outros aditivos, incluindo um ou mais de alumina, sílica, sílica alumina diferente de zeólita, titânia, zircônia, céria. Em certas modalidades, a composição catalisadora pode compreender agentes de formação de poro tal como grafita, celulose, amido, poliacrilato, e polietileno, e semelhantes. Estes componentes adicionais não necessariamente catalisam a reação desejada, mas em vez disso proveem a efetividade do material catalítico, por exemplo, aumentando a sua faixa de temperatura de operação, aumentando a área de superfície de contato do catalisador, aumentando a aderência do catalisador a um substrato, etc. Nas modalidades preferidas, o carregamento de revestimento lavável é $>0,3 \text{ g/in}^3$, tal como $>1,2 \text{ g/in}^3$, $>1,5 \text{ g/in}^3$, $>1,7 \text{ g/in}^3$ ou $>2,00 \text{ g/in}^3$, e preferivelmente $< 3,5 \text{ g/in}^3$, tal como $< 2,5 \text{ g/in}^3$. Em certas modalidades, o revestimento lavável é aplicado a um substrato em um carregamento de cerca de $0,8$ a $1,0 \text{ g/in}^3$, $1,0$ a $1,5 \text{ g/in}^3$, ou $1,5$ a $2,5 \text{ g/in}^3$.

[0042] Dos projetos de substrato mais comuns são placas e favo de mel. Substratos preferidos, particularmente para aplicações móveis, incluem monolitos de fluxo através tendo uma assim chamada geometria de favo de mel que compreendem múltiplos canais paralelos adjacentes que são abertos em ambas as extremidades e em geral se estendem a partir da face de entrada para a face de saída do substrato e resultam em uma razão de área para volume de alta superfície. Para certas aplicações, o monolito de fluxo através de favo de mel preferivelmente possui uma alta densidade de célula, por exemplo, cerca de 600 a 800 células por polegada quadrada, e/ou uma espessura de parede interna média de cerca de 0,18 a 0,35 mm, preferivelmente cerca de 0,20 a 0,25 mm. Para certas outras aplicações, o

monolito de fluxo através de favo de mel preferivelmente possui uma densidade de célula baixa de cerca de 150 a 600 células por polegada quadrada, mais preferivelmente cerca de 200 a 400 células por polegada quadrada. Preferivelmente, os monolitos de favo de mel são porosos. Em adição a cordierita, carbetto de silício, nitreto de silício, cerâmica, e metal, outros materiais que podem ser usados para o substrato incluem nitreto de alumínio, nitreto de silício, titanato de alumínio, α -alumina, mulita, por exemplo, mulita acicular, polucita, um thermet tal como $\text{Al}_2\text{O}_3\text{ZFe}$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}$ ou B_4CZFe , ou compósitos compreendendo segmentos de quaisquer dois ou mais dos mesmos. Materiais preferidos incluem cordierita, carbetto de silício, e titanato de alumina.

[0043] Catalisadores do tipo placa possuem menores quedas de pressão e são menos susceptíveis ao entupimento e incrustação do que os tipos de favo de mel, o que é vantajoso em aplicações estacionárias de alta eficiência, mas configurações de placa podem ser muito maiores e mais caras. Uma configuração de favo de mel tipicamente é menor do que um tipo de placa, que é uma vantagem em aplicações móveis, mas possui maiores quedas de pressão e entopem mais facilmente. Em certas modalidades o substrato de placa é construído de metal, preferivelmente metal corrugado.

[0044] Em certas modalidades, a invenção é um Artigo catalisador feito por um processo descrita aqui. em uma modalidade particular, o Artigo catalisador é produzido por um processo que inclui as etapas de aplicação de uma composição de zeólita de AEI promovida por metal, preferivelmente como um revestimento lavável, para um substrato como uma camada tanto antes quanto após pelo menos uma camada adicional de outra composição para tratar gás de escape foi aplicada ao substrato. como uma ou mais camadas catalisadoras no substrato, a camada catalisadora de AEI promovida por metal, são arranjadas em camadas consecutivas. Como usado aqui, o termo “consecutivas” com relação às camadas do catalisador em um substrato

quer dizer que cada camada está em contato com as suas adjacentes camadas e que as camadas catalisadoras como um todo são arrançadas uma sobre a outra no substrato.

[0045] Em certas modalidades, o catalisador de AEI promovido por metal é disposto no substrato como uma primeira camada e outra composição, tal como um catalisador de oxidação, catalisador de redução, componente de captura, ou componente de armazenamento de NO_x, é disposto no substrato como uma segunda camada. Em outras modalidades, o catalisador de AEI promovido por metal é disposto no substrato como uma segunda camada e outra composição, tal como tal como um catalisador de oxidação, catalisador de redução, componente de captura, ou componente de armazenamento de NO_x, é disposto no substrato como uma primeira camada. Como usado aqui o termos “primeira camada” e “segunda camada” são usadas para descrever as posições relativas das camadas catalisadoras no Artigo catalisador com relação à direção normal de gás de escape que escoar através, além do, e/ou sobre o Artigo catalisador. Sob condições de escoamento de gás de escape normais, gás de escape contata a primeira camada antes de contactar a segunda camada. Em certas modalidades, a segunda camada é aplicada a um substrato inerte como uma camada de fundo e a primeira camada é uma camada de topo que é aplicada sobre a segunda camada como uma série consecutiva de subcamadas. Em tais modalidades, o gás de escape penetra (e assim contata) a primeira camada, antes de contactar a segunda camada, e subsequentemente retorna através da primeira camada para sair do componente catalisador. Em outras modalidades, a primeira camada é uma primeira zona disposto em uma porção a montante do substrato e a segunda camada é disposta no substrato como uma segunda zona, em que a segunda zona está a jusante da primeira.

[0046] Em outra modalidade, o Artigo catalisador é produzido por um processo que inclui as etapas de aplicar uma composição catalisadora de

zeólita de AEI promovida por metal, preferivelmente como um revestimento lavável, para um substrato como uma primeira zona, e subsequentemente aplicar pelo menos uma composição adicional para tratar um gás de escape para o substrato como uma segunda zona, em que pelo menos uma porção da primeira zona está a jusante da segunda zona. Alternativamente, a composição catalisadora de zeólita de AEI promovida por metal pode ser aplicada ao substrato em uma segunda zona que está a jusante de uma primeira zona contendo a composição adicional. Exemplos de composições adicionais incluem catalisadores de oxidação, catalisadores de redução, componentes de captura (por exemplo, para enxofre, água, etc.), ou componentes de armazenamento de NO_x.

[0047] Para reduzir a quantidade de espaço necessário para um sistema de escape, componentes de escape individuais em certas modalidades são projetados para realizar mais do que uma função. Por exemplo, a aplicação de um catalisador de SCR para um filtro de escoamento de parede substrato em vez de um substrato de fluxo através serve para reduzir o tamanho global de um sistema de tratamento de escape permitindo que um substrato sirva a duas funções, designadamente reduzindo cataliticamente a concentração de NO_x no gás de escape e removendo mecanicamente fuligem do gás de escape. De maneira apropriada, em certas modalidades, o substrato é um filtro de escoamento de parede de favo de mel ou filtro parcial. Filtros de escoamento de parede são similares com substratos de favo de mel de fluxo através pelo fato de que contêm uma pluralidade de canais paralelos adjacentes. No entanto, os canais de substratos de favo de mel de fluxo através são abertos em ambas as extremidades, em que os canais dos substratos de escoamento de parede possuem uma extremidade tampada, em que a limitação da extremidade ocorre em extremidades opostas de canais adjacentes em um padrão alternado. Extremidades alternadas tampadas de canais evitam que o gás entre na face de entrada do substrato a partir do

escoamento reto através do canal e existente. Em vez disso, o gás de escape entra na frente do substrato e viaja até cerca de metade dos canais onde é forçado através das paredes de canal antes de entrar a segunda metade dos canais e sair da face de trás do substrato.

