



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

(11) BR 112014002129-5 B1



(22) Data do Depósito: 27/07/2012

(45) Data de Concessão: 29/12/2020

(54) Título: ARTIGO DE CATALISADOR, E, SISTEMA DE TRATAMENTO DE GÁS DE ESCAPE DE MOTOR

(51) Int.Cl.: B01D 53/94; B01J 29/00; B01J 29/072; F01N 3/035; F01N 3/20; (...).

(30) Prioridade Unionista: 20/01/2012 US 13/354720; 28/07/2011 US 61/512688.

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

(72) Inventor(es): GUY RICHARD CHANDLER; KEITH ANTHONY FLANAGAN; PAUL RICHARD PHILLIPS.

(86) Pedido PCT: PCT GB2012051818 de 27/07/2012

(87) Publicação PCT: WO 2013/014467 de 31/01/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/01/2014

(57) Resumo: ARTIGO DE CATALISADOR, MÉTODO PARA REDUZIR NOx EM UM GÁS DE ESCAPE, E, SISTEMA DE TRATAMENTO DE GÁS DE ESCAPE DE MOTOR. É provido um artigo de filtro revestido com SCR tendo composições de catalisadores SCR diferentes dispostos em um substrato de filtro de fluxo por parede em zonas que são dispostas em série com relação às faces de entrada e de saída do substrato. Também é provido um método de reduzir a contrapressão e despreendimento de amônia que envolve o uso de tais artigos de filtro revestidos com SCR.

ARTIGO DE CATALISADOR, E, SISTEMA DE TRATAMENTO DE GÁS DE ESCAPE DE MOTOR

FUNDAMENTOS

A.) Campo de uso:

[0001] A presente invenção refere-se a artigos e métodos que são utilizáveis para tratar gases de escape gerados durante a combustão de hidrocarboneto. Mais particularmente, a invenção refere-se a filtros catalíticos para reduzir NO_x e fuligem em correntes de gás de escape, tais como aquelas geradas por motores a diesel.

B.) Descrição de técnica relacionada:

[0002] Gás de escape produzido por veículos nas estradas nos Estados Unidos correntemente contribui com cerca de um terço da poluição de ar produzindo neblina e fumaça poluentes. Esforços para reduzir a poluição incluem o uso de motores mais eficientes no uso de combustível, tais como motores a diesel comparados a motores a gasolina, e sistemas melhorados de tratamento de gás de escape.

[0003] A maior parte de gases de escape de combustão contêm nitrogênio (N₂), vapor de água (H₂O), e dióxido de carbono (CO₂) relativamente saudáveis, mas o gás de escape também contém substâncias nocivas e/ou tóxicas em uma parte relativamente pequena, tal como monóxido de carbono (CO) de combustão incompleta, hidrocarbonetos (HC) de combustível não queimados, óxidos de nitrogênio (NO_x) de temperaturas excessivas de combustão, e material particulado (maioria fuligem). Um dos componentes mais pesados de gás de escape veicular é NO_x, que inclui óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO₂), e óxido nitroso (N₂O). A produção de NO_x é particularmente problemática para motores de queima limpa, tais como motores a diesel. Para remediar o impacto ambiental de NO_x em gás de escape, é desejável eliminar esses componentes indesejáveis, preferivelmente por um processo que não gere outras substâncias nocivas ou tóxicas.

[0004] O gás de escape de motores a diesel tende a ter mais fuligem comparado com motores a gasolina. Emissões de fuligem podem ser remediadas passando o gás de escape contendo fuligem através de um filtro de particulados. Entretanto, o acúmulo de partículas de fuligem no filtro pode causar um aumento indesejável na contrapressão do sistema de escape durante operação, assim diminuindo eficiência. Para regenerar o filtro, a fuligem à base de carbono acumulado deve ser removida do filtro, por exemplo, periodicamente queimando a fuligem por oxidação passiva ou ativa. Tal técnica envolve oxidação catalítica da fuligem em temperaturas baixas. Por exemplo, Patente US No. 4.902.487 ensina o uso de NO₂ como um oxidante servindo para efetivamente queimar a fuligem coletada em temperaturas baixas. Foi também sugerido que o desempenho de um filtro de fuligem catalítico poderia ser melhorado sobrepondo diferentes catalisadores de oxidação em um filtro de fuligem de fluxo por parede (Publicação de Patente US No. 2009/0137386) ou delimitando em zonas o catalisador de oxidação usando diferentes concentrações de catalisador (Patente EP No. 1 859 864).

[0005] Para gás de escape de queima limpa, tal como gás de escape de diesel, reações de redução são geralmente difíceis de conseguir. Entretanto, um método para converter NO_x em um gás de escape de diesel em substâncias mais saudáveis é comumente referido 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 de redução, em nitrogênio elementar (N₂) e água. Em um processo SCR, um redutor gasoso, amônia tipicamente anidra, amônia aquosa, ou uréia, é adicionado a um gás de escape corrente antes de contactar o catalisador. O redutor é absorvido em um catalisador e a reação de redução de NO_x ocorre conforme os gases passam através de ou sobre o substrato catalisado. A equação química para uma reação estequiométrica usando quer amônia anidra ou aquosa para um processo de SCR é:



[0006] Conhecidos catalisadores SCR incluem zeólitos ou outras peneiras moleculares dispostas em ou dentro de um substrato monolítico. Exemplos de tais peneiras moleculares incluem materiais tendo uma estrutura de cabazita (por exemplo, SSZ-13 e SAPO-34), estrutura beta, estrutura de mordenita (por exemplo, ZSM-5), e similares. Para melhorar o desempenho catalítico do material e estabilidade hidrotérmica, peneiras moleculares para aplicações em SCR frequentemente incluem troca de íons de metal que são presos de modo solto à estrutura de peneira molecular.

[0007] Uma vez que catalisadores SCR geralmente servem como catalisadores heterogêneos (isto é, catalisador sólido em contato com um gás e/ou reagente líquido), os catalisadores são geralmente suportados por um substrato. Substratos preferidos para uso em aplicações móveis incluem monólitos de escoamento tendo uma assim chamada geometria alveolar que compreende múltiplos canais adjacentes, paralelos, que são abertos em ambas as extremidades e geralmente estendem-se da face de entrada à face de saída do substrato. Cada canal tipicamente tem uma seção transversal quadrada, redonda, hexagonal, ou triangular. Material catalítico é aplicado ao substrato tipicamente como um material catalítico “tipo revestimento reativo” ou outro revestimento que pode ser incorporado em e/ou nas paredes do substrato.

[0008] Sistemas de escape contendo múltiplos componentes, ou catalisadores múltiplos de SCR, são conhecidos. Por exemplo, Patente US No. 7.767.176 descreve um sistema de escape tendo dois substratos, preferivelmente favos de mel de escoamento não filtrantes, dispostos em série em que cada substrato contém um catalisador SCRO. A delimitação por zonas de substratos de escoamento não filtrantes com catalisadores SCR seguido por catalisadores de oxidação é também conhecida (por exemplo, US 5.516.497).

[0009] Para reduzir a quantidade de espaço requerido para um sistema de escape, é desejável projetar componentes de escape individuais para efetuar mais do que uma função. Por exemplo, aplicar um catalisador SCR a um substrato de filtro de fluxo por parede ao invés de um substrato de escoamento serve para reduzir o tamanho global de um sistema de tratamento de escape permitindo a um substrato servir a duas funções, isto é conversão catalítica de NO_x pelo catalisador SCR e remoção de fuligem pelo filtro. Publicação de patente US 2010/0180580 descreve um catalisador SCR que pode ser aplicado a um substrato alveolar na forma de um filtro de fluxo por parede. Filtros de fluxo por parede são similares a substratos de escoamento alveolares em que eles contêm uma pluralidade de canais adjacentes, paralelos. Entretanto, os canais de substratos de escoamento alveolares são abertos em ambas as extremidades, considerando que os canais de substratos de fluxo por parede têm uma extremidade tampada, em que o tamponamento ocorre em extremidades opostas de adjacentes canais em um padrão alternante. Tampar as extremidades alternantes de canais previne o gás de entrar na face de entrada do substrato fluindo diretamente através do canal e sair. Ao contrário, o gás de escape entra na frente do substrato e percorre a metade dos canais onde é forçado através das paredes de canal antes de entrar na segunda metade dos canais e sair de volta para face do substrato.

[00010] Um filtro de fluxo por parede tendo um SCR (filtro revestido com SCR) e um catalisador de oxidação, em que o catalisador SCR é disposto à montante de um catalisador de oxidação, é descrito em Pedido de Patente GB 1003784.4, que é incorporado aqui em sua totalidade por referência. Entretanto, permanece a necessidade para sistemas de filtro revestido com SCR melhorados tendo um bom desempenho catalítico enquanto também tendo contrapressão mínima.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[00011] Requerentes surpreendentemente encontraram que a

funcionalidade de um componente de filtro revestido com SCR em um sistema de escape pode ser melhorada provendo duas ou mais zonas catalíticas que são dispostas sequencialmente no substrato de filtro com relação à direção de fluxo global de gás através do substrato. Por exemplo, comparado a um substrato de filtro em que um catalisador SCR é carregado homogeneamente na direção axial, um filtro delimitado em zonas aqui descrito conduz a uma redução na contrapressão criada por fluxo de gás de escape através do substrato. Tais zonas podem ser criadas carregando uma porção frontal de um substrato de filtro (relativo à direção de fluxo de gás global) com primeiro catalisador SCR que é termicamente estável em elevadas temperaturas e um porção posterior com catalisador SCR tendo diferente desempenho, ou carregando as porções dianteiras e posteriores do filtro com uma composição de catalisador SCR tendo os mesmos componentes catalíticos, mas carregando uma concentração relativamente maior de um ou mais dos componentes na porção dianteira. Essa redução em contrapressão é surpreendente porque ocorre quando a concentração ou tipo de catalisador é variado ao longo da direção axial do filtro ao invés de direção em que o gás contacta o(s) catalisador(es) de filtro(s) (isto é, direção de permeação através das paredes de filtro). Isto é, em um filtro de fluxo por parede, fluxos de gás no substrato através de uma face de entrada de filtro e de saída do substrato através de face de saída de filtro, deste modo criando uma direção de fluxo de gás global que é paralela ao maior eixo do substrato. Entretanto, o gás contacta o componente catalítico conforme ele passa através das paredes de filtro que está em uma direção que é ortogonal ao eixo de substrato. Foi encontrado que variar a concentração de catalisador em tal direção axial reduz a contrapressão comparada a uma concentração de catalisador que é uma distribuição homogênea ao longo do eixo.

