



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

(11) BR 112016001927-0 B1



(22) Data do Depósito: 29/07/2014

(45) Data de Concessão: 21/12/2021

(54) Título: CATALISADOR DE OXIDAÇÃO PARA TRATAR UM GÁS DE ESCAPE DE UM MOTOR A DIESEL, SISTEMA DE ESCAPE, E, VEÍCULO

(51) Int.Cl.: B01D 53/94.

(30) Prioridade Unionista: 06/09/2013 GB 1315892.8; 12/09/2013 GB 1316278.9; 31/07/2013 US 61/860,608.

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

(72) Inventor(es): PENELOPE MARKATOU; YARITZA LOPEZ-DE JESUS; WASSIM KLINK; KIERAN COLE; COLIN NEWMAN; ROBERT HANLEY; YOSHIHITO HASHIMOTO; MASAHITO SHIBATA.

(86) Pedido PCT: PCT GB2014052313 de 29/07/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/015182 de 05/02/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/01/2016

(57) Resumo: CATALISADOR DE OXIDAÇÃO PARA TRATAR UM GÁS DE ESCAPE DE UM MOTOR A DIESEL, SISTEMA DE ESCAPE, E, VEÍCULO. Um catalisador de oxidação é descrito para tratar um gás de escape de um motor a diesel, dito catalisador de oxidação compreende: um substrato; uma primeira região de revestimento reativo (1) disposta no substrato, em que a primeira região de revestimento reativo (1) compreende um primeiro metal do grupo da platina (metal do grupo da platina (PGM)) e um primeiro material de suporte; uma segunda região de revestimento reativo (2) adjacente à primeira região de revestimento reativo (1), em que a segunda região de revestimento reativo (2) compreende um segundo metal do grupo da platina (metal do grupo da platina (PGM)) e um segundo material de suporte; uma terceira região de revestimento reativo (3) disposta no substrato, em que a terceira região de revestimento reativo (3) compreende um terceiro metal do grupo da platina (metal do grupo da platina (PGM)) e um terceiro material de suporte; e em que tanto: (i) a terceira região de revestimento reativo (3) é adjacente com a segunda região de revestimento reativo (2); quanto (ii) a segunda região de revestimento reativo (2) é disposta ou suportada na terceira região de revestimento reativo (3).

“CATALISADOR DE OXIDAÇÃO PARA TRATAR UM GÁS DE ESCAPE DE UM MOTOR A DIESEL, SISTEMA DE ESCAPE, E, VEÍCULO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A invenção se refere a um catalisador de oxidação para um motor a diesel, a seus usos e a um método de sua produção. A invenção também se refere a métodos que envolvem o catalisador de oxidação. A invenção provê adicionalmente um sistema de escape compreendendo o catalisador de oxidação, e a um veículo compreendendo o catalisador de oxidação ou o sistema de escape.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Motores a diesel (também referido como motores de ignição por compressão) produzem uma emissão de escape que em geral contém pelo menos quatro classes de poluente que são legislados contra por organizações intergovernamentais por todo o mundo: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não queimados (HCs), óxidos de nitrogênio (NOx) e matéria particulada (PM).

[003] Catalisadores de oxidação compreendendo metais do grupo da platina (PGMs) foram usados para tratar monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HCs), incluindo a fração de orgânicos voláteis (VOF) de matéria particulada (PM), nas emissões de escape produzidas por motores a diesel. Tais catalisadores tratam monóxido de carbono (CO) oxidando os mesmos para dióxido de carbono (CO₂), e tratam hidrocarbonetos (HCs) oxidando os mesmos para água (H₂O) e dióxido de carbono (CO₂). Alguns metais do grupo da platina, particularmente quando suportados em um óxido refratário, também podem promover a oxidação de óxido nítrico (NO) para dióxido de nitrogênio (NO₂).

[004] Como padrões de emissões para emissão permissível de

poluentes a partir de motores a diesel, particularmente motores veiculares, se tornam progressivamente rígidos, existe uma necessidade para prover sistemas de escape melhorados que são capazes de satisfazer estes padrões e que possuem bom custo-benefício. É desejável prover um catalisador de oxidação que possui excelente atividade para CO e HCs, e que não é envenenado prontamente por enxofre no combustível de diesel. É importante que o catalisador de oxidação trabalhe em conjunto com outros dispositivos de controle de emissões, particularmente como parte de um sistema de escape para maximizar a redução global em poluentes produzida por um motor a diesel.