[0048] A parede de substrato possui uma porosidade e tamanho de poro que é permeável a gás, mas aprisiona uma porção maior da matéria particulada, tal como fuligem, a partir do gás quando o gás passa através da parede. Substratos de escoamento de parede preferidos são filtros de alta eficiência. Filtros de escoamento de parede para o uso com a presente invenção preferivelmente possuem uma eficiência de pelo menos 70%, pelo menos cerca de 75%, pelo menos cerca de 80%, ou pelo menos cerca de 90%. Em certas modalidades, a eficiência será a partir de cerca de 75 até cerca de 99%, cerca de 75 até cerca de 90%, cerca de 80 até cerca de 90%, ou cerca de 85 até cerca de 95%. Aqui, a eficiência é relativa à fuligem e outros partícos de tamanho similar e para concentrações de particulado tipicamente encontradas em gás de escape de diesel convencional. Por exemplo, particulados em escape de diesel podem variar de tamanho a partir de 0,05 microm a 2,5 microm. Assim, a eficiência pode ser baseada nesta faixa ou uma subfaixa, tal como 0,1 a 0,25 microm, 0,25 a 1,25 microm, ou 1,25 a 2,5 microm.

[0049] A porosidade é uma medida da porcentagem de espaço vazio em um substrato poroso e está relacionada com pressão de retorno em um sistema de escape: em geral, quanto menor a porosidade, maior é a pressão de retorno. Preferivelmente, o substrato poroso possui uma porosidade de cerca de 30 até cerca de 80%, por exemplo, cerca de 40 até cerca de 75%, cerca de 40 até cerca de 65%, ou a partir de cerca de 50 até cerca de 60%.

[0050] A interconectividade de poro, medida como uma porcentagem do volume de vazio total do substrato, é o grau em que os poros, vazio, e/ou canais, são unidos para formar caminhos contínuos através de um substrato

poroso, isto é, a partir da face de entrada para a face de saída. Em contraste com interconectividade de poro é a soma de volume de poro fechado e o volume de poros que possuem um conduto para apenas uma das superfícies do substrato. Preferivelmente, o substrato poroso possui a interconectividade de poro volume de pelo menos cerca de 30%, mais preferivelmente pelo menos cerca de 40%.

[0051] O tamanho de poro médio do substrato poroso também é importante para a filtração. O tamanho de poro médio pode ser determinado por qualquer meio aceitável, incluindo por porosidade de mercúrio. O tamanho de poro médio do substrato poroso deve ser de um valor grande o suficiente para promover pressão de retorno baixa, enquanto provê uma eficiência adequada por qualquer do substrato por si só, através da promoção de uma camada de bolo de fuligem na superfície do substrato, ou uma combinação de ambos. Substratos porosos preferidos possuem um tamanho de poro médio de cerca de 10 até cerca de 40 μm , por exemplo, cerca de 20 até cerca de 30 μm , cerca de 10 até cerca de 25 μm , cerca de 10 até cerca de 20 μm , cerca de 20 até cerca de 25 μm , cerca de 10 até cerca de 15 μm , e cerca de 15 até cerca de 20 μm .

[0052] Em geral, a produção de um corpo sólido extrusado contendo o catalisador de AEI promovido por metal envolve mistura com a zeólita de AEI e o metal promotor (tanto separadamente quanto junto como uma zeólita de troca de metal), um ligante, um composto de aprimoramento de viscosidade orgânica opcional para uma pasta homogênea que então é adicionada a um componente de ligante/matriz ou um precursor do mesmo e opcionalmente um ou mais de céria estabilizada, e fibras inorgânicas. A mistura é compactada em um aparelho de amassamento ou mistura ou em uma extrusora. As misturas possuem aditivos orgânicos tais como ligantes, formadores de poro, plastificantes, surfactantes, lubrificantes, dispersantes como auxiliares de processamento para aprimorar a umidificação e portanto

produzir uma batelada uniforme. O material plástico resultante então é moldado, em particular usando uma prensa de extrusão ou uma extrusora incluindo uma matriz de extrusão, e as moldagens resultantes são secas e calcinadas. Os aditivos orgânicos são "queimados" durante calcinações do corpo sólido extrusado. Um catalisador de zeólita de AEI promovido por metal também pode ser por revestimento lavável ou aplicado de outra forma para o corpo sólido extrusado já que uma ou mais subcamadas que residem na superfície ou penetram completamente ou parcialmente para o corpo sólido extrusado. Alternativamente, uma zeólita de AEI promovida por metal pode ser adicionada à pasta antes da extrusão.

[0053] Corpos sólidos extrusados contendo zeólitas de AEI promovidas por metal de acordo com a presente invenção em geral compreendem uma estrutura unitária na forma de um favo de mel tendo canais paralelos e dimensionados de maneira uniforme se estendendo a partir de uma primeira extremidade para uma segunda extremidade da mesma. Paredes de canal definindo os canais são porosos. Tipicamente, uma "pele" externa cerca uma pluralidade de canais do corpo sólido extrusado. O corpo sólido extrusado pode ser formado a partir de qualquer seção transversal desejada, tal como circular, quadrada ou oval. Canais individuais na pluralidade de canais podem ser quadrados, triangulares, hexagonais, circulares etc. Canais em uma primeira extremidade a montante podem ser bloqueados, por exemplo, com um cimento cerâmico adequado, e canais não bloqueados na primeira extremidade a montante também podem ser bloqueados em uma segunda extremidade a jusante para formar um filtro de escoamento de parede. Tipicamente, o arranjo dos canais bloqueados na primeira extremidade a montante parece um verificador de bordo com um arranjo similar de extremidades de canal a jusante bloqueada e aberta.

[0054] O componente de ligante/matriz preferivelmente é selecionado a partir do grupo que consiste de cordierita, nitretos, carbetos, boretos,

intermetálicos, aluminosilicato de lítio, um espinel, uma alumina opcionalmente dopada, uma fonte de sílica, titânia, zircônia, titânia – zircônia, zircônio e misturas de quaisquer dois ou mais dos mesmos. A pasta opcionalmente pode conter fibras inorgânicas de reforço selecionadas a partir do grupo que consiste de fibras de carbono, fibras de vidro, fibras de metal, fibras de boro, fibras de alumina, fibras de sílica, fibras de sílica - alumina, fibras de carbeto de silício, fibras de titanato de potássio, fibras de borato de alumínio e fibras de cerâmica.

[0055] O componente de ligante de alumina/matriz preferivelmente é gama alumina, mas pode ser qualquer outra alumina de transição, isto é, alfa alumina, beta alumina, chi alumina, eta alumina, rho alumina, kappa alumina, theta alumina, delta alumina, lantânio beta alumina e misturas de quaisquer dois ou mais tais aluminas de transição. É preferido que a alumina é dopada com pelo menos um elemento diferente de alumínio para aumentar a estabilidade térmica da alumina. Dopantes de alumina adequados incluem silício, zircônio, bário, lantanídeos e misturas de quaisquer dois ou mais dos mesmos. Dopantes de lantanídeo adequados incluem La, Ce, Nd, Pr, Gd e misturas de quaisquer dois ou mais dos mesmos.

[0056] Fontes de sílica podem incluir um sol de sílica, quartzo, sílica fundida ou amorfa, silicato de sódio, um aluminosilicato amorfo, um alcoxisilano, um ligante de resina de silicone tal como resina de metilfenil silicone, uma argila, talco ou uma mistura de quaisquer dois ou mais dos mesmos. Desta lista, a sílica pode ser SiO₂ desta maneira, feldspato, mulita, sílica - alumina, sílica – magnésia, sílica – zircônia, sílica – tória, sílica – berília, sílica – titânia, sílica – alumina – zircônia ternária, sílica – alumina – magnésia ternária, sílica – magnésia – zircônia ternária, sílica – alumina – tória ternária e misturas de quaisquer duas ou mais das mesmas.