[00012] Consequentemente, um aspecto da invenção provê um artigo de catalisador compreendendo (a) um monólito de fluxo por parede tendo

uma extremidade de face de entrada e uma face de saída e um eixo de fluxo de gás a partir de referida face de entrada para referida face de saída; (b) uma primeira composição de catalisador SCR compreendendo um material de peneira molecular em uma primeira concentração de peneira e um metal trocado em uma primeira concentração de metal, em que referido primeiro catalisador SCR está disposto em uma primeira zona; e (c) uma segunda composição de catalisador SCR compreendendo referido material de peneira molecular em uma concentração que é pelo menos 20% menor que referida primeira concentração de peneira, e referido metal trocado em referida primeira concentração de metal, em que referido segundo catalisador SCR é disposto em uma segunda zona; em que referidas primeira zona e segunda zona são dispostas dentro de uma porção de referido monólito de fluxo por parede e em série ao longo de referido eixo, e em que referida primeira zona é disposta proximal à referida face de entrada, e referida segunda zona é disposta proximal à referida face de saída.

[00013] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um artigo de catalisador compreendendo (a) um monólito de fluxo por parede tendo uma extremidade de face de entrada e uma face de saída e um eixo de fluxo de gás a partir de referida face de entrada para referida face de saída; (b) uma primeira composição de catalisador SCR compreendendo um material de peneira molecular em uma primeira concentração de peneira e um metal trocado em uma primeira concentração de metal, em que referido primeiro catalisador SCR está disposto em uma primeira zona; e (c) uma segunda composição de catalisador SCR compreendendo referido material de peneira molecular em uma concentração que é pelo menos 20% menor que referida primeira concentração de peneira, e referido metal trocado em uma concentração que é pelo menos 20% menor que referida primeira concentração de metal, em que referido segundo catalisador SCR é disposto em uma segunda zona; em que referidas primeira zona e segunda zona são

dispostas dentro de uma porção de referido monólito de fluxo por parede e em série ao longo de referido eixo, e em que referida primeira zona é disposta proximal à referida face de entrada, e referida segunda zona é disposta proximal à referida face de saída.

[00014] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um artigo de catalisador compreendendo (a) um monólito de fluxo por parede tendo uma extremidade de face de entrada e uma face de saída e um eixo de fluxo de gás a partir de referida face de entrada para referida face de saída; (b) uma primeira composição de catalisador SCR compreendendo um material de peneira molecular em uma primeira concentração de peneira e um metal trocado em uma primeira concentração de metal, em que referido primeiro catalisador SCR está disposto em uma primeira zona; e (c) uma segunda composição de catalisador SCR compreendendo referido material de peneira molecular em referida primeira concentração de peneira, e referido metal trocado em uma concentração que é pelo menos 20% menor que referida primeira concentração de metal, em que referido segundo catalisador SCR é disposto em uma segunda zona; em que referidas primeira zona e segunda zona são dispostas dentro de uma porção de referido monólito de fluxo por parede e em série ao longo de referido eixo, e em que referida primeira zona é disposta proximal à referida face de entrada, e referida segunda zona é disposta proximal à referida face de saída.

[00015] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um artigo de catalisador compreendendo (a) um monólito de fluxo por parede tendo uma extremidade de face de entrada e uma face de saída e um eixo de fluxo de gás a partir de referida face de entrada para referida face de saída; (b) uma primeira composição de catalisador SCR compreendendo um material de peneira molecular e um metal trocado, em que referido primeiro catalisador SCR está disposto em uma primeira zona; e (c) uma segunda composição de catalisador SCR compreendendo um segundo material de peneira molecular e

um segundo metal trocado, em que referido segundo catalisador SCR é disposto em uma segunda zona, em que referida primeira peneira molecular mais termicamente estável relativo a referido segundo peneira molecular, em que referidas primeira zona e segunda zona são dispostas dentro de uma porção de referido monólito de fluxo por parede e em série ao longo de referido eixo, e em que referida primeira zona é disposta proximal à referida face de entrada, e referida segunda zona é disposta proximal à referida face de saída.

[00016] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um método para reduzir desprendimento de amônia compreendendo (a) operar um motor a diesel sob condições para gerar uma corrente de alimentação de gás de escape compreendendo NO_x e fuligem e tendo a temperatura de cerca de 250 a 550°C e tendo uma velocidade espacial de cerca de 20.000 a cerca de 120.000/hora; (b) injetar um redutor em referida corrente de alimentação para criar uma corrente intermediária; e (c) passar referida corrente intermediária através de um artigo de catalisador de acordo com um filtro revestido com SCR como descrito aqui para produzir uma corrente de gás de escape purificada tendo uma concentração de fuligem e NO_x reduzida relativa a referida corrente de alimentação; em que referida corrente de gás de escape purificada não tem amônia ou uma concentração de amônia que é menor que uma quantidade de amônia que estaria presente se a corrente intermediária fosse passada através de um filtro revestido com SCR como descrito aqui exceto que o catalisador SCR homogeneamente distribuído com relação à direção de fluxo de gás global.

[00017] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um método para reduzir a contrapressão em um sistema de tratamento de escape compreendendo (a) operar um motor a diesel sob condições para gerar a corrente de gás de escape compreendendo NO_x e fuligem e tendo uma temperatura de cerca de 250 a 550°C e tendo uma velocidade espacial de

cerca de 20.000 a cerca de 120.000/hora; (b) injetar um redutor em referida corrente para criar uma corrente intermediária; e (c) passar referida corrente intermediária através de a artigo de catalisador de acordo com um filtro revestido com SCR descrito como aqui para produzir uma corrente de gás de escape purificada tendo uma concentração de fuligem e NO_x reduzida relativa a referida corrente de alimentação, em que referida etapa de passagem produz uma resistência a fluxo de gás que é menor que a quantidade da resistência ao fluxo de gás que seria produzida se a corrente intermediária fosse passada através de um artigo de catalisador similar ao filtro revestido com SCR como descrito aqui, mas tendo um catalisador SCR homogeneamente distribuído com relação à direção de fluxo de gás global.

[00018] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um método para reduzir NO_x em um gás de escape compreendendo contactar o gás com um artigo de catalisador de acordo com um filtro revestido com SCR como descrito aqui por um tempo e temperatura suficiente para reduzir o nível de compostos de NO_x no gás.

[00019] De acordo com ainda outro aspecto da invenção, é provido um sistema de tratamento de gás de escape de motor compreendendo (a) um artigo de catalisador de acordo com um filtro revestido com SCR como descrito aqui; e (b) uma fonte de amônia ou uréia à montante de referido artigo de catalisador.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00020] Figuras 1A e 1B mostram vistas de uma porção de um substrato convencional de filtro de fluxo por parede;

[00021] Figuras 2A e 2B mostram vistas transversais de uma porção de uma unidade de filtro de fluxo por parede tendo catalisador delimitado em zonas de acordo com uma forma de realização da invenção;

[00022] Figura 3 mostra vistas transversais de uma porção de uma unidade de filtro de fluxo por parede tendo catalisador delimitado em zonas

de acordo com outra forma de realização da invenção;

[00023] Figura 4 mostra vistas transversais de uma porção de uma unidade de filtro de fluxo por parede tendo catalisador delimitado em zonas de acordo com outra forma de realização da invenção;

[00024] Figura 5 é um gráfico comparando dados de contrapressão para uma unidade de filtro de fluxo por parede tendo catalisador delimitado em zonas de acordo com uma forma de realização da invenção e um catalisador homogeneamente distribuído em um filtro de fluxo por parede; e

[00025] Figura 6 é um gráfico comparando dados de massa de NO_x cumulativos para uma unidade de filtro de fluxo por parede tendo catalisador delimitado em zonas de acordo com uma forma de realização da invenção e um catalisador homogeneamente distribuído em um filtro de fluxo por parede.

DESCRÍÇÃO DETALHADA DE FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS DA INVENÇÃO

[00026] A presente invenção provê um dispositivo de filtração catalítico que efetivamente e economicamente remove NO_x e particulados de uma corrente de gás de escape, tal como de um motor de queima limpa (por exemplo, motor a diesel). Em uma forma de realização preferida, é provido um substrato de filtro de fluxo por parede tendo uma pluralidade de zonas catalíticas. As zonas são criadas incorporando diferentes catalisadores SCR e/ou diferentes concentrações dos mesmos componentes de catalisador SCR em porções separadas das paredes de substrato. Preferivelmente, as zonas são dispostas em série com relação à direção global de fluxo de gás de escape através do substrato de filtro.

[00027] Voltando para as Figuras 1a e 1b, são mostradas vistas de uma porção de um substrato convencional de filtro de fluxo por parede 10 para uso em sistemas de escape veicular. O substrato de fluxo por parede tem múltiplos canais 11 que são aproximadamente paralelos um ao outro e que se estendem de uma face de entrada 12 do substrato a uma face de saída 13 do substrato ao

longo de um eixo 17 de fluxo de gás através do substrato (isto é, a direção de gás de escape entrando e gás purificado saindo). Substrato convencional de filtros de fluxo por parede para motores a diesel tipicamente contêm 400 – 800 canais, mas para simplicidade apenas alguns canais são mostrados nessas Figuras. Os canais são definidos por paredes porosas 15 e cada canal tem uma tampa 14 em qualquer a face de entrada ou de saída do substrato. As paredes porosas são também definidas por um lado 18 à montante e um lado 19 à jusante, relativo à direção de fluxo de gás através das paredes. Substratos de filtro de fluxo por parede para uso em sistemas de escape veicular tal como esses são comercialmente disponíveis dentre uma variedade de fontes.