[005] Metais do grupo da platina (PGMs) são metais caros. Fabricantes de catalisador estão sob pressão para maximizar a efetividade de qualquer PGM que está incluído em um catalisador de oxidação para minimizar o seu custo de material. O método de produção do catalisador de oxidação também é importante já que existe um custo de fabricação associado com cada etapa de aplicação de um revestimento reativo a um substrato e para as subsequentes etapas de secagem e calcinação.

[006] Nosso pedido anterior WO 2007/077462 descreve um sistema de escape para um motor de combustão interna de queima pobre compreendendo um catalisador para oxidar monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HCs), onde o catalisador compreende uma primeira zona de revestimento reativo contendo pelo menos um PGM, primeira zona de revestimento reativo a qual é definida em uma extremidade a montante por uma extremidade de entrada de um monólito de substrato e em uma extremidade a jusante por um ponto menos do que metade do caminho ao longo de um comprimento do monólito de substrato medido a partir da extremidade de entrada; uma segunda zona de revestimento reativo contendo pelo menos um PGM, segunda zona de revestimento reativo a qual compreende o ponto metade do caminho ao longo do comprimento de

monólito de substrato medido a partir da extremidade de entrada; e uma terceira zona de revestimento reativo contendo pelo menos um PGM, terceira zona de revestimento reativo a qual é definida em uma extremidade a jusante por uma extremidade de saída do monólito de substrato e em uma extremidade a montante por um ponto na maior parte de três quartos do caminho ao longo do comprimento de monólito de substrato a partir da extremidade de entrada, em que tanto o carregamento de PGM na primeira zona de revestimento reativo quanto o carregamento de PGM na terceira zona de revestimento reativo é maior do que o carregamento de PGM na segunda zona de revestimento reativo e em que a primeira zona de revestimento reativo compreende um carregamento de revestimento reativo que é menor do que um carregamento de revestimento reativo da terceira zona de revestimento reativo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[007] Os inventores criaram um catalisador de oxidação tendo um arranjo que pode ser fabricado de uma maneira com bom custo-benefício e que maximiza a efetividade dos seus PGMs de componente. O catalisador de oxidação provê excelente atividade de oxidação de CO e HC, e é tolerante a enxofre em combustível de diesel e seus óxidos. O catalisador de oxidação também mostra boa atividade para oxidar óxido nítrico (NO) para dióxido de nitrogênio (NO₂).

[008] A invenção provê um catalisador de oxidação para tratar um gás de escape de um motor a diesel, catalisador de oxidação o qual compreende:

um substrato;

uma primeira região de revestimento reativo disposta ou suportada no substrato, em que a primeira região de revestimento reativo compreende um primeiro metal do grupo da platina (PGM) e um primeiro material de suporte;

uma segunda região de revestimento reativo adjacente à primeira região de revestimento reativo, em que a segunda região de revestimento reativo compreende um segundo metal do grupo da platina (PGM) e um segundo material de suporte;

uma terceira região de revestimento reativo disposta ou suportada no substrato, em que a terceira região de revestimento reativo compreende um terceiro metal do grupo da platina (PGM) e um terceiro material de suporte; e em que tanto:

(i) a terceira região de revestimento reativo é adjacente com a segunda região de revestimento reativo; quanto

(ii) a segunda região de revestimento reativo é disposta ou suportada na terceira região de revestimento reativo.

[009] Quando a segunda e a terceira regiões de revestimento reativo são arranjadas como descrito em (i) ou (ii), gás de escape que entra no catalisador de oxidação vai primeiramente entrar em contato com a segunda região de revestimento reativo antes da terceira região de revestimento reativo. Este arranjo no catalisador de oxidação da invenção pode ser usado para prover boa tolerância ao envenenamento por enxofre em combustível de diesel e para otimizar a oxidação de óxido nítrico (NO) para dióxido de nitrogênio (NO₂). Em particular, a atividade de oxidação do catalisador para HCs pode ser mantida, mesmo após alguma sulfatação ter ocorrido.