[0057] Preferivelmente, a zeólita de AEI promovida por metal é dispersa por, e preferivelmente igualmente por, todo o corpo do catalisador

extrusado.

[0058] Onde qualquer um dos corpos sólidos acima extrusados são feitos em um filtro de escoamento de parede, a porosidade do filtro de escoamento de parede pode ser de 30 a 80%, tal como a partir de 40 a 70%. A porosidade e o volume de poro e raio de poro podem ser medidos, por exemplo, usando porosimetria de intrusão de mercúrio.

[0059] O catalisador de AEI promovido por metal descrita aqui pode promover a reação de um redutor, preferivelmente amônia, com óxidos de nitrogênio para formar seletivamente nitrogênio elementar (N_2) e água (H_2O). Assim, em uma modalidade, o catalisador pode ser formulado para favorecer a redução de óxidos de nitrogênio com um redutor (isto é, um catalisador de SCR). Exemplos de tais redutores incluem hidrocarbonetos (por exemplo, hidrocarbonetos de C3 a C6) e redutores nitrogenados tais como amônia e amônia hidrazina ou qualquer precursor de amônia adequado, tal como uréia ($(NH_2)_2CO$), carbonato de amônio, carbamato de amônio, carbonato de hidrogênio amônio ou formato de amônio.

[0060] O catalisador de AEI promovido por metal descrita aqui também pode promover a oxidação de amônia. Assim, em outra modalidade, o catalisador pode ser formulado para favorecer a oxidação de amônia com oxigênio, particularmente uma concentração de amônia tipicamente encontrada a jusante de um catalisador de SCR (por exemplo, catalisador de oxidação de amônia (AMOX), tal como um catalisador de fuga de amônia (ASC)). Em certas modalidades, o catalisador de zeólita de AEI promovido por metal é disposto como uma camada de topo sobre uma camada subjacente oxidativa, em que a camada subjacente compreende um catalisador de metal do grupo da platina (PGM) ou um catalisador não PGM. Preferivelmente, o componente catalisador na camada subjacente é disposto em um suporte de são de superfície alta, incluindo mas não limitado a alumina.

[0061] Em mais uma modalidade, uma SCR e operações de AMOX

são realizadas em série, em que ambos os processos usam um catalisador compreendendo a zeólita de AEI promovida por metal descrita aqui, e em que o processo de SCR ocorre a montante do processo de AMOX. Por exemplo, uma formulação de SCR do catalisador pode ser disposto no lado de entrada de um filtro e uma formulação de AMOX do catalisador pode ser disposta no lado de saída do filtro.

[0062] De maneira apropriada, é provido um método para a redução de compostos de NO_x ou a oxidação de NH₃ em um gás, que compreende contactar o gás com uma composição catalisadora descrita aqui para a redução catalítica de compostos de NO_x por um tempo suficiente para reduzir o nível de compostos de NO_x e/ou NH₃ no gás. Em certas modalidades, é provido um Artigo catalisador tendo um catalisador de fuga de amônia disposto a jusante do catalisador de redução catalítica seletiva (SCR). Em tais modalidades, o catalisador de fuga de amônia oxida pelo menos uma porção de qualquer redutor nitrogenado que não é consumido pelo processo de redução catalítica seletiva. Por exemplo, em certas modalidades, o catalisador de fuga de amônia é disposto no lado de saída de um filtro de escoamento de parede e um catalisador de SCR é disposto em o lado a montante de um filtro. em certas outras modalidades, o catalisador de fuga de amônia está disposto na extremidade a jusante de um substrato de fluxo através e um catalisador de SCR é disposto na extremidade a montante do substrato de fluxo através. Em outras modalidades, o catalisador de fuga de amônia e SCR catalisador são dispostos em tijolos separados dentro do sistema de escape. Estes tijolos separados podem ser adjacentes a, e estar em contato entre si ou separados por uma distância específica, provido que eles estão em comunicação fluida entre si e provido que o tijolo de catalisador de SCR é disposto a montante do tijolo de catalisador de fuga de amônia.

[0063] Em certas modalidades, a SCR e/ou o processo de AMOX é realizado em uma temperatura de pelo menos 100°C. Em outra modalidade,

os processos ocorrem em uma temperatura a partir de cerca de 150°C até cerca de 750°C. Em uma modalidade particular, a faixa de temperatura é a partir de cerca de 175 até cerca de 550°C. Em outra modalidade, a faixa de temperatura é de 175 a 400°C. Em mais uma modalidade, a faixa de temperatura é de 450 a 900°C, preferivelmente 500 a 750°C, 500 a 650°C, 450 a 550°C, ou 650 a 850°C. Modalidades usando temperaturas maiores do que 450°C são particularmente úteis para tratar gases de escape a partir de um motor de diesel de carga leve e pesada que é equipado com um sistema de escape compreendendo (opcionalmente catalisado) filtros de particulado de diesel que são regenerados de maneira ativa, por exemplo, injetando hidrocarboneto no sistema de escape a montante do filtro, em que a zeólita catalisador para o uso na presente invenção está localizada a jusante do filtro.

[0064] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um método para a redução de compostos de NO_x e/ou oxidação de NH₃ em um gás, que compreende contactar o gás com um catalisador descrita aqui para um tempo suficiente para reduzir o nível de compostos de NO_x no gás. Métodos da presente invenção podem compreender uma ou mais das seguintes etapas: (a) acumular e/ou queimar fuligem que está em contato com a entrada de um filtro catalítico; (b) introduzir um agente redutor nitrogenado na corrente de gás de escape antes de contactar o filtro catalítico, preferivelmente sem intervenção de etapas catalíticas que envolvem o tratamento de NO_x e o redutor; (c) gerar NH₃ por um catalisador de adsorvedor de NO_x ou capturador de NO_x pobre, e preferivelmente usando tal NH₃ como um redutor em uma reação de SCR a jusante; (d) contactar o corrente de gás de escape com DOC para oxidar hidrocarboneto com base na fração orgânica solúvel (SOF) e/ou monóxido de carbono em CO₂, e/ou oxidar NO para NO₂, que por sua vez, pode ser usado para oxidar matéria particulada no filtro de particulado; e/ou reduzir a matéria particulada (PM) no gás de escape; (e) contactar o gás de escape com um ou mais dispositivos

catalisadores de SCR de fluxo através na presença de um agente redutor para reduzir a concentração de NOx no gás de escape; e (f) contactar o gás de escape com um catalisador de fuga de amônia, preferivelmente a jusante do catalisador de SCR para oxidar a maioria da, se não toda, a amônia antes de emitir o gás de escape para a atmosfera ou passar o gás de escape através de um ciclo de recirculação antes do gás de escape entrar/reentrar no motor.

[0065] Em outra modalidade, todo o ou pelo menos uma porção do redutor com base em nitrogênio, particularmente NH₃, para o consumo no processo de SCR pode ser fornecido por um catalisador adsorvedor de NOx (NAC), um capturador de NOx pobre (LNT), ou um catalisador de armazenamento/redução de NOx (NSRC), disposto a montante do catalisador de SCR, por exemplo, a SCR catalisador da presente invenção disposto em um filtro de escoamento de parede. Componentes de NAC úteis na presente invenção incluem uma combinação catalisadora de um material básico (tal como metal alcalino, metal alcalino terroso ou um metal de terras raras, incluindo óxidos de metais alcalinos, óxidos de metais alcalinos terrosos, e combinações dos mesmos), e um metal precioso (tal como platina), e opcionalmente um componente catalisador de redução, tal como ródio. Tipos específicos de material básico útil em NAC incluem óxido de cério, óxido de potássio, óxido de magnésio, óxido de sódio, óxido de cálcio, óxido de estrôncio, óxido de bário, e combinações dos mesmos. O metal precioso preferivelmente está presente em cerca de 357 (10) até cerca de 7140 g/m³ (200 g/ft³), tal como 714 a 2.142 g/m³ (20 a 60 g/ft³). Alternativamente, o metal precioso do catalisador é caracterizado pela concentração média que pode ser a partir de cerca de 40 até cerca de 100 gramas/ft³.