[00028] As Figuras 2A e 2B mostram vistas transversais de uma porção do artigo de catalisador de acordo com uma forma de realização da invenção. Aqui, o artigo de catalisador compreende um substrato de filtro de fluxo por parede 10, uma primeira zona 20 de catalisador SCR incorporada em uma porção da parede de substrato 15 que está próxima à face de entrada 12, e uma segunda zona de catalisador SCR 22 incorporada em outra porção da parede de substrato 15 que está próxima à face de saída 13. Deste modo, a primeira zona e segunda zona não são necessariamente dispostas em série com relação à direção de fluxo de gás através da parede (isto é, do lado à montante ao lado à jusante da parede). Ao contrário, a primeira e a segunda zonas são dispostas em série com relação à direção global de fluxo de gás de escape esperado através do substrato como mostrado por seta 28 que é paralela ao eixo 17.

[00029] Gás de escape não tratado pelo filtro catalítico 26 flui nos canais de substrato onde contacta o lado à montante 18 de uma parede de substrato 15. Durante operação de um motor, uma pressão diferencial existe entre as faces de entrada e de saída do substrato (maior pressão na face de entrada relativa à face de saída), e deste modo uma pressão diferencial também existe entre o lado à montante 18 e lado à jusante 19 da parede de

substrato 15. Essa pressão diferencial, juntamente com a natureza permeável a gás das paredes, permite o gás de escape 26 que flui em um canal que é aberto à face de entrada, para passar do lado à montante 18 de uma parede porosa 15 ao lado à jusante 19 dessa parede, e então em um canal adjacente que é aberto à face de saída do substrato. O gás de escape passa através da parede em uma direção que é ortogonal a eixo 17, isto é, a direção global de fluxo de gás 28 através do substrato 10.

[00030] A parede de substrato tem uma porosidade e tamanho de poro que torna permeável a gás, mas coleta uma maior porção do material particulado, tal como fuligem, do gás conforme o gás passa através da parede. Substratos de fluxo por parede preferidos são filtros de eficiência elevada. Filtros de fluxo por parede para uso com a presente invenção preferivelmente têm uma eficiência de pelo menos 70%, pelo menos cerca de 75%, pelo menos cerca de 80%, ou pelo menos cerca de 90%. Em algumas formas de realização, a eficiência será de cerca de 75 a cerca de 99%, cerca de 75 a cerca de 90%, cerca de 80 a cerca de 90%, ou cerca de 85 a cerca de 95%. Aqui, eficiência é relativa a fuligem e outras partículas similarmente dimensionadas e a concentrações de particulado tipicamente encontrado em gás de escape de diesel convencional. Por exemplo, particulados em escape de diesel podem variar em tamanho de 0,05 micrões a 2,5 micrões. Deste modo, a eficiência pode ser baseada nessa faixa ou uma subfaixa, tal como 0,1 a 0,25 micrões, 0,25 a 1,25 micrões, ou 1,25 a 2,5 micrões.

[00031] Durante a operação normal do sistema de escape, a fuligem e outros particulados acumulam nos lados à montante das paredes que conduzem a um aumento em contrapressão. Para aliviar esse aumento em contrapressão, os substratos de filtros são continuamente ou periodicamente regenerados por técnicas ativas ou passivas incluindo queimar a fuligem acumulada por técnicas conhecidas incluindo o uso de um catalisador de oxidação.

[00032] Gás de escape passando através das paredes porosas de substrato também contacta o catalisador SCR incorporado nas paredes, deste modo eliminar uma maior porção dos componentes de NO_x do gás de escape. Foi inesperadamente encontrado que delimitar por zonas catalisador SCR em um substrato de filtro de fluxo por parede da presente invenção proporciona desempenho melhorado de contrapressão com o mesmo ou melhor desempenho catalítico, particularmente desempenho de redução de NO_x, relativo à mesma quantidade de um similar catalisador SCR que é disposto mais uniformemente do início ao fim de parede de filtro. O desempenho melhorado desse filtro delimitado em zonas é também surpreendente porque o desempenho catalítico não é dependente na direção de fluxo de gás através do filtro (isto é, a direção de fluxo de gás em contato com as composições catalíticas da invenção), mas ao contrário é dependente do fluxo global de gás de escape através do substrato.

[00033] Os artigos de filtro revestidos com SCR delimitados em zonas da presente invenção também oferecem desempenho de armazenamento de amônia melhorado comparado a artigos de filtro revestidos com SCR homogeneamente carregados. Mais particularmente, delimitar em zonas o catalisador SCR de acordo com certas formas de realização da invenção como descrito em maiores detalhes abaixo (por exemplo, aumentar a concentração de peneira molecular na zona próxima à face de entrada relativa à zona próxima à face de saída), provê capacidade de armazenamento de amônia aumentado na seção do substrato de filtro que é provável de aquecer rapidamente durante operação de motor, enquanto também provendo capacidade de armazenamento de amônia diminuído próximo à face de saída do substrato de filtro que reduz a probabilidade de desprendimento de amônia, particularmente quando o filtro revestido com SCR está tratando gás de escape tendo uma temperatura elevada e uma velocidade espacial elevada.

[00034] Catalisadores de SCR preferidos para uso com a presente

invenção incluem uma ou mais peneiras moleculares contendo um ou mais metais de transição. O tipo de peneira molecular adequada para uso na presente invenção não é particularmente limitado. Entretanto, peneiras moleculares preferidas têm um tipo de estrutura selecionado de BEA, MFI (por exemplo, ZSM-5), ou peneiras moleculares de poro pequeno tal como CHA, ERI, e LEV, como definido por International Zeolite Association. Em certas formas de realização preferidas, a peneira molecular tem um tipo de estrutura de poro pequeno que tem um tamanho de anel máximo de oito átomos tetraédricos. Tipos de estrutura de poro pequenos particularmente preferidos incluem CHA, ERI e LEV, mais preferivelmente CHA. Onde o código de tipo de arcabouço da peneira molecular é CHA, uma estrutura de arcabouço de isótipo de CHA pode ser selecionada do grupo consistindo de, por exemplo, SAPO-34, SSZ-62, e SSZ-13. Uma peneira molecular tendo um tipo de arcabouço ERI pode ser, por exemplo, erionita, ZSM-34 ou Linde tipo T. Estruturas de arcabouço de isótipo de código de tipo de arcabouço LEV ou material do tipo podem ser, por exemplo, levinita, Nu-3, LZ-132 ou ZK-20.

[00035] Em certas formas de realização preferidas, a peneira molecular é um aluminossilicato ou um silico-alumino-fosfato. Peneiras moleculares de aluminossilicato preferidas tem uma razão de mol de sílica a alumina maior que cerca de 10, mais preferivelmente de cerca de 15 a cerca de 250, mais preferivelmente de cerca de 20 a cerca de 50, e ainda mais preferivelmente de cerca de 25 a cerca de 40. A razão de sílica para alumina de peneiras moleculares pode ser determinada por análise convencional. Essa razão é para representar, tão proximamente como possível, a razão de sílica-para-alumina na estrutura atômica do cristal de peneira molecular e preferivelmente exclui alumínio no aglutinante ou em forma catiônica ou outra dentro dos canais. Será apreciado que pode ser extremamente difícil diretamente medir a razão de sílica para alumina da peneira molecular após ter sido combinada com um material aglutinante. Consequentemente, a razão de sílica para alumina foi

expressa acima em termos da razão de sílica para alumina da peneira molecular original, isto é, a peneira molecular usada para preparar o catalisador, como medido antes da combinação dessa peneira molecular com os outros componentes de catalisador.

[00036] Preferivelmente, a composição de catalisador compreende uma peneira molecular e pelo menos um metal do arcabouço adicional para melhorar o desempenho catalítico e/ou estabilidade térmica do material. Como usado aqui, um “metal de arcabouço adicional” é um que reside dentro da peneira molecular e/ou em pelo menos uma porção da superfície de peneira molecular, não inclui alumínio, e não inclui átomos constituindo a estrutura da peneira molecular. O metal de arcabouço adicional pode ser adicionado à peneira molecular através de uma técnica conhecida tal como troca iônica, impregnação, substituição isomorfa, etc. Metais de arcabouço adicional podem ser de qualquer um dos metais cataliticamente ativos reconhecidos que são usados na indústria de catalisador para formar peneiras moleculares de metal trocado. Em uma forma de realização, pelo menos um metal de arcabouço adicional é usado em conjunto com a peneira molecular para aumentar o desempenho do catalisador. Metais de arcabouço adicional preferidos são selecionados do grupo consistindo de cobre, níquel, zinco, ferro, estanho, tungstênio, cério, molibdênio, cobalto, bismuto, titânio, zircônio, antimônio, manganês, cromo, vanádio, nióbio, rutênio, ródio, paládio, ouro, prata, índio, platina, irídio, rênio, e misturas destes. Metais de arcabouço adicional mais preferidos incluem aqueles selecionados do grupo consistindo de cromo, cério, manganês, ferro, cobalto, níquel, e cobre, e misturas destes. Preferivelmente, pelo menos um dos metais de arcabouço adicional é cobre. Outros metais de arcabouço adicional preferidos incluem ferro e cério, particularmente em combinação com cobre. Para formas de realização em que o aluminossilicato tem um arcabouço de CHA, o metal de arcabouço adicional preferido é cobre.