[0010] A invenção também provê um sistema de escape para um motor a diesel. O sistema de escape compreende um catalisador de oxidação da invenção e um dispositivo de controle de emissões.

[0011] A oxidação de óxido nítrico (NO) para dióxido de nitrogênio (NO₂) pelo catalisador de oxidação pode ser importante para a remoção global de poluentes por um sistema de escape. A razão de NO₂ para NO em um gás de escape pode afetar a regeneração ativa ou passiva de um dispositivo de controle de emissões que compreende um substrato de filtração (por exemplo,

filtro de particulado de diesel (DPF), filtro de fuligem catalisado (CSF), filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM)). NO_2 em um gás de escape pode ajudar na oxidação de matéria particulada (PM) coletada por um substrato de filtração de um dispositivo de controle de emissões a jusante. O catalisador de oxidação da invenção é particularmente adequado para o uso na regeneração ativa de um dispositivo de controle de emissões compreendendo um substrato de filtração.

[0012] A quantidade de NO_2 em um gás de escape também pode afetar o desempenho de um dispositivo de controle de emissões que está a jusante do catalisador de oxidação. Catalisadores de redução catalítica seletiva (SCR) e catalisadores de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM) para tratar NO_x (por exemplo, $\text{NO}_2 + \text{NO}$) geralmente necessitam da razão de NO_2 para NO no gás de entrada para estar dentro de uma faixa específica para desempenho catalítico ideal. A proporção de NO_2 ideal de NO_x tipicamente depende do tipo de composição usada no catalisador de SCR ou de SCRFTM. O catalisador de oxidação da invenção pode ser usado com um catalisador de SCR ou SCRFTM, particularmente um catalisador de SCR ou SCRFTM compreendendo uma zeólita de troca de cobre.

[0013] A invenção se refere adicionalmente a um veículo. O veículo compreende um motor a diesel e qualquer um de um catalisador de oxidação da invenção ou de um sistema de escape da invenção.

[0014] A invenção provê adicionalmente métodos de produção de um catalisador de oxidação da invenção.

[0015] Em um primeiro aspecto do método de produção do catalisador de oxidação, o método compreende:

(i) revestir um substrato com um primeiro revestimento reativo de comprimento L_1 , em que o substrato possui um comprimento axial L e L_1 é menor do que ou igual ao comprimento axial L (por exemplo, $L_1 \leq L$); então

(ii) revestir o substrato com um segundo revestimento reativo de comprimento L_2 , em que L_2 é menor do que ou igual ao comprimento axial L (por exemplo, $L_2 \leq L$);

(iii) secar o primeiro revestimento reativo e o segundo revestimento reativo no substrato;

(iv) impregnar pelo menos um do primeiro revestimento reativo e do segundo revestimento reativo com um metal do grupo da platina para um comprimento L_3 , em que L_3 é menor do que o comprimento axial L (por exemplo, $L_3 < L$); e

(v) calcinar o substrato revestido com o primeiro revestimento reativo, o segundo revestimento reativo e o metal do grupo da platina impregnado.

[0016] Em um segundo aspecto do método de produção do catalisador de oxidação, o método compreende:

(i) revestir um substrato a partir de uma primeira extremidade com um primeiro revestimento reativo de comprimento L_1 , em que o substrato possui um comprimento axial L e L_1 é menor do que o comprimento axial L (por exemplo, $L_1 < L$); então

(ii) revestir o substrato a partir de uma segunda extremidade com um segundo revestimento reativo de comprimento L_2 , em que L_2 é maior do que a diferença entre L e L_1 (por exemplo, $L_2 > L - L_1$); e

(iii) calcinar o substrato revestido com o primeiro revestimento reativo e o segundo revestimento reativo.

[0017] Outro aspecto da invenção se refere a um método de tratamento de um gás de escape de um motor a diesel. O método compreende contactar o gás de escape com um catalisador de oxidação da invenção. O método de tratamento de um gás de escape de um motor a diesel é um método de tratamento de (por exemplo, oxidação) monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HCs) em um gás de escape de um motor a diesel, tal como

oxidando monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HCs) e óxido nítrico (NO). Tipicamente, o gás de escape tratado então é passado para um dispositivo de controle de emissões (isto é, dispositivo de controle de emissões a jusante). Este aspecto da invenção também se refere ao uso de um catalisador de oxidação da invenção para tratar um gás de escape de um motor a diesel, opcionalmente em combinação com um dispositivo de controle de emissões.