[0066] Sob certas condições, durante os eventos de regeneração periodicamente ricos, NH₃ pode ser gerado sobre um catalisador adsorvedor de NOx. O catalisador de SCR a jusante de catalisador adsorvedor de NOx pode aprimorar a eficiência global de redução de NOx do sistema. No sistema

combinado, o catalisador de SCR é capaz de armazenar a NH_3 liberada do catalisador de NAC durante eventos de regeneração rica e usa a NH_3 armazenada para reduzir seletivamente parte ou todo o NO_x que escapa através do catalisador de NAC durante as condições de operação pobre normais.

[0067] O método para tratar gás de escape como descrito aqui pode ser realizado em um gás de escape derivado de um processo de combustão, tal como a partir de um motor de combustão interna (seja móvel ou estacionário), uma turbina de gás e carvão ou plantas de energia a base de óleo. O método também pode ser usado para tratar gás a partir de processos industriais tais como refino, a partir de aquecedores de refinaria e caldeiras, fornos, a indústria de processamento químico, fornos de coque, plantas de resíduo municipal e incineradores, etc. Em uma modalidade particular, o método é usado para tratar gás de escape a partir de um motor de combustão interna de queima pobre veicular, tal como um motor de diesel, um motor de gasolina de queima pobre ou um motor energizado por gás de petróleo líquido ou gás natural.

[0068] Em certos aspectos, a invenção é um sistema para tratar gás de escape gerado pelo processo de combustão, tal como a partir de um motor de combustão interna (seja móvel ou estacionário), uma turbina de gás, carvão ou plantas de energia a base de óleo, e semelhantes. Tais sistemas incluem um Artigo catalisador compreendendo a zeólita de AEI promovida por metal descrita aqui e pelo menos um componente adicional para tratar o gás de escape, em que o Artigo catalisador e pelo menos um componente adicional são projetados para funcionar como uma unidade coerente.

[0069] Em certas modalidades, o sistema compreende um Artigo catalisador compreendendo uma zeólita de AEI promovida por metal descrita aqui, um conduto para direcionar um escoamento de gás de escape, uma fonte de redutor nitrogenado disposto a montante do Artigo catalisador. O sistema

pode incluir um controlador para a medição de redutor nitrogenado para o escoamento de gás de escape apenas quando é determinado que o catalisador de zeólita é capaz de catalisar redução de NOx em uma ou acima de uma eficiência desejada, tal como acima de 100°C, acima de 150°C ou acima de 175°C. A medição do redutor nitrogenado pode ser arranjada tal que 60% a 200% da amônia teórica está presente no gás de escape que entra no catalisador de SCR calculado em 1:1 NH₃/NO e 4:3 NH₃/NO₂.

[0070] Em outra modalidade, o sistema compreende um catalisador de oxidação (por exemplo, um catalisador de oxidação de diesel (DOC)) para oxidar monóxido de nitrogênio no gás de escape para dióxido de nitrogênio pode estar localizado a montante de um ponto de medição do redutor nitrogenado para o gás de escape. Em uma modalidade, o catalisador de oxidação é adaptado para produzir uma corrente de gás que entra no catalisador de zeólita de SCR tendo uma razão de NO para NO₂ a partir de cerca de 4:1 até cerca de 1:3 por volume, por exemplo, em um gás de escape temperatura na entrada do catalisador de oxidação de 250°C a 450°C. O catalisador de oxidação pode incluir pelo menos um metal do grupo da platina (ou alguma combinação destes), tal como platina, paládio, ou ródio, revestido em um monolito de fluxo através substrato. Em uma modalidade, o pelo menos um metal do grupo da platina é platina, paládio ou uma combinação tanto de platina quanto paládio. O metal do grupo da platina pode ser suportado em um componente de revestimento lavável de área de superfície alta tal como alumina, uma zeólita tal como uma zeólita de aluminossilicato, sílica, sílica alumina não zeólita, céria, zircônia, titânia ou um óxido misto ou compósito contendo tanto céria quanto zircônia.

[0071] Em uma modalidade adicional, um substrato de filtro adequado está localizado entre o catalisador de oxidação e o catalisador de SCR. Substratos de filtro podem ser selecionados a partir de qualquer um daqueles mencionados acima, por exemplo filtro de escoamento de paredes.

Onde o filtro é catalisado, por exemplo, com um catalisador de oxidação do tipo discutido acima, preferivelmente o ponto de medição de redutor nitrogenado está localizado entre o filtro e o catalisador de zeólita. Alternativamente, se o filtro é não catalisado, os meios para medir o redutor nitrogenado podem estar localizados entre o catalisador de oxidação e o filtro.

EXEMPLOS

Exemplo 1 – Síntese de zeólita de AEI (SAR = 22)

[0072] Um gel de reação de composição (molar) de 60 partes de SiO_2 , 1,2 partes de Al_2O_3 , 13,41 partes Na_2O , 9,5 partes hidróxido de N,N-dietil-2,6-dimetilpiperidínio (22,23 % em peso solução), e 2721 partes H_2O foi preparado como na sequência: Cerca de 130,6 gramas de uma fonte de sílica (30 % em peso de SiO_2) foram alterados para uma autoclave de aço inoxidável de 1 litro com o agitador definido para girar em 300rpm. Cerca de 341,4 g de NaOH 1N foram misturados em um béquer com 98,3 g do modelo. Cerca de 7,6 g de zeólita Y de troca de amônio foram adicionados a esta mistura. A mistura foi agitada em temperatura ambiente por 10 a 15 min antes de ser adicionada para a sílica coloidal na autoclave. A autoclave foi vedada e a mistura continuada, em temperatura ambiente, por mais 10 minutos antes de ser aquecida até 135°C. A temperatura foi mantida por 12 dias então a autoclave foi resfriada até a temperatura ambiente, o produto descarregado então filtrado, lavado com água desmineralizada e seco a 110°C durante a noite.

[0073] O produto resultante foi analisado por difração de pó de raios X em pó e descoberto como sendo uma zeólita do tipo AEI altamente cristalina. O padrão de XRD para este material é mostrado na Figura 1.

[0074] Uma porção do material então foi ativado por métodos de troca iônica e calcinação convencionais. A amostra primeiro foi calcinada por aquecimento da amostra, no ar, a partir da temperatura ambiente para 110°C a 2°C por minuto e mantida naquela temperatura por 10 horas então elevada

para 450°C a 5°C por minuto e mantida naquela temperatura por 16 horas seguindo que foi aquecida até 550°C, a 5°C por minuto, e mantida naquela temperatura por um período de 16 horas antes de ser resfriada até temperatura ambiente. A troca iônica foi realizada contatando a zeólita calcinada, em temperatura ambiente, com uma solução 1M de solução de cloreto de amônio usando 10cc de solução por grama de zeólita calcinada. Após uma hora a agitação foi interrompida a zeólita deixada descansar e o sobrenadante sifonado. O procedimento foi repetido usando uma batelada fresca de solução de cloreto de amônio seguindo que a zeólita foi filtrada, lavada com água desmineralizada e então seca a 110°C durante a noite para gerar a zeólita NH₄-AEI.

[0075] Para converter este material para H-AEI, o material foi calcinado por aquecimento, no ar, até 150°C a 2°C por minuto então mantido a 150°C por 10 horas antes de ser elevado para 450°C a 5°C por minuto e mantida naquela temperatura por 16 horas. A análise do material por XRF mostrou um SAR de composição de 22.