[00037] Em um exemplo, uma peneira molecular com troca de metal é criada misturando a peneira molecular em uma solução contendo precursores solúveis do metal cataliticamente ativo. O pH da solução pode ser ajustado para induzir precipitação dos cátions cataliticamente ativos em ou dentro da estrutura de peneira molecular. Por exemplo, em uma preferida forma de realização a cabazita é imersa em uma solução contendo nitrato de cobre por um tempo suficiente para permitir incorporação dos cátions cobre de cataliticamente ativos na estrutura de peneira molecular por 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 peneira molecular substituída de metal pode então ser lavada, seca e calcinada. Quando ferro ou cobre é usado como o cátion de metal, o teor de metal do material catalítico em peso preferivelmente compreende de cerca de 0,1 a cerca de 15 por cento em peso, mais preferivelmente de cerca de 1 a cerca de 10 por cento em peso, e ainda mais preferivelmente cerca de 1 a cerca de 5 por cento em peso do material de peneira molecular.

[00038] Geralmente, troca iônica do cátion de metal catalítico em ou na peneira molecular pode ser efetuada a 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 catalítico de peneira molecular resultante é preferivelmente secado a cerca de 100 a 120° durante a noite e calcinado em uma temperatura de pelo menos cerca de 550° C.

[00039] Preferivelmente, o catalisador de peneira molecular é incorporado no substrato em uma quantidade suficiente para reduzir o NO_x contido em uma corrente de gás de escape fluindo através do substrato. Em algumas formas de realização, pelo menos uma porção do substrato pode também conter um catalisador de oxidação, tal como um metal de grupo platina (por exemplo, platina), para oxidar amônia na corrente de gás de

escape ou efetuar outras funções tais como conversão de CO em CO₂.

[00040] Substratos de fluxo por parede úteis na presente invenção podem ter qualquer formato adequado para uso em um sistema de escape, provido que o substrato tem uma face de entrada, uma face de saída, e um comprimento entre as faces de entrada e de saída. Exemplos de formatos adequados incluem cilindros circulares, cilindros elípticos, e prismas. Em certas formas de realização preferidas, a face de entrada e face de saída estão em planos paralelos. Entretanto, em outras formas de realização as faces de entrada e de saída não são paralelas e o comprimento do substrato é curvado.

[00041] O substrato preferivelmente contém uma pluralidade de canais que são aproximadamente paralelos entre si. Os canais são definidos por paredes porosas finas que preferivelmente têm uma espessura de cerca de 0,005 a cerca de 0,254 cm, preferivelmente cerca de 0,005 e 0,038 cm. O formato transversal dos canais não é particularmente limitado e pode ser, por exemplo, quadrado, circular, oval, retangular, triangular, hexagonal, ou similares. Preferivelmente, o substrato contém cerca de 25 a cerca de 750 canais por 6,45 cm², e mais preferivelmente cerca de 100 a cerca de 400 canais per 6,45 cm².

[00042] Substratos de fluxo por parede são preferivelmente construídos de um ou mais materiais que incluem, como uma fase predominante, cerâmica, vidro-cerâmica, vidro, cermet, metal, óxidos, e combinações destes. Por combinações compreende-se combinações físicas e químicas, por exemplo, misturas, compostos, ou compósitos. Alguns materiais que são especialmente adequados à prática da presente invenção embora seja para ser entendido que a invenção não é limitado para tais, são aqueles feitos de cordierita, mulita, argila, talco, zircão, zircônia, espinélio, alumina, sílica, boretos, aluminossilicatos de lítio, alumina sílica, feldspato, titânia, sílica fundida, nitretos, boretos, carbonetos, por exemplo, carboneto de silício, nitreto de silício ou misturas desses. Um material particularmente preferido é

cordierita e carboneto de silício.

[00043] Preferivelmente, o substrato é construído de um material tendo uma porosidade de pelo menos cerca de 50%, mais preferivelmente cerca de 50 – 75%, e um tamanho médio de poro de pelo menos 10 mícrons.

[00044] Preferivelmente, o catalisador SCR reside em pelo menos uma porção dos poros da parede, mais preferivelmente nas superfícies dos poros na parede de filtro. É altamente preferido que o catalisador nos poros é disposto em uma maneira que não entope os poros, que poderia excessivamente restringir o fluxo de gás de escape através da parede. Mais do que um catalisador pode estar em camadas no topo entre si nos poros. O material de catalisador pode também ser disposto na parede de modo a formar um ou mais gradientes de concentração entre o lado à montante e lado à jusante da parede. Catalisador diferente pode ser carregado na à montante e correspondentes lados à jusante da parede.

[00045] Em uma forma de realização, a catalisador SCR é delimitado em zonas como mostrado em Figura 2A. Para essa forma de realização, o catalisador SCR da primeira zona compreende um material de peneira molecular carregado com um metal trocado. Relativo ao catalisador SCR na primeira zona, o catalisador SCR na segunda zona compreende o mesmo material de peneira molecular carregada com o mesmo com troca de metal, mas a concentração de peneira molecular no catalisador SCR da segunda zona é pelo menos 20% (por exemplo, cerca de 20 a cerca de 80%, cerca de 25 a cerca de 75%, cerca de 25 a cerca de 50%, cerca de 30 a cerca de 40%, cerca de 20 a cerca de 30%, cerca de 30 a cerca de 40%, cerca de 50 a cerca de 75 %, e cerca de 40 a cerca de 60%) menos que a concentração de peneira molecular no catalisador SCR da primeira zona, enquanto a concentração de metal trocado nos catalisadores SCR do primeiro e segunda zonas é cerca do mesmo. Como usado aqui, o termo “pelo menos 20% menos” não inclui 0%. Por exemplo, na primeira zona, a concentração de peneira molecular é

preferivelmente cerca de 0,5 a cerca de 2,5 g/in³ (cerca de 30,51 a cerca de 152,56 g/cm³), e a concentração de metal trocado é cerca de 10 a cerca de 120 g/ft³ (cerca de 0,35 a cerca de 4,24 kg/m³), mas na segunda zona, a concentração de peneira molecular é pelo menos 20% menor que aquela da primeira zona, enquanto a concentração de metal trocado é cerca da mesma.

[00046] Em outra forma de realização, o catalisador SCR é delimitado em zonas como mostrado em Figura 2A. Para essa forma de realização, o catalisador SCR da primeira zona compreende um material de peneira molecular carregado com um metal trocado. Relativo ao catalisador SCR na primeira zona, o catalisador SCR na segunda zona compreenda mesmo material de peneira molecular carregado com o mesmo metal trocado, mas a concentração de peneira molecular e a concentração de metal trocado no catalisador SCR da segunda zona é pelo menos 20% (por exemplo, cerca de 20 a cerca de 80%, cerca de 25 a cerca de 75%, cerca de 25 a cerca de 50%, cerca de 30 a cerca de 40%, cerca de 20 a cerca de 30%, cerca de 30 a cerca de 40%, cerca de 50 a cerca de 75 %, e cerca de 40 a cerca de 60%) menor que a concentração de peneira molecular e concentração de metal trocado, respectivamente, no catalisador SCR da primeira zona. Por exemplo, na primeira zona, a concentração de peneira molecular é preferivelmente cerca de 0,5 a cerca de 2,5 g/in³ (30,51 a cerca de 152,56 kg/m³), e a concentração de metal trocado é cerca de 10 a cerca de 120 g/pé³ (0,35 a cerca de 4,24 kg/m³), mas na segunda zona, a concentração de peneira molecular e a concentração de metal trocado é pelo menos 20% menor que aquela da primeira zona.

[00047] Em outra forma de realização, o catalisador SCR é delimitado em zonas como mostrado em Figura 2A. Para essa forma de realização, o catalisador SCR da primeira zona compreende um material de peneira molecular carregado com um metal trocado. Relativa ao catalisador SCR na primeira zona, o catalisador SCR na segunda zona compreenda mesma

material de peneira molecular carregado com o mesmo metal trocado, mas a concentração de metal trocado no catalisador SCR da segunda zona é pelo menos 20% (por exemplo, cerca de 20 a cerca de 80%, cerca de 25 a cerca de 75%, cerca de 25 a cerca de 50%, cerca de 30 a cerca de 40%, cerca de 20 a cerca de 30%, cerca de 30 a cerca de 40%, cerca de 50 a cerca de 75 %, e cerca de 40 a cerca de 60%) menos que a concentração de metal trocado no catalisador SCR da primeira zona, enquanto a concentração de peneira molecular nos catalisadores SCR da primeira e segunda zonas é a mesma. Por exemplo, na primeira zona, a concentração de peneira molecular é preferivelmente cerca de 0,5 a cerca de 2,5 g/in³ (30,51 a cerca de 152,56 kg/m³), e a concentração de metal trocado é cerca de 10 a cerca de 120 g/pé³ (0,35 a cerca de 4,24 kg/m³), mas na segunda zona, a concentração de metal trocado é pelo menos 20% menor que aquela da primeira zona, enquanto a concentração de peneira molecular é cerca da mesma.

[00048] Em outra forma de realização, o catalisador SCR é delimitado em zonas como mostrado em Figura 2A. Para essa forma de realização, o catalisador SCR da primeira zona compreende um material de peneira molecular carregado com um metal trocado. Relativa ao catalisador SCR na primeira zona, o catalisador SCR na segunda zona compreende uma diferente peneira molecular e/ou metal. Preferivelmente, o catalisador SCR na primeira zona é mais termicamente estável relativo ao catalisador SCR na segunda zona. Por exemplo, o SCR na primeira zona pode ser 3% cobre em uma peneira molecular tendo um arcabouço de CHA, e o SCR na segunda zona pode ser 1% ferro em uma peneira molecular tendo um arcabouço de CHA.

[00049] Além de uma peneira molecular e com troca de metal, a composição de catalisador SCR pode compreender outros componentes, tal como aglutinantes (por exemplo, alumina) e modificadores. Em algumas formas de realização, a concentração global da composição de catalisador SCR na primeira zona é cerca da mesma como a concentração global da

composição de catalisador SCR na segunda zona. Em outras formas de realização, a concentração global de uma composição de catalisador SCR na primeira zona é maior que a concentração global de uma composição de catalisador SCR na segunda zona.