[0018] A invenção também provê um método de modulação do teor de óxidos de nitrogênio (NO_x) em um gás de escape de um motor a diesel para um dispositivo de controle de emissões, método que compreende: (a) controlar o teor de NO_x de um gás de escape contactando o gás de escape com um catalisador de oxidação da invenção para produzir um gás de escape tratado; e (b) passar o gás de escape tratado para um dispositivo de controle de emissões. Este aspecto da invenção também se refere ao uso de um catalisador de oxidação da invenção para modular o teor de óxidos de nitrogênio (NO_x) em um gás de escape de um motor a diesel para um dispositivo de controle de emissões (isto é, dispositivo de controle de emissões a jusante).

[0019] Outro aspecto da invenção se refere ao uso de um catalisador de oxidação da invenção na regeneração de um dispositivo de controle de emissões tendo um substrato de filtração. O catalisador de oxidação pode ser usado na regeneração ativa ou passiva do dispositivo de controle de emissões.

BREVE DESCRIÇÃO OS DESENHOS

[0020] As Figuras 1 a 4 são representações de catalisadores de oxidação da invenção.

[0021] A Figura 1 mostra um catalisador de oxidação compreendendo uma primeira região de revestimento reativo (1), uma segunda região de revestimento reativo (2) adjacente à primeira região de revestimento reativo (1), e uma terceira região de revestimento reativo (3) adjacente à segunda

região de revestimento reativo (2), que são dispostas em um substrato (5). A Figura 1 também provê uma representação esquemática dos catalisadores de oxidação mostrados nas Figuras 3 e 4.

[0022] A Figura 2 mostra um catalisador de oxidação compreendendo uma primeira região de revestimento reativo (1), uma segunda região de revestimento reativo (2) e uma terceira região de revestimento reativo (3). A primeira região de revestimento reativo é disposta diretamente em um substrato (5). A segunda região de revestimento reativo é disposta na terceira região de revestimento reativo. Tanto a segunda região de revestimento reativo quanto a terceira região de revestimento reativo são adjacentes à primeira região de revestimento reativo.

[0023] As Figuras 3 e 4 mostram catalisadores de oxidação onde uma segunda região de revestimento reativo (2) é a região de sobreposição entre duas camadas de revestimento reativo (6 e 7) que são dispostas em um substrato (5). Na Figura 3, uma extremidade da camada de revestimento reativo (6) que forma uma primeira região de revestimento reativo (1) sobrepõe uma extremidade de uma camada de revestimento reativo (7) que forma uma terceira região de revestimento reativo (3). Na Figura 4, uma extremidade de uma extremidade da camada de revestimento reativo (6) que forma uma primeira região de revestimento reativo (1) é sobreposta por uma extremidade de uma camada de revestimento reativo (7) que forma uma terceira região de revestimento reativo (3).

[0024] A Figura 5 é um gráfico mostrando o % de teor de NO_2 de NO_x a partir da oxidação de NO por DOC de Referência (\square) e DOC Zoneado (\blacktriangle) em várias temperaturas.

[0025] As Figuras 6 e 7 mostram os resultados de testes de arrefecimento realizados no DOC de Referência e no DOC Zoneado respectivamente.

[0026] As Figuras 8 e 9 são histogramas mostrando a quantidade de

fuga de HC para o DOC de Referência e DOC Zoneado.

[0027] A Figura 10 é um histograma mostrando o % de teor de NO₂ de NO_x a partir da oxidação de NO após o DOC de Referência e DOC Zoneado foram expostos para enxofre em combustível de diesel.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0028] Tipicamente, o catalisador de oxidação compreende uma quantidade total em massa de componente de metal do grupo da platina (PGM) de 2,0 a 8,0 g. A quantidade total de componente de PGM que é usado depende, dentre outras coisas, do tamanho do substrato e a aplicação intencionada do catalisador de oxidação.