Exemplo 2 – Síntese de zeólita de AEI (SAR = 20)

[0076] Um gel de reação foi preparado por um método similar e usando reagentes similares a aqueles como descritos no Exemplo 1 acima exceto que o modelo foi uma solução de 22,23 % em peso. Neste caso o gel de reação teve uma composição (molar): 60 partes de SiO₂, 1,21 partes de Al₂O₃, 15,0 partes de Na₂O, 9,5 partes de modelo, e 2721 partes de H₂O. A reação foi realizada em uma autoclave de 1,5 L com agitação a 300rpm. A reação foi realizada a 135°C por 8 dias antes de ser resfriada até temperatura ambiente, descarregada a partir da autoclave e filtrada, lavada e seca a 110°C durante a noite.

[0077] O material então foi ativado de uma maneira como aquela descrita no Exemplo 1 resultando em uma zeólita de H-AEI que foi mostrada por XRD como sendo altamente cristalina e por XRF para ter um SAR de 20.

Exemplo Comparativo 1- Síntese de zeólita de AEI (SAR = 14)

[0078] Um gel de reação de composição (molar) tendo 60 partes de SiO_2 , 1,704 partes de Al_2O_3 , 15,7 partes de Na_2O , 9,5 partes de modelo (Hidróxido de N,N-dietil-2,6-dimetilpiperidínio (solução 19,34%p/p)), e 2721 partes de H_2O foi preparado como na sequência: Cerca de 123,9 g de uma fonte de sílica (30 % em peso de SiO_2) foram carregados em uma autoclave de aço inoxidável de 1 L e com o agitador definido para girar em 300rpm. Cerca de 399,65 g de NaOH 1N foram misturados em um béquer com 113,09 g do modelo. A esta mistura foram adicionados 10,7 g de zeólita Y de troca de amônio. A mistura foi agitada em temperatura ambiente por aproximadamente 10 min antes de ser adicionada para a sílica coloidal na autoclave. A autoclave foi vedada e a mistura continuada, em temperatura ambiente, por mais 10 minutos antes de ser aquecida até 135 oC. A temperatura foi mantida por aproximadamente 7 dias então a autoclave foi resfriada até a temperatura ambiente, o produto descarregado então filtrado, lavado com água desmineralizada e seco a 110°C durante a noite.

[0079] O produto resultante foi analisado por difração de pó de raios X em pó e descoberto como sendo, bastante, uma zeólita do tipo de AEI. A análise por XRF mostrou o produto tendo um SAR de 14.

[0080] Uma porção do material então foi ativado por métodos de troca iônica e calcinação convencionais. A amostra primeiro foi calcinada por aquecimento da amostra, no ar, a partir da temperatura ambiente para 110°C a 2°C por minuto e mantida a 110°C por 10 horas, então elevada para 450°C a 5°C por minuto e mantida naquela temperatura por 16 horas seguindo que foi aquecida até 550°C, a 5°C por minuto, e novamente mantida naquela temperatura por um período de 16 horas antes de ser resfriada até temperatura ambiente. A troca iônica foi realizada contatando a zeólita calcinada, em temperatura ambiente, com uma solução 1M de solução de cloreto de amônio usando 10cc de solução por grama de zeólita calcinada. Após uma hora a

agitação foi interrompida a zeólita deixada descansar e o sobrenadante sifonado. O procedimento foi repetido usando uma batelada fresca de solução de cloreto de amônio seguindo que a zeólita foi filtrada, lavada com água desmineralizada e então seca a 110°C durante a noite para gerar zeólita NH₄-AEI.

[0081] Para converter este material para H-AEI o material foi calcinado por aquecimento, no ar, até 150°C a 2°C por minuto então mantido a 150°C por 10 horas antes de ser elevado para 450°C a 5°C por minuto e mantida naquela temperatura por 16 horas. O material resultante foi altamente cristalino, como mostrado por XRD de pó.

Exemplo Comparativo 2 - Síntese de zeólita de AEI (SAR = 17)

[0082] Um gel de reação foi preparado por um método similar como aquele descrito no Exemplo Comparativo 1 acima. Neste caso o gel de reação teve uma composição (molar): 60 partes de SiO₂, 1,34 partes de Al₂O₃, 15,7 partes de Na₂O, 9,5 partes de modelo, e 2721 partes de H₂O e foi preparado usando similar reagentes exceto que o modelo foi uma solução aquosa de 19,34% p/p. As quantidades dos reagentes usados foram: 128,8 g de fone de sílica, 8,42 g da zeólita Y, 399,6 g de solução de hidróxido de sódio 1M, 113 g de modelo de hidróxido de N,N-dietil-2,6-dimetilpiperidínio, e 33,1 g água desmineralizada.

[0083] Como no Exemplo 1 uma autoclave de aço inoxidável de 1 L foi empregado com agitação a 300 rpm. Uma vez que todos os reagentes foram adicionados a autoclave foi vedada e deixada sob agitação em temperatura ambiente por 30 minutos antes de ser aquecida até 135°C e mantendo nesta temperatura por 7 dias seguindo que foi resfriada até a temperatura ambiente, descarregada a partir da autoclave e filtrada, lavada e seca a 110°C durante a noite. O material então foi ativado de uma maneira como aquela descrita no Exemplo 1 resultando em uma zeólita de H-AEI que foi mostrada por XRD como sendo altamente cristalina e por XRF para ter um

SAR de 17.

Exemplo Comparativo 3 - Síntese de zeólita de AEI (SAR = 18)

[0084] Um gel de reação foi preparado por um método similar e usando reagentes similares a aqueles como descritos no Exemplo Comparativo 1 acima. Neste caso o gel de reação teve uma composição (molar): 60 partes de SiO₂, 1,34 partes de Al₂O₃, 15,08 partes de Na₂O, 9,5 partes de modelo, e 2721 partes de H₂O.

[0085] A reação foi realizada em a 1L autoclave e foi reagida a 135°C por 7 dias antes de ser resfriada até temperatura ambiente, descarregada a partir da autoclave e filtrada, lavada e seca a 110°C durante a noite. O material então foi ativado de uma maneira como aquela descrita no Exemplo 1 resultando em uma zeólita de H-AEI que foi mostrada por XRD como sendo altamente cristalina e por XRF para ter um SAR de 18.

Exemplo 3 – Desempenho de conversão de NO_x após envelhecimento em alta temperatura

[0086] Uma amostra de 5 gramas de AEI (SAR = 22) pó de aluminosilicato similar a aquele descrito no Exemplo 1 foi tratado com acetato de cobre usando uma técnica de impregnação incipiente para produzir um catalisador carregado com 3 por cento em peso cobre. Amostras carregadas com cobre de AEI (SAR 18), AEI (SAR 19), e AEI (SAR 20) foram preparadas usando técnicas similares. Em adição, uma amostra carregada com cobre de 3 por cento em peso de um aluminosilicato tendo uma estrutura de CHA (SAR = 16) e uma amostra carregada com cobre de um aluminosilicato tendo uma estrutura de CHA (SAR = 22) também foram preparadas usando uma técnica similar.

[0087] Uma porção do material a partir de cada amostra catalisadora foi envelhecida hidrotérmicamente a 500°C/4,5% água no ar por 2 horas. Após o envelhecimento as amostras em pó foram carregadas separadamente para um reator de teste de atividade catalisadora sintético (SCAT) e testado

usando uma mistura de gás de escape de diesel sintético (na entrada) contendo os seguintes: 500 ppm de NO, 385 ppm de NH₃, 10% de O₂, 10% de H₂O, N₂ de equilíbrio em uma velocidade espacial de 60.000 h⁻¹. O desempenho de conversão de NO_x de cada amostra foi testado sobre uma faixa de temperaturas. Os resultados destes testes são providos na Figura 2a.

[0088] Outra porção do material a partir de cada amostra catalisadora descrita acima foi envelhecida hidrotérmicamente a 900°C/4,5% água no ar por 3 horas. Após o envelhecimento as amostras em pó foram carregadas separadamente para um reator de teste de atividade catalisadora sintético (SCAT) e testado usando uma mistura de gás de escape de diesel sintético (na entrada) contendo os seguintes: 500 ppm de NO, 385 ppm de NH₃, 10% de O₂, 10% de H₂O, N₂ de equilíbrio em uma velocidade espacial de 60.000 h⁻¹. O desempenho de conversão de NO_x de cada amostra foi testado sobre uma faixa de temperaturas. Os resultados destes testes são providos na Figura 2b.