[00050] Em algumas formas de realização a primeira zona e segunda zona são adjacentes uma à outra. Em outras formas de realização, a primeira zona sobrepõe uma porção da segunda zona, preferivelmente por menos que 25%, e mais preferivelmente por menos que 10%. Em outras formas de realização, a segunda zona sobrepõe uma porção da primeira zona, preferivelmente por menos que 25%, e mais preferivelmente por menos que 10%. Em ainda outras formas de realização, a primeira e segunda zonas são separadas por uma seção relativamente pequena de parede de substrato que é quer não revestida ou é revestida com uma substância inerte. Preferivelmente, a seção pequena é menor que cerca de 10 por cento (por exemplo, cerca de 1 a cerca de 10 por cento), e mais preferivelmente menos que cerca de 5 por cento (por exemplo, cerca de 1 a cerca de 5 por cento), do comprimento de canal.

[00051] As formas de realização mostradas nas Figuras 2A e 2B compreendem uma primeira zona de catalisador e uma segunda zona de catalisador cada se estendendo por cerca de metade do comprimento da parede de canal em que elas são incorporadas. Preferivelmente, a primeira zona compreende de cerca de 10 a cerca de 90 por cento, mais preferivelmente cerca de 25 a 75, ainda mais preferivelmente cerca de 40 a 60, do comprimento do canal em que é incorporado. Preferivelmente a segunda zona compreende de cerca de 10 a cerca de 90 por cento, mais preferivelmente cerca de 25 a 75, ainda mais preferivelmente cerca de 40 a 60, do comprimento do canal em que é incorporada.

[00052] Em algumas formas de realização, duas ou mais zonas catalíticas são incorporadas no substrato. Por exemplo, o substrato pode

compreender três, quatro, cinco, seis, sete, ou oito zonas, preferivelmente dispostas em série com respeito a eixo de fluxo de gás global através do substrato. O número de zonas não é particularmente limitado, mas Ao contrário é dependente da particular aplicação para que o substrato é projetado. Figura 3 mostra uma forma de realização da invenção compreendendo um substrato de fluxo por parede 30 tendo quatro zonas, 31, 32, 33, e 34 dispostas em série com relação ao fluxo de gás global 35 através do substrato. Considerando mais do que duas zonas são providas, as zonas são preferivelmente dispostas para formar um gradiente de concentração com a maior concentração sendo próxima à face de entrada do substrato e a menor concentração sendo próxima à face de saída do substrato. Preferivelmente, cada zona é diferenciada de zonas adjacentes por pelo menos 20 por cento em relativa concentração de catalisador e/ou componente de catalisador.

[00053] Em algumas formas de realização, dois ou mais diferentes catalisadores SCR podem ser usados. Preferivelmente, os catalisadores SCR compreendem um material de peneira molecular com troca de metal. O diferente catalisador pode ter diferente material de peneira molecular, diferente metais de troca, ou ambos. Preferivelmente os diferentes catalisadores SCR têm diferente estabilidade térmica e preferivelmente os diferentes catalisadores SCR são dispostos em série com relação à fluxo de gás global através do substrato. Preferivelmente o catalisador SCR mais termicamente estável é disposto próximo à face de entrada e o menos termicamente estável é disposto próximo à face de saída. Em Figura 4, mostrada é uma forma de realização da invenção tendo um catalisador SCR 41 mais termicamente estável e um catalisador SCR 42 menos termicamente estável disposto em um substrato de fluxo por parede 40, em que o catalisador SCR 41 mais termicamente estável é disposto próximo à face de entrada do substrato.

Aplicações:

[00054] As peneiras moleculares catalíticas descritas aqui podem promover a reação de um redutor, preferivelmente amônia, com óxidos de nitrogênio para seletivamente formar nitrogênio elementar (N_2) e água (H_2O) frente à reação de competição de oxigênio e amônia. Em uma forma de realização, o catalisador pode ser formulado a favor da redução de óxidos de nitrogênio com amônia (isto é, e Catalisador de SCR). Em outra forma de realização, o catalisador pode ser formulado a favor da oxidação de amônia com oxigênio (isto é, um catalisador de oxidação de amônia (AMOX)). Em ainda outra forma de realização, um catalisador SCR e um catalisador AMOX são usados em série, em que ambos catalisadores compreendem o metal contendo peneira molecular descrita aqui, e em que o catalisador SCR está à montante do catalisador AMOX. Em algumas formas de realização, o catalisador AMOX é disposto como uma camada de topo em uma subcamada oxidativa, em que a subcamada compreende um catalisador de metal de grupo platina (PGM) ou um catalisador não PGM.

[00055] O redutor (também conhecido como um agente de redução) para processos de SCR amplamente significa qualquer composto que promove a redução de NO_x em um gás de escape. Exemplos de redutores úteis na presente invenção incluem 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, e hidrocarbonetos tais como combustível diesel, e similares. Os redutores particularmente preferidos são baseados em nitrogênio, com amônia sendo particularmente preferida.

[00056] De acordo com outro aspecto da invenção, é provido um método para a redução de Compostos de NO_x ou oxidação de NH_3 em um gás, que compreende contactar o gás com uma composição de catalisador descrita aqui para redução catalítica de compostos de NO_x por um tempo suficiente para reduzir o nível de compostos de NO_x no gás. Em uma forma de

realização, óxidos de nitrogênio são reduzidos com o agente de redução em uma temperatura de pelo menos 100°C. Em outra forma de realização, os óxidos de nitrogênio são reduzidos com o agente de redução em uma temperatura de cerca de 150 a 750°C. Em uma forma de realização particular, a faixa de temperatura é de 175 a 650°C. Em outra forma de realização, a faixa de temperatura é de 175 a 550°C. Em ainda outra forma de realização, a faixa de temperatura é 450 a 750°C, preferivelmente 450 a 700°C, ainda mais preferivelmente 450 a 650°C.

[00057] Em outra forma de realização, a redução de óxidos de nitrogênio é efetuada na presença de oxigênio. Em uma forma de realização alternativa, a redução de óxidos de nitrogênio é efetuada na ausência de oxigênio.

[00058] O método pode ser efetuado em um gás derivado de um processo de combustão, tal como de um motor de combustão interna (se móvel ou estacionário), uma turbina a gás e carvão ou instalações de energia de queima de óleo. O método pode também ser usado para tratar processos de gás de industrial tal como refinando, de aquecedores de refinaria e caldeiras, fornos, de indústria de processamento químico, fornos de coque, plantas de refugo municipais e incineradores, etc. Em uma forma de realização particular, o método é usado para tratar gás de escape de um motor veicular de combustão interna de queima limpa, tal como um motor a diesel, um motor de gasolina de queima limpa ou um motor alimentado por gás de petróleo líquido ou gás natural.

[00059] De acordo com outro aspecto, a invenção provê um sistema de escape para um motor veicular de combustão interna de queima limpa, cujo sistema compreendendo um conduto para efetuar um gás de escape fluente, uma fonte de redutor nitrogenoso, e um catalisador de peneira molecular descrito aqui. O sistema pode incluir meios, quando em uso, para controlar os meios de medição de modo que o redutor nitrogenoso é medido no gás de

escape fluente apenas quando é determinado que o catalisador de peneira molecular é capaz de catalisar redução de NO_x em ou acima de uma eficiência desejada, tal como acima 100°C, acima de 150°C ou acima de 175°C. A determinação pelos meios de controle pode ser assistida por uma ou mais entradas de sensor adequadas indicativas de uma condição do motor selecionada do grupo consistindo de: gás de escape temperatura, temperatura de leito de catalisador, posição de acelerador, fluxo de massa de gás de escape no sistema, vácuo de coletor, tempo de ignição, velocidade de motor, valor lambda do gás de escape, a quantidade de combustível injetada no motor, a posição da válvula de recirculação de gás de escape (EGR) e por meio disso a quantidade de EGR e pressão de propulsão.

[00060] Em uma forma de realização particular, medição é controlada em resposta a quantidade de óxidos de nitrogênio no gás de escape determinado quer diretamente (usando um sensor de NO_x adequado) ou indiretamente, tal como usando tabelas de consultas pré-correlacionadas ou armazenadas em mapas nos meios de controle--correlacionando qualquer um ou mais das entradas acima mencionadas indicativas de um condição do motor com teor de NO_x previsto do gás de escape. A medição do redutor nitrogenoso pode ser disposto tal que 60% a 200% de amônia teórica está presente em gás de escape entrando no catalisador SCR calculado a 1:1 NH_3/NO e 4:3 NH_3/NO_2 . Os meios de controle podem compreender um processador pré-programado tal como uma unidade de controle eletrônica (ECU).

[00061] Em outra forma de realização, um catalisador de oxidação para oxidar monóxido de nitrogênio no gás de escape a dióxido de nitrogênio pode ser localizado à montante de um ponto de medir o redutor nitrogenoso no gás de escape. Em uma forma de realização, o catalisador de oxidação é adaptado para render uma corrente de gás entrando no catalisador SCR de peneira molecular tendo uma razão de NO a NO_2 de cerca de 4:1 a cerca de 1:3 em

volume, por exemplo, em uma temperatura de gás de escape em entrada de catalisador de oxidação de 250 a 450°C. O catalisador de oxidação pode incluir pelo menos um metal de grupo platina (ou alguma combinação desses), tal como platina, paládio, ou ródio, revestido em um substrato de monólito de escoamento. Em uma forma de realização, o pelo menos um metal de grupo platina é platina, paládio ou uma combinação de ambas, platina e paládio. O metal de grupo platina pode ser suportado em um componente de material catalítico tipo revestimento reativo de área de superfície elevada tal como alumina, uma peneira molecular tal como uma peneira molecular de aluminossilicato, sílica, sílica alumina não zeólito, céria, zircônia, titânia ou um óxido misturado ou de compósito contendo ambos, céria e zircônia.