[0029] Em geral, o catalisador de oxidação compreende uma razão da massa total de platina para a massa total de paládio de 3:1 a 1:3 (por exemplo, 2:1 a 1:2), tal como 1,5:1 a 1:1,5. É preferido que a massa total de platina seja maior do que a massa total de paládio. Preferivelmente, a razão de massa total de platina para a massa total de paládio é 3:1 a 1,1:1 (por exemplo, 2,5:1 a 7:6), tal como 2:1 a 1,25:1.

[0030] O catalisador de oxidação em geral possui um carregamento total de metal do grupo da platina de 714 a 7.140 g/m³ (20 a 200 g/ft³), preferivelmente 892,5 a 6.247,5 g/m³ (25 a 175 g/ft³), e mais preferivelmente 1.071 a 5.712 g/m³ (30 a 160 g/ft³).

[0031] Como mostrado esquematicamente nas Figuras, o catalisador de oxidação da invenção compreende um substrato (5); uma primeira região de revestimento reativo (1) disposta no substrato (5); uma segunda região de revestimento reativo (2) adjacente à primeira região de revestimento reativo (1); e uma terceira região de revestimento reativo (3) disposta no substrato (5). A terceira região de revestimento reativo (3) pode ser adjacente à segunda região de revestimento reativo (2) (ver a Figura 1) ou a segunda região de revestimento reativo (2) pode ser disposta na terceira região de revestimento reativo (3) (ver a Figura 2). A segunda região de revestimento reativo (2) é

adjacente à primeira região de revestimento reativo (1) no substrato (por exemplo, a segunda região de revestimento reativo é disposta próxima da primeira região de revestimento reativo ao longo do comprimento do substrato). Para evitar dúvida, a primeira região de revestimento reativo (1), a segunda região de revestimento reativo (2) e a terceira região de revestimento reativo (3) são suportadas no mesmo substrato.

[0032] O catalisador de oxidação pode compreender uma camada de revestimento reativo subjacente disposta (por exemplo, diretamente disposta ou suportada) no substrato. A primeira região de revestimento reativo e a terceira região de revestimento reativo podem ser diretamente dispostas ou suportadas na camada de revestimento reativo subjacente. Quando o catalisador de oxidação possui um arranjo onde (i) a terceira região de revestimento reativo é adjacente com a segunda região de revestimento reativo, então a segunda região de revestimento reativo pode ser diretamente disposta ou suportada na camada de revestimento reativo subjacente.

[0033] A camada de revestimento reativo subjacente tipicamente possui um comprimento de pelo menos 90% do comprimento do substrato, tal como 95 a 100% do comprimento do substrato. É preferido que a camada de revestimento reativo subjacente possua um comprimento que é o mesmo que o comprimento do substrato.

[0034] No entanto, a primeira região de revestimento reativo, em geral, é diretamente disposta (isto é, diretamente suportada) no substrato. Isto quer dizer que a primeira região de revestimento reativo está em contato com uma superfície do substrato. É preferido que não exista região de revestimento reativo intermediária (por exemplo, a camada de revestimento reativo subjacente) entre uma superfície do substrato e a primeira região de revestimento reativo. Mais preferivelmente, não existe região de revestimento reativo intermediária (por exemplo, a camada de revestimento reativo subjacente) entre uma superfície do substrato e a primeira região de

revestimento reativo e a terceira região de revestimento reativo (e também a segunda região de revestimento reativo quando o catalisador de oxidação possui um arranjo onde (i) a terceira região de revestimento reativo é adjacente com a segunda região de revestimento reativo).

[0035] A primeira região de revestimento reativo tipicamente está a montante da segunda região de revestimento reativo (isto é, a primeira região de revestimento reativo está mais próxima de uma extremidade de entrada do substrato do que a segunda região de revestimento reativo é para extremidade de entrada). O gás de escape que entra no catalisador de oxidação vai entrar em contato com a primeira região de revestimento reativo antes de entrar em contato com a segunda região de revestimento reativo. É preferido que a primeira região de revestimento reativo esteja a montante tanto da segunda região de revestimento reativo quanto da terceira região de revestimento reativo.