[0089] Os resultados mostram que a conversão de NO_x para um catalisador de AEI após envelhecimento em alta temperatura (isto é, 900°C) foi significativamente melhor para amostras com um SAR de pelo menos 20 comparadas com amostras tendo um SAR de menos do que 20. Em adição, um catalisador de aluminossilicato de AEI envelhecido em alta temperatura tendo um SAR de pelo menos 20 teve melhor desempenho se comparado com um catalisador de aluminossilicato de CHA envelhecido em alta temperatura tendo um SAR comparável e carregamento de cobre.

Exemplo 4 – Desempenho de Conversão de NH₃ após envelhecimento em alta temperatura

[0090] Uma amostra de 5 gramas de pó de AEI (SAR = 22) similar a aquele descrito no Exemplo 1 foi tratado com acetato de cobre usando uma técnica de impregnação incipiente para produzir um catalisador carregado com 3 por cento em peso cobre. Amostras carregadas com cobre de AEI (SAR 18), AEI (SAR 19), e AEI (SAR 20) foram preparadas usando técnicas

similares.

[0091] Uma porção do material a partir de cada amostra catalisadora foi envelhecida hidrotérmicamente a 900°C/4,5% água no ar por 3 horas. Após o envelhecimento as amostras em pó foram carregadas separadamente para um reator de teste de atividade catalisadora sintético (SCAT) e testado usando uma mistura de gás de escape de diesel sintético (na entrada) contendo os seguintes: 500 ppm de NO, 385 ppm de NH₃, 10% de O₂, 10% de H₂O, balance N₂ em uma velocidade espacial de 60.000 h⁻¹. O desempenho de conversão de NH₃ de cada amostra foi testado sobre uma faixa de temperaturas. Os resultados destes testes são providos na Figura 3.

[0092] Os resultados deste teste mostram um aprimoramento significativo na conversão de NH₃ para catalisador de aluminosilicato de AEI envelhecido em alta temperatura, provido que SAR do catalisador é de pelo menos 20.

Exemplo 5 – Desempenho catalítico após envelhecimento rico/pobre

[0093] Uma amostra de pó de aluminosilicato de AEI (SAR = 20) similar a aquele descrito no Exemplo 1 foi tratado com acetato de cobre usando uma técnica de impregnação incipiente para produzir um catalisador carregado com 3 por cento em peso cobre. amostras de CHA carregado com cobre de 3 por cento em peso (SAR = 26) e aluminosilicatos de BEA também foram preparadas usando técnicas similares.

[0094] Uma porção do material a partir de cada amostra catalisadora foi envelhecida hidrotérmicamente a 500°C/4,5% água no ar por 2 horas. Outra porção de cada uma das amostras foi sujeitada às condições de envelhecimento pobre e rico alternadas (5 segundos pobre/15 segundos rico) por 12 horas expondo o pó às seguintes composições de gás a 600°C e em uma velocidade espacial de 30.000 h⁻¹:

Tabela 1

Componente gasoso	Rico (R)	Pobre (L)
NO	200 ppm	200 ppm
C ₃ H ₆ (as C1)	5000 ppm	0
H ₂	1,30%	0
CO	4,00%	0
O ₂	1,00%	10%
H ₂ O	5%	5%
CO ₂	5%	5%

[0095] Após envelhecimento pobre/rico, as amostras em pó foram carregadas separadamente para um reator de teste de atividade catalisadora sintético (SCAT) e testado usando uma mistura de gás de escape de diesel sintético (na entrada) similar a aquele descrito no Exemplo 3. O desempenho de conversão de NO_x e NH₃ de cada amostra foi testado sobre uma faixa de temperaturas. Os resultados destes testes são providos na Figura 4a, 4b, e 4c.

[0096] Os dados a partir destes testes mostram que um catalisador de aluminossilicato de AEI carregado com cobre tendo um SAR de 20 possui desempenho de conversão de NO_x e NH₃ que é comparável com um catalisador de aluminossilicato de AEI carregado com cobre tendo um SAR de 26.

Exemplo 6 – aluminossilicato de AEI carregado com cobre

[0097] Amostras de um aluminossilicato de AEI foram carregadas com cobre usando uma técnica de impregnação incipiente para produzir os seguintes carregamentos: 2,5 % em peso de cobre, 3,0 % em peso de cobre, 3,5 % em peso de cobre, e 4,0 % em peso de cobre. Uma porção de cada uma destas amostras foi hidrotermicamente envelhecida a 500°C por 2 horas. Outra porção de cada uma das amostras foi envelhecida hidrotermicamente a 750°C por 80 horas. E outra porção de cada uma das amostras foi envelhecida hidrotermicamente a 900°C por 2 horas.

[0098] Cada uma das amostras foi testada em um equipamento de SCAT sob condições similares a aquelas descritas no Exemplo 3. O teste indica que o carregamento de cobre de cerca de 2,5 até cerca de 3,5 por cento em peso produz conversão de NO_x superior tanto em 200°C quanto em 475°C.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição catalisadora para tratar um gás de escape, caracterizada pelo fato de que compreende uma peneira molecular de aluminosilicato tendo uma estrutura de AEI e uma razão molar de sílica para alumina de 20 até 30 e de 1 até 5 por cento em peso de um metal promotor, com base no peso total do material de peneira molecular.

2. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a peneira molecular possui a razão molar de sílica para alumina de 20 até 22.

3. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a peneira molecular possui a razão molar de sílica para alumina de 22 até 25.

4. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a peneira molecular possui a razão molar de sílica para alumina de 25 até 30.

5. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o metal promotor é selecionado a partir do grupo que consiste de cobre, níquel, zinco, ferro, tungstênio, molibdênio, cobalto, titânio, zircônio, manganês, cromo, vanádio, nióbio, estanho, bismuto, antimônio, rutênio, ródio, paládio, índio, platina, ouro, prata, ou combinações de dois ou mais destes.

6. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o metal promotor é cobre, ferro, ou uma combinação de cobre e ferro.

7. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o metal promotor é cobre.

8. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o metal promotor é ferro.

9. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o cobre está presente em um carregamento de 2,5 até 3,5 por cento em peso, com base no peso total do material de zeólita.

10. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o cobre está presente em um carregamento de 3,0 até 3,5 por cento em peso, com base no peso total do material de zeólita.

11. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a peneira molecular é uma mistura física de estruturas de AEI e FAU, provido que a peneira molecular seja de pelo menos 90 por cento em mol de AEI.

12. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que a peneira molecular é pelo menos 99 por cento em mol de AEI.

13. Composição catalisadora para tratar um gás de escape, caracterizada pelo fato de que compreende:

a. uma peneira molecular de aluminossilicato tendo uma estrutura de AEI e uma razão molar de sílica para alumina de cerca de 19 até cerca de 30;

b. metal promotor de armação extra (PM) disposto em e/ou dentro da peneira molecular, em que o metal promotor está presente em uma razão molar de PM para alumínio de 0,15 até 1.

14. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 13 caracterizada pelo fato de que o alumínio é alumínio estrutural.

15. Composição catalisadora de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a composição é um revestimento lavável compreendendo o catalisador.

16. Método para tratar um gás de escape, caracterizado pelo fato de que compreende:

contactar um gás de escape compreendendo NO_x e um redutor com uma composição catalisadora como definida na reivindicação 1;

reduzir seletivamente pelo menos uma porção de NO_x para N₂ e H₂O.

17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o gás de escape é derivado de um motor de combustão interna de queima pobre.

18. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o redutor é NH₃.

19. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção do dito NH₃ é derivado de um capturador de NO_x pobre (LNT), NAC, ou um material de armazenamento de NO_x.

20. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o dito gás de escape que contata o catalisador alterna entre rico e pobre.

21. Método para tratar um gás de escape, caracterizado pelo fato de que compreende:

contactar um gás de escape compreendendo uma primeira concentração de NO_x e uma primeira concentração de NH₃ com um catalisador para produzir um gás de escape parcialmente tratado tendo uma segunda concentração de NO_x e uma segunda concentração de NH₃, em que a segunda concentração de NO_x e a segunda concentração de NH₃ é menor do que a primeira concentração de NO_x e uma primeira concentração de NH₃,

contactar o gás de escape parcialmente tratado com um catalisador compreendendo uma composição como definida na reivindicação 1 para oxidar pelo menos uma porção de NH₃ para produzir um gás de escape purificado tendo uma terceira concentração de NH₃, em que a terceira concentração de NH₃ é menor do que a segunda concentração de NH₃.

22. Artigo catalisador para tratar um gás de escape, caracterizado pelo fato de que compreende:

- a. uma composição catalisadora como definida na reivindicação 1;
- b. um substrato com o qual e/ou em que o catalisador está disposto.

23. Artigo catalisador de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o substrato é um monolito de fluxo através.

24. Artigo catalisador de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o substrato é um filtro de escoamento de parede.

25. Artigo catalisador de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o catalisador é um revestimento lavável carregado no substrato.

26. Artigo catalisador de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o substrato é extrusado com o catalisador.

27. Sistema para tratar um gás de escape, caracterizado pelo fato de que compreende:

- a. um artigo catalisador como definido na reivindicação 22;
- b. um ou mais componentes a montante selecionados a partir de um catalisador de oxidação de diesel, um catalisador de absorvedor de NOx, um capturador de NOx pobre, um filtro, um injetor de NH₃, e um catalisador de SCR; e
- c. opcionalmente um catalisador de fuga de amônia a jusante.