[00062] Em outro aspecto, há provido um motor veicular de queima limpa compreendendo um sistema de escape de acordo com a presente invenção. O motor veicular de combustão interna de queima limpa pode ser um motor a diesel, um motor de gasolina de queima limpa ou um motor alimentado por gás de petróleo líquido ou gás natural.

EXEMPLOS

[00063] Os seguintes exemplos não limitantes são dados para ainda ilustrar certos aspectos da invenção.

Exemplo 1: Preparação de filtro de SCR homogêneo e revestido em zonas

[00064] Dois filtros de fluxo por parede de carboneto de silício comercialmente disponível (NGK Insulators Ltd), com seção transversal 4,02 polegadas x 7,81 polegadas (10,2 cm x 19,8cm) e 6,85 polegadas (17,4 cm) em comprimento axial, tendo uma densidade celular de 300 células por 6,45 cm², espessura de parede de canal de 0,305 mm, porosidade de 52% e tamanho médio de poro de 23µm foram usados para investigar as propriedades de filtro revestido com SCR revestido de zona contra filtro revestido com SCR revestido homogeneamente. Ambos os filtros de fluxo por

parede foram revestido em uma carga global de 0,9g/in³ (54,92 kg/m³) com um material catalítico tipo ‘revestimento reativo’ compreendendo uma dispersão de zeólito de cobre (2,5% em peso de cobre) e alumina e material aglutinante de zircônia (18% dos sólidos de materiais catalíticos tipo ‘revestimento reativo’ totais).

[00065] Catalisador de SCR foi homogeneamente revestido por (1) aplicando 15% em peso de pasta fluida de sólidos a uma profundidade suficiente para revestir canais do substrato ao longo do comprimento axial completo do substrato da direção de saída. (2) então excesso de pasta fluida foi removido por vácuo, e (3) o filtro então secado em ar fluindo a 100°C. As etapas de processo (1) a (3) foram repetidas para a extremidade oposta do filtro de parede de fluxo e do filtro revestido com SCR foi queimado a 500°C por 1 hora. A carga de catalisador SCR final foi distribuída de modo homogêneo a 0,9g/in³ (54,92 kg/m³).

[00066] O filtro revestido com SCR revestido por zonas foi preparado por (1) aplicando 34% em peso de pasta fluida de sólidos a uma profundidade suficiente para revestir os canais do substrato juntamente com 40% do comprimento axial do substrato da direção de entrada. (2) então vácuo aplicado para remover excesso de material catalítico tipo revestimento reativo, e (3) o filtro secado em ar fluente a 100°C. (4) A 17% pasta fluida de sólidos então a uma profundidade suficiente para revestir os canais do substrato juntamente com 60% do comprimento axial do substrato da direção de saída. (5) Vácuo aplicado para remover excesso de material catalítico tipo revestimento reativo, seguido por (6) o filtro secado em ar fluente a 100°C e queimando a 500°C por 1 hora. Esse processo resultou em um filtro revestido em SCR revestido de zona, com a frente 40% de comprimento axial revestido para uma carga de 1,4g/in³ (85,43 kg/m³) e a traseira 60% comprimento axial revestido para uma carga de 0,56g/in³ (34,17 kg/m³).

Exemplo 2: Teste de desempenho

[00067] A taxa de aumento de contrapressão relativa a carregamento de fuligem para cada dos filtros de Exemplo 1 usando gás de escape de diesel contendo material particulado foram testados usando o gerador de particulado de diesel (DPG) e célula de teste descrita em Patente Européia 1850068 A1 e fabricada por Cambustion Ltd. Isto é, um aparelho para gerar e coletar material particulado derivado de combustão de um combustível contendo carbono líquido, cujo aparelho compreendendo um queimador de combustível compreendendo um bico, cujo bico é alojado em um recipiente, cujo recipiente compreendendo uma entrada de gás e uma saída de gás, referida saída de gás conectando com um conduto para transportar gás da saída de gás para atmosfera, meios para detectar uma taxa de fluxo de gás através da entrada de gás e meios para forçar um gás oxidante fluir da entrada de gás através do recipiente, a saída de gás e o conduto para atmosfera, uma estação para coletar material particulado de fluxo de gás através do conduto e meios para controlar o fluxo de gás-meios de forçar em resposta a uma taxa de fluxo de gás detectada na entrada de gás, por meio disso a taxa de fluxo de gás na entrada de gás é mantida em uma taxa desejada para prover combustão de combustível subestequiométrica dentro do recipiente, de modo a promover a formação de material particulado.

[00068] Os filtros foram ajustados cada por sua vez na estação com os canais de entrada pré-revestidos pelo fornecedor com camada de membrana disposta para receber gás de escape contendo particulado primeiro. O aparelho foi operado com bomba de átrio padrão combustível diesel contendo um máximo de 50 ppm enxofre. A unidade DPG foi operada com a taxa de fluxo de massa de gás de 250 kg/hora, uma taxa de geração de particulado de 10 g/h com um filtro de carboneto de silício filtro de particulado em linha mantido cerca de 240°C. Durante o carregamento de material particulado de cada filtro a contrapressão foi determinada por um sensor de pressão

diferencial e logado em um computador a cada 10 segundos.

[00069] Sistemas DOC e de filtro revestido com SCR usando os filtros em Exemplo 1 foram avaliados sobre ciclos MVEG simulados usando motos de 4 cilindros de 2L e um dinamômetro transiente.

[00070] Um forno Pt Pd de 1,25L envelhecido com DOC foi ajustado à montante de um filtro SiC de 2,5L de porosidade elevada revestido com um catalisador de filtro revestido com SCR envelhecido no motor. Um sistema de dosagem de uréia comercialmente disponível foi usado, com injeção de uréia para permitir uma mistura de comprimento de 25cm à montante do filtro revestido com SCR; temperatura de dosagem mínima foi 180C. Ciclos de MVEG repetidos foram executados.

[00071] Como pode ser visto dos dados das Figuras 5 e 6, o filtro revestido com SCR delimitado em zonas de acordo com a presente invenção oferece contrapressão substancialmente reduzida comparado a um filtro revestido com SCR não delimitado em zonas equivalente. Em adição, o filtro revestido com SCR delimitado em zonas provê desempenho de redução de NO_x muito melhorado.

REIVINDICAÇÕES

1. Artigo de catalisador, compreendendo:

a. um monólito de fluxo por parede (10) tendo uma face de entrada (12) e uma face de saída (13) e um eixo de fluxo de gás (17) a partir da face de entrada (12) para a face de saída (13);

b. uma primeira composição de catalisador SCR compreendendo um material de peneira molecular em uma primeira concentração de peneira molecular e um metal trocado em uma primeira concentração de metal, em que o primeiro catalisador SCR é disposto em uma primeira zona (20); e,

c. uma segunda composição de catalisador SCR compreendendo o material de peneira molecular em uma concentração que é pelo menos 20% menor do que a primeira concentração de peneira molecular, e compreendendo o metal trocado na primeira concentração de metal, em que o segundo catalisador SCR é disposto em uma segunda zona (22);

caracterizado pelo fato de que a primeira zona (20) e a segunda zona (22) são dispostas dentro de uma porção do monólito de fluxo por parede (10) e em série ao longo do eixo (17), e em que a primeira zona (20) é disposta proximal à face de entrada (12), e a segunda zona (22) é disposta proximal à face de saída (13).

2. Artigo de catalisador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a peneira molecular é um zeólito tendo um arcabouço selecionado do grupo consistindo de BEA, MFI, CHA, ERI, e LEV e o metal trocado é selecionado dentre cobre e ferro.

3. Artigo de catalisador de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a primeira concentração de peneira é de 30,51 a 152,56 kg/m³ (0,5 a 2,5 g/in³).

4. Artigo de catalisador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o metal trocado é cobre ou

ferro.

5. Artigo de catalisador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a primeira concentração de metal é de 0,353 a 17,66 kg/m³ (10 a 500 g/pé³).

6. Artigo de catalisador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o monólito de fluxo por parede (10) tem um tamanho de poro de pelo menos 10 micrometros e uma porosidade de pelo menos 50%.

7. Artigo de catalisador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a primeira zona (20) e a segunda zona (22) são adjacentes.

8. Artigo de catalisador de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a primeira zona (20) está disposta em 25 a 75% da distância entre a face de entrada (12) e a face de saída (13).

9. Artigo de catalisador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma ou mais zonas intermediárias dispostas entre a primeira e a segunda zonas (20, 22) e em série ao longo do eixo, onde cada uma das zonas intermediárias compreende uma composição de catalisador SCR tendo a peneira molecular em diferentes concentrações e o metal trocado na primeira concentração, e em que as zonas intermediárias são dispostas para formar um gradiente de concentração de peneira molecular tendo uma extremidade de concentração elevada e uma extremidade de concentração baixa com a extremidade de concentração elevada estando mais próxima da face de entrada relativa à extremidade de concentração baixa.

10. Artigo de catalisador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que é utilizado para reduzir NO_x em um gás de escape.

11. Sistema de tratamento de gás de escape de motor,

caracterizado pelo fato de compreender:

- a. um artigo de catalisador como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9; e,
- b. uma fonte de amônia ou uréia à montante do artigo de catalisador.

FIGURA 1
(Técnica anterior)

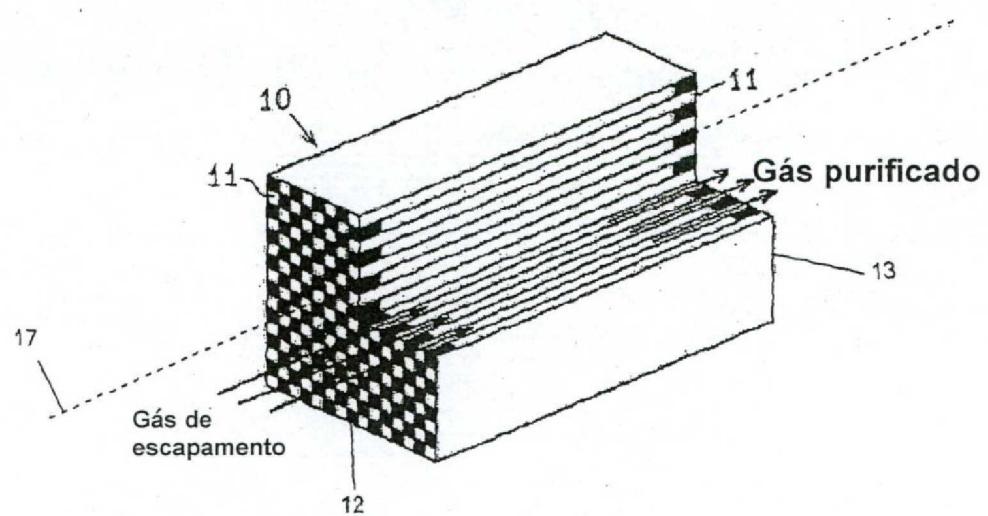


FIGURA 1B
(Técnica anterior)

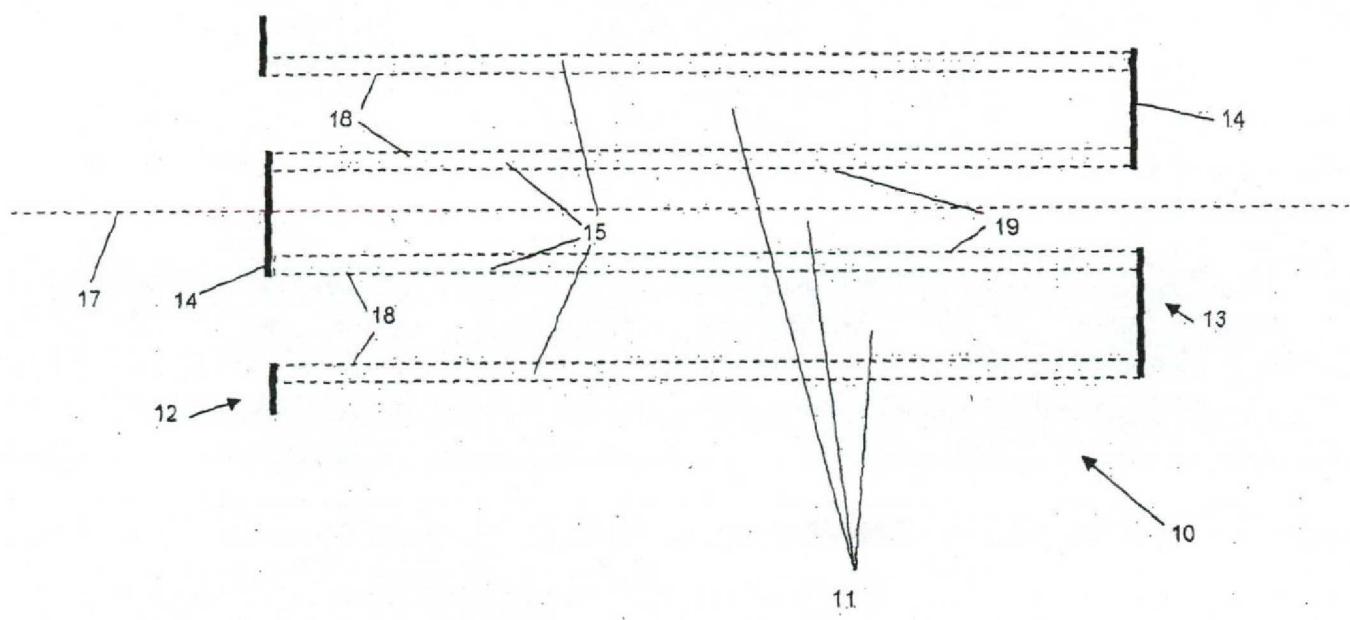


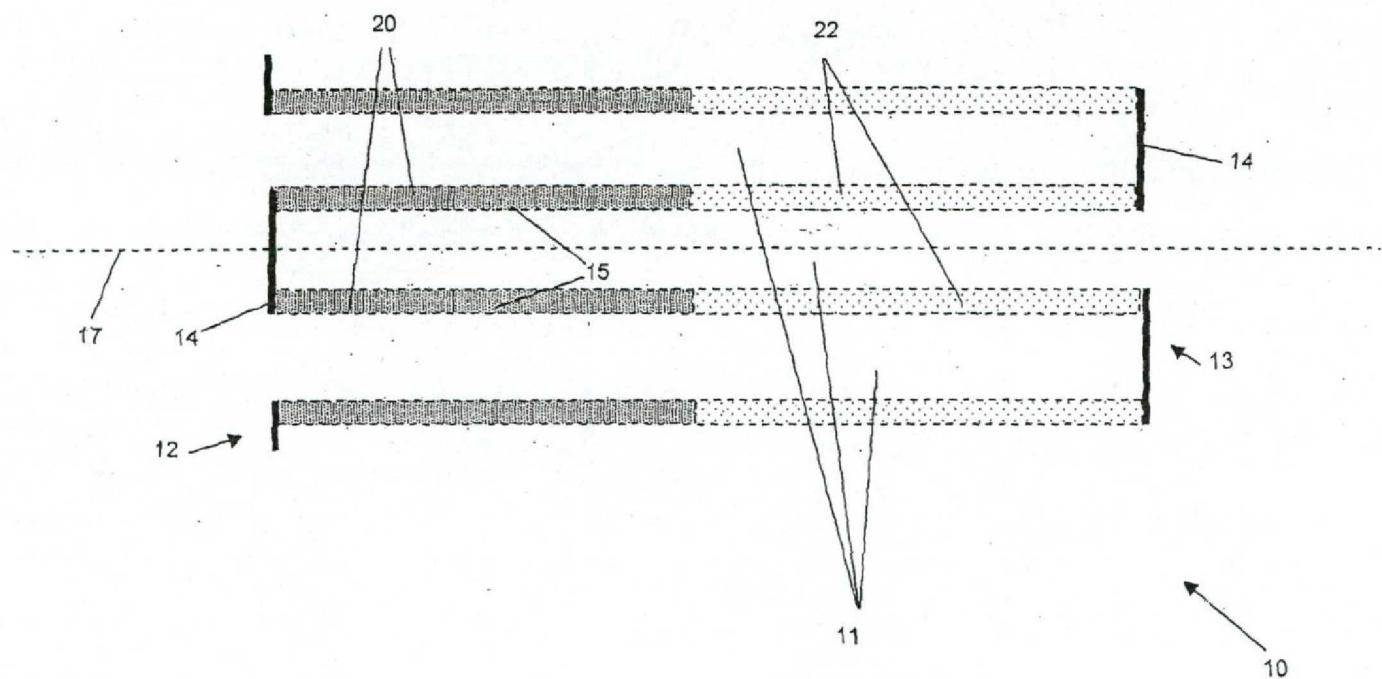
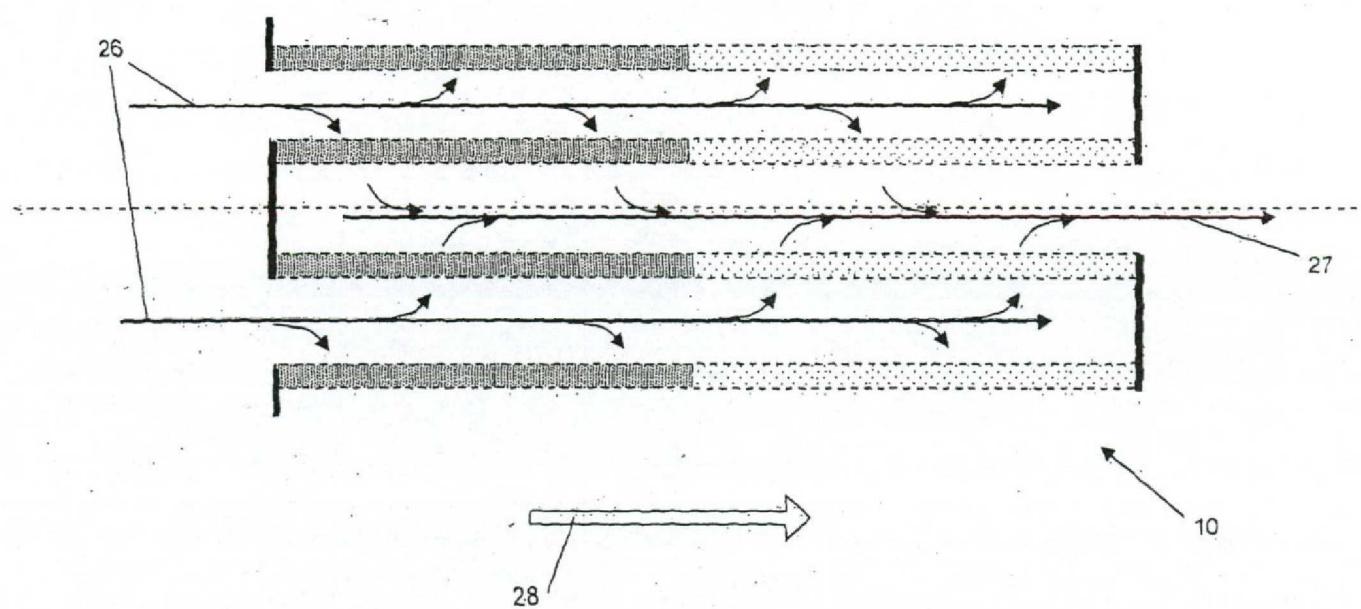
Figura 2A**Figura 2B**