Figura 1

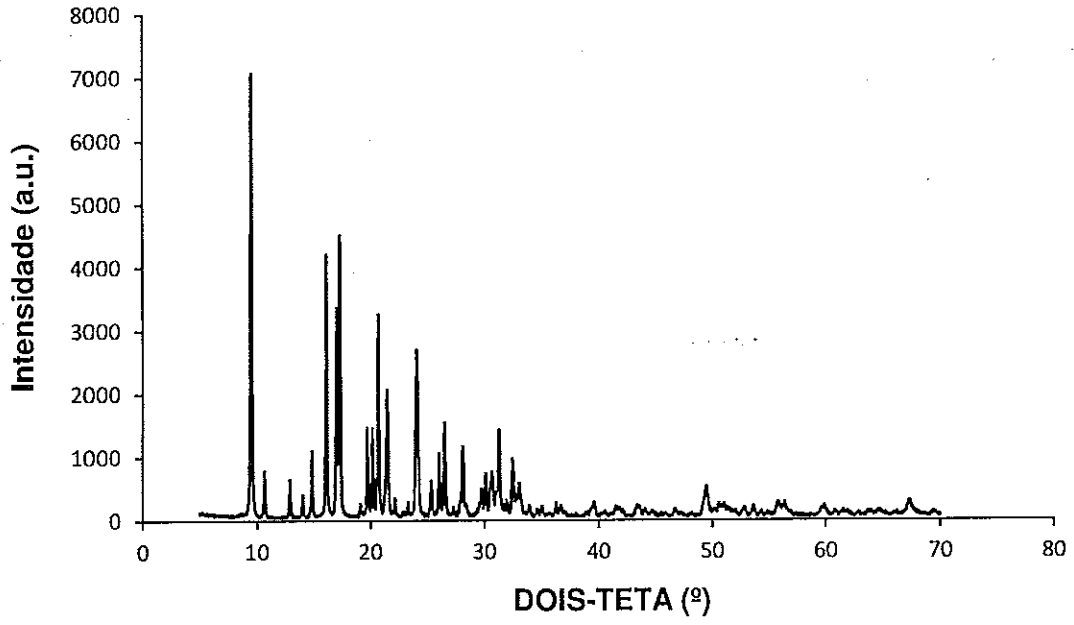


Figura 2a

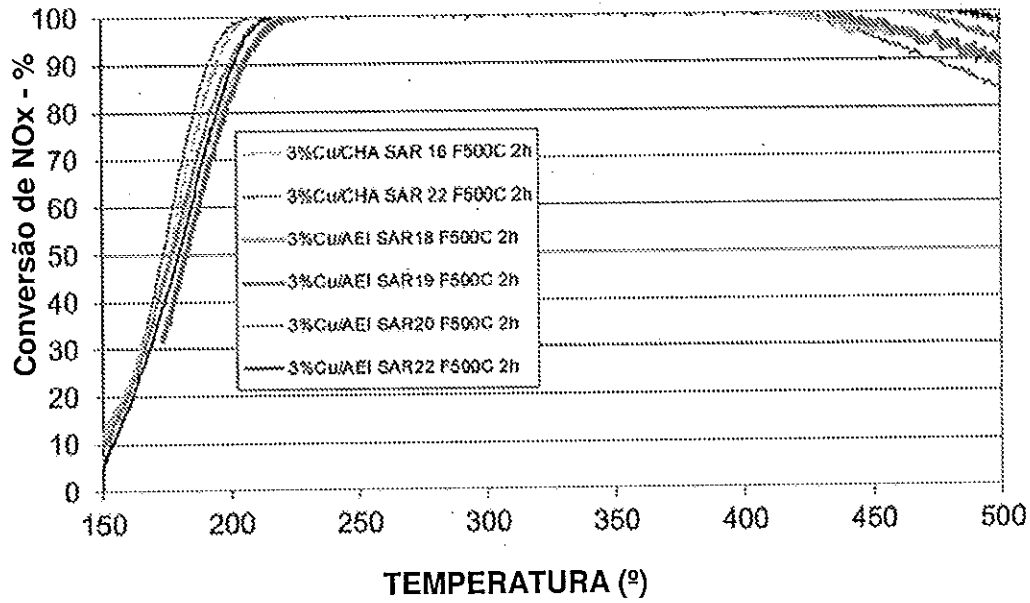


Figura 2b

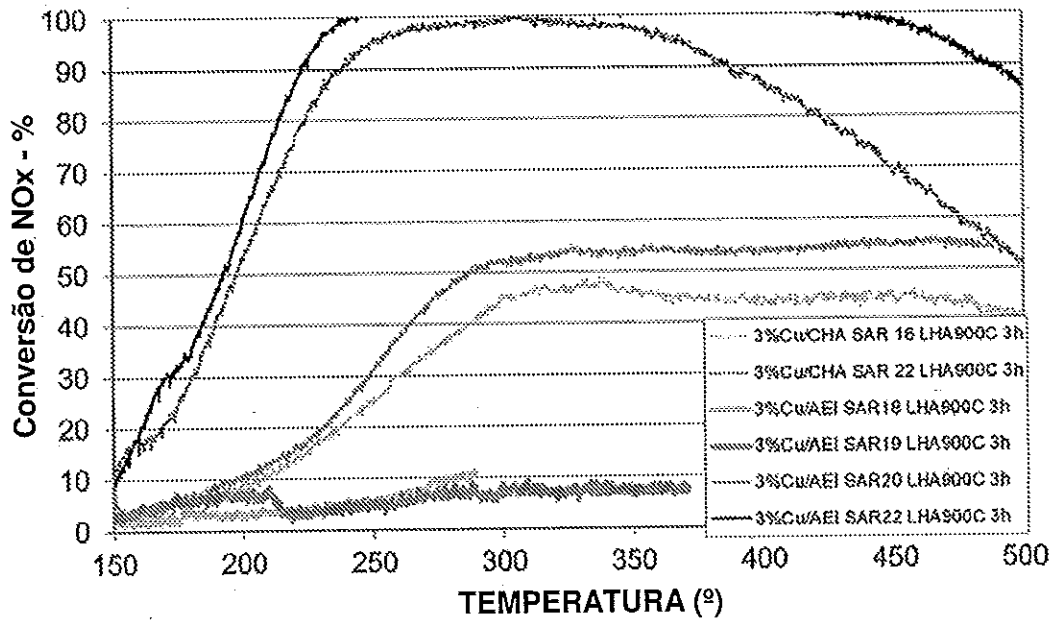


Figura 3

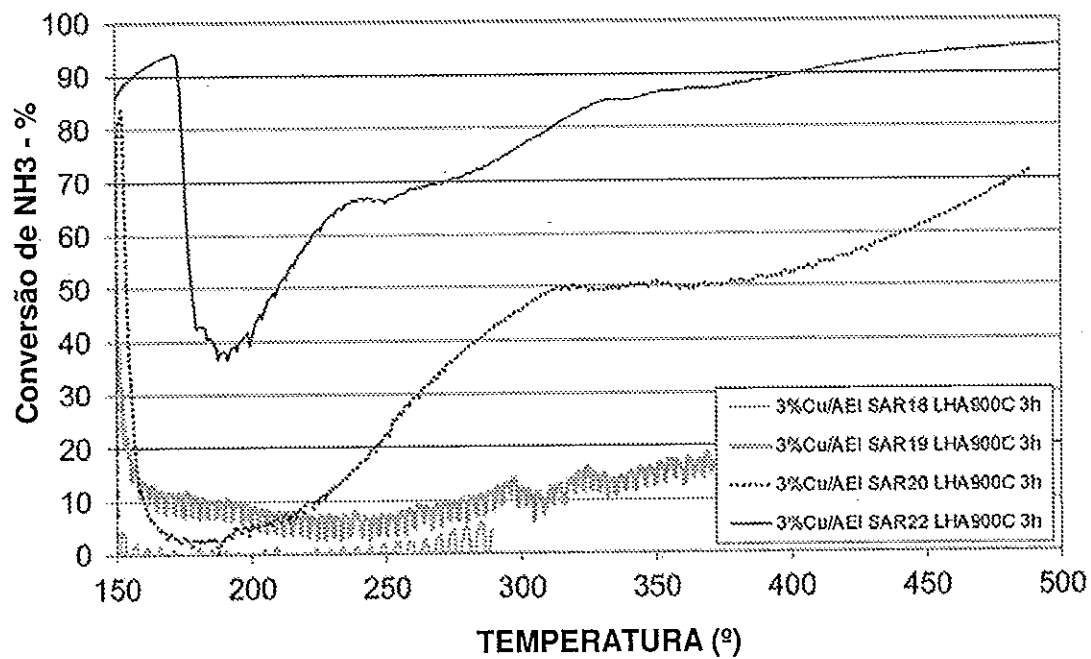


Figura 4a

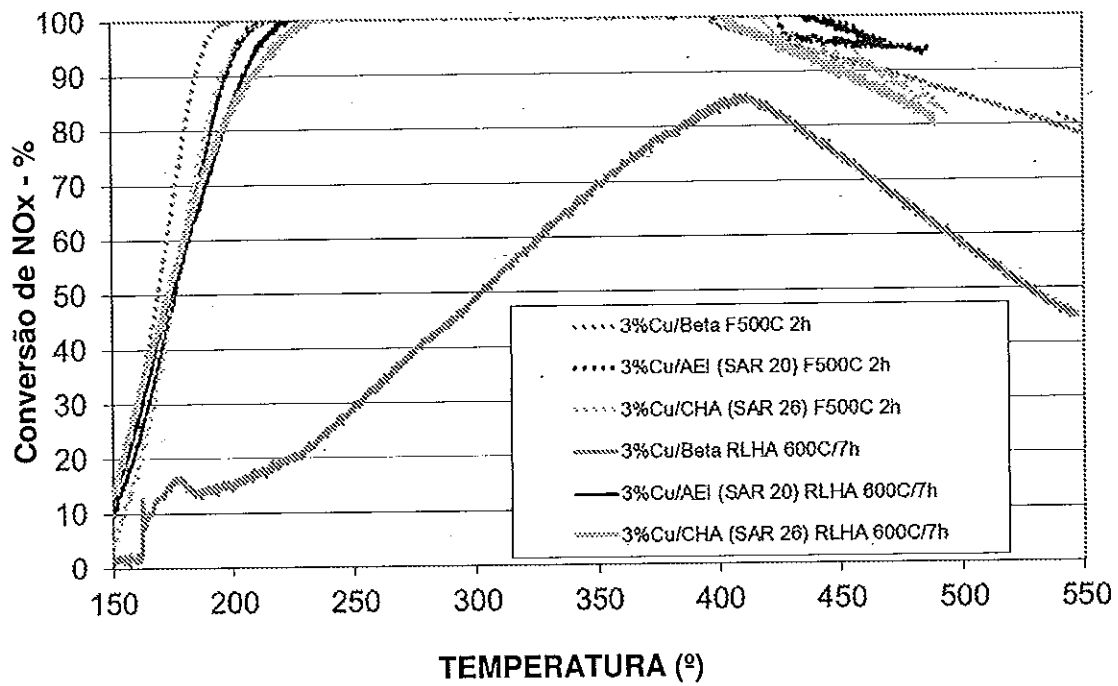


Figura 4b

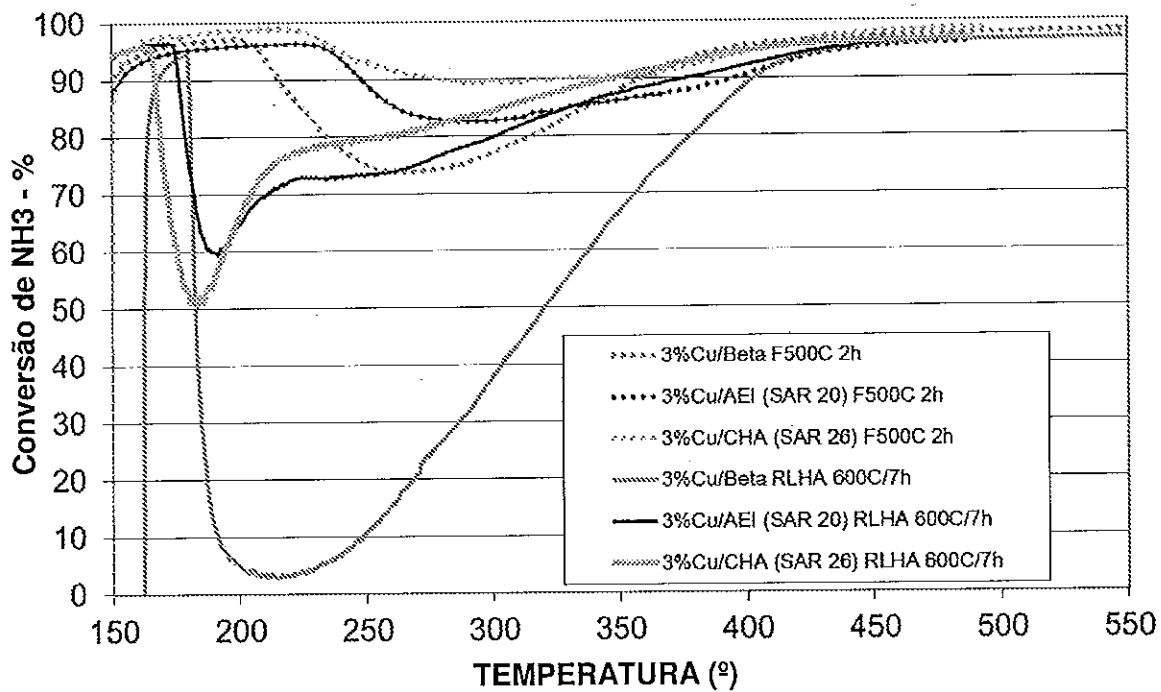


Figura 4c