Figura 3

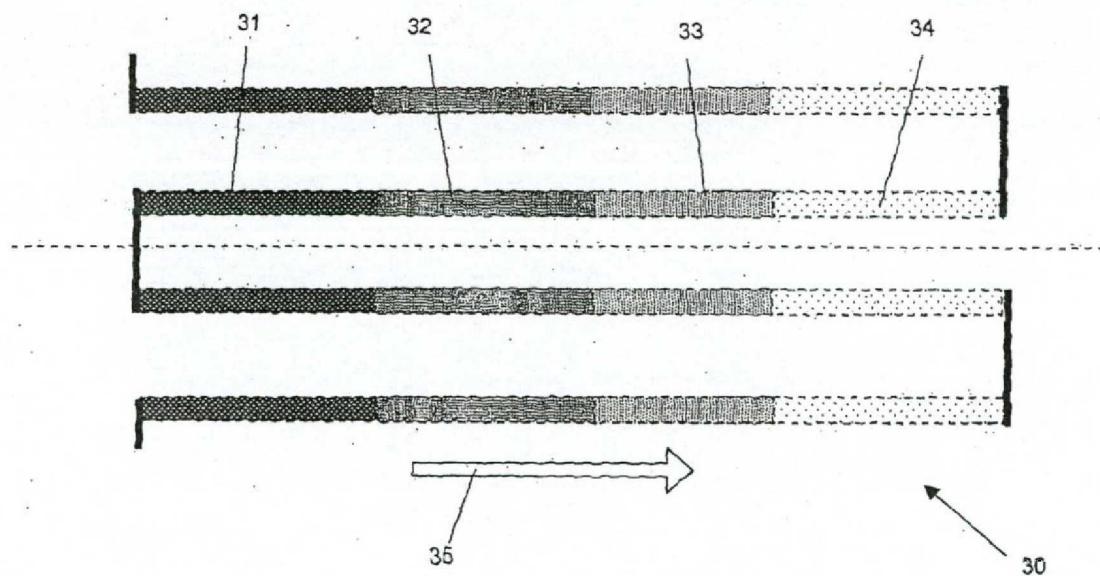


Figura 4

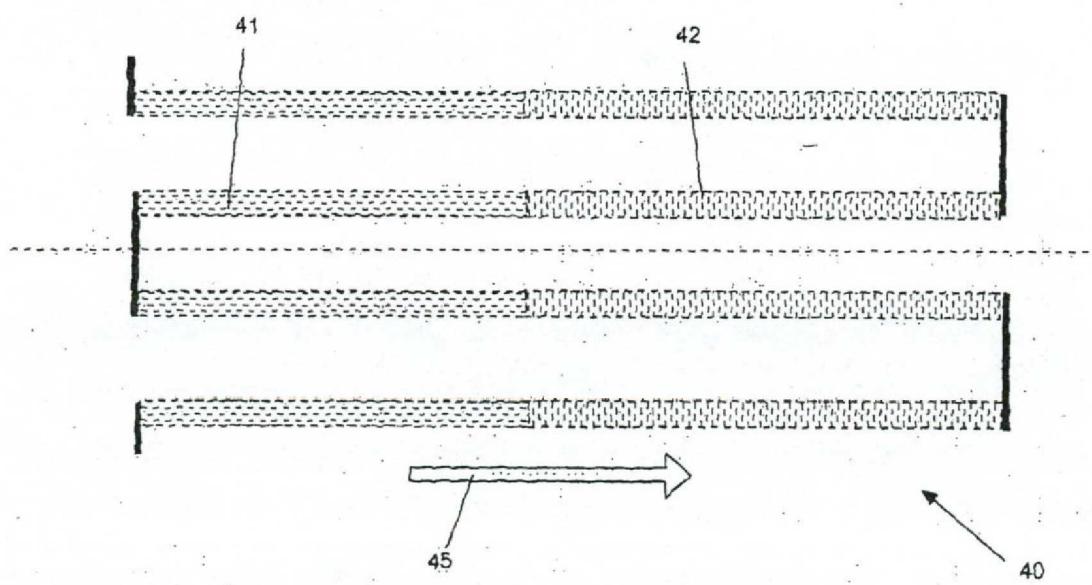
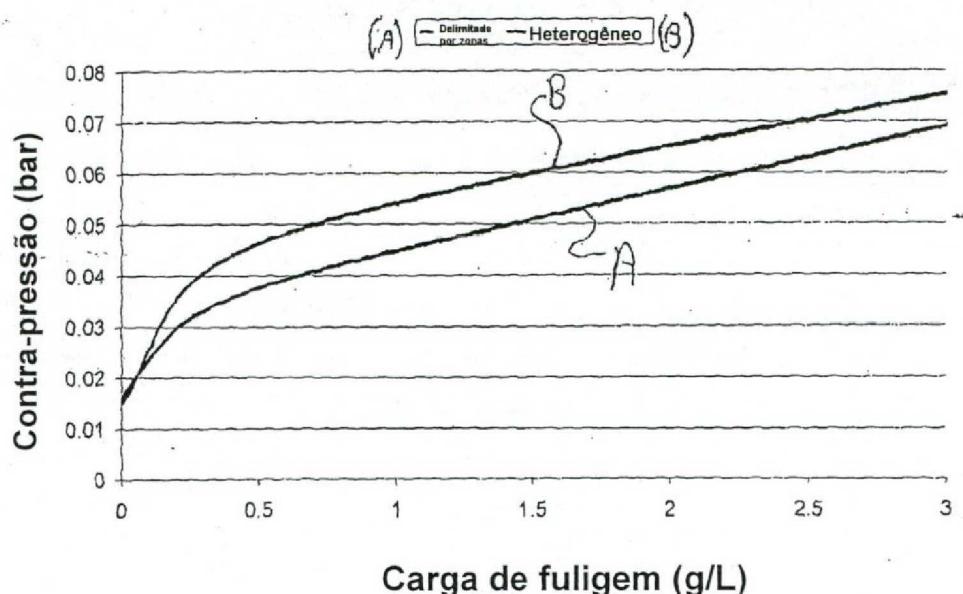


Figura 5**Contra-pressão carregada com fuligem**

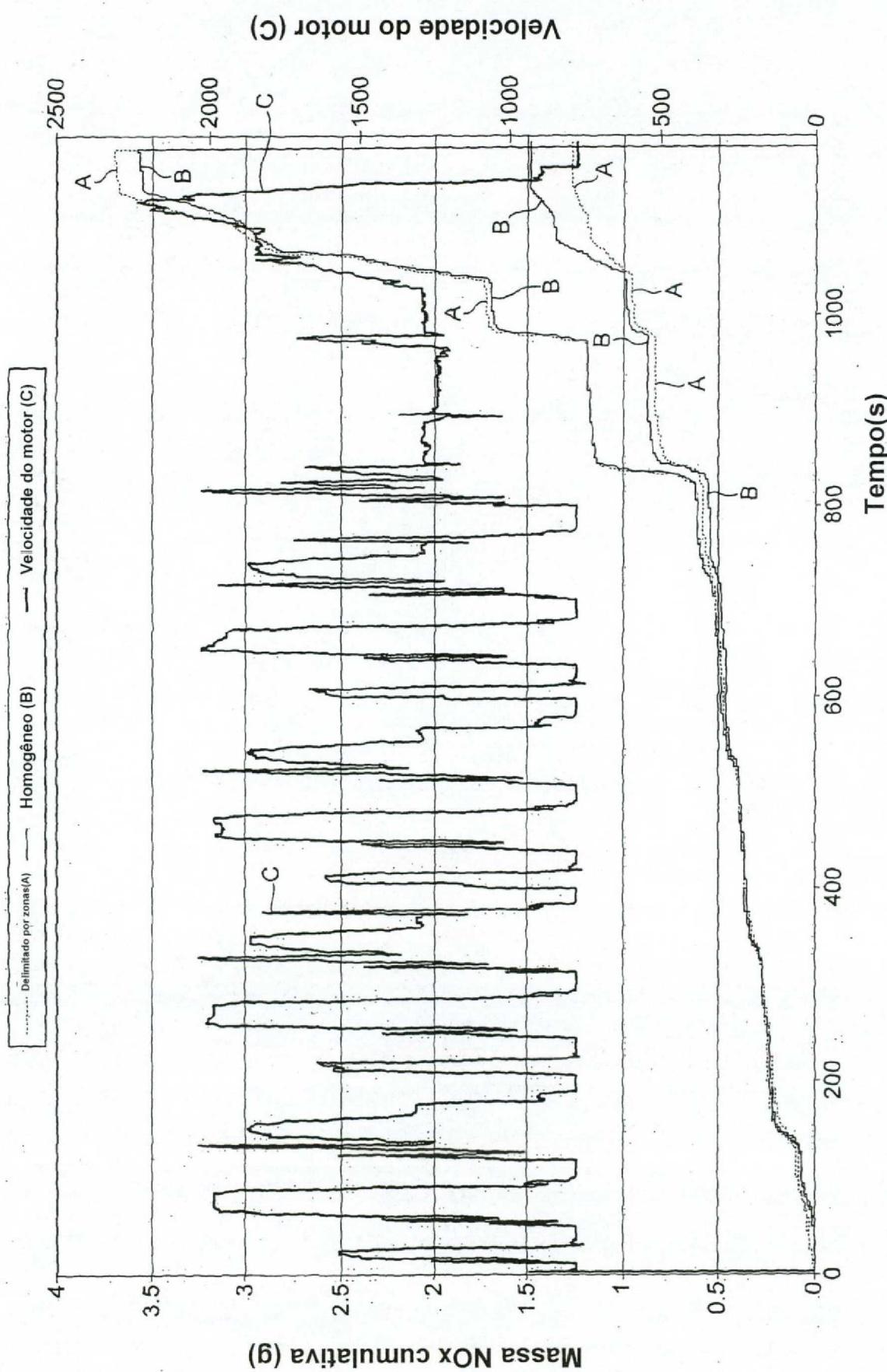


Figura 6