[0036] A primeira região de revestimento reativo do catalisador de oxidação da invenção é para iniciar a oxidação de hidrocarbonetos (HCs) e/ou monóxido de carbono (CO) no gás de escape, particularmente hidrocarbonetos (HCs). Assim, a primeira região de revestimento reativo possui uma baixa temperatura de ignição de HC e/ou temperatura de ignição de CO (por exemplo, uma baixa T50 de HC e/ou uma baixa T50 de CO). A atividade da primeira região de revestimento reativo é vantajosa para temperaturas de gás de escape relativamente baixas, tal como brevemente após começar um motor a diesel. As oxidações de HC e/ou CO pela primeira região de revestimento reativo gera uma exoterma, que pode aumentar a temperatura do gás de escape e o corpo do catalisador até uma temperatura que está ideal para a catálise pela segunda e pela terceira regiões de revestimento reativo.

[0037] Em geral, a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo. A

primeira camada de revestimento reativo pode ser diretamente disposta (isto é, diretamente suportada) no substrato.

[0038] A primeira região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma primeira zona de revestimento reativo. A primeira zona de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo. Assim, a primeira zona de revestimento reativo compreende, ou consiste em todo o comprimento ou o comprimento completo da primeira camada de revestimento reativo.

[0039] A primeira zona de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo, em que a quarta camada de revestimento reativo é disposta na primeira camada de revestimento reativo. Assim, a primeira zona de revestimento reativo compreende, ou consiste em todo o comprimento ou o comprimento completo da primeira camada de revestimento reativo e todo o comprimento ou o comprimento completo da quarta camada de revestimento reativo.

[0040] A primeira região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma parte ou porção da primeira camada de revestimento reativo (ver (1) e (6) nas Figuras 3 e 4). A parte da primeira camada de revestimento reativo é um comprimento da parte (por exemplo, não todo o comprimento ou o comprimento completo) da primeira camada de revestimento reativo.

[0041] Quando a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma parte da primeira camada de revestimento reativo, então tipicamente existe uma sobreposição entre a primeira camada de revestimento reativo e uma terceira camada de revestimento reativo (por exemplo, a terceira camada de revestimento reativo como definido abaixo).

[0042] Adicionalmente ou alternativamente, quando a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma parte da primeira

camada de revestimento reativo, então a primeira região de revestimento reativo ou a parte da primeira camada de revestimento reativo pode compreender uma zona de PGM. A parte da primeira camada de revestimento reativo (isto é, que forma a primeira região de revestimento reativo) pode compreender, ou consiste em uma zona de PGM e uma parte ou porção adjacente da primeira camada de revestimento reativo (isto é, a parte ou porção da primeira camada de revestimento reativo é adjacente com a zona de PGM no substrato). A zona de PGM pode ser preparada de acordo com o primeiro aspecto do método da invenção. A zona de PGM pode ser formulada para prover alta atividade de oxidação para hidrocarbonetos, tal como maior atividade do que o restante do catalisador de oxidação.

[0043] O comprimento da zona de PGM tipicamente é menor do que o comprimento da primeira região de revestimento reativo ou a parte da primeira camada de revestimento reativo (isto é, que forma a primeira região de revestimento reativo). Assim, a primeira região de revestimento reativo ou parte da primeira camada de revestimento reativo pode ser subdividida em uma zona de PGM e uma parte ou porção adjacente da primeira camada de revestimento reativo.

[0044] Em geral, a zona de PGM está na ou adjacente a uma extremidade de entrada do substrato. O PGM preferivelmente está a montante da adjacente parte ou porção da primeira camada de revestimento reativo.

[0045] A primeira região de revestimento reativo pode compreender uma primeira camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo, em que a quarta camada de revestimento reativo é disposta na primeira camada de revestimento reativo. Quando a primeira região de revestimento reativo compreende uma primeira camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo, então preferivelmente a primeira região de revestimento reativo compreende uma parte ou porção da primeira camada de revestimento reativo e uma parte ou

porção da quarta camada de revestimento reativo, em que a parte da quarta camada de revestimento reativo é disposta na parte da primeira camada de revestimento reativo. A parte da primeira camada de revestimento reativo é um comprimento da parte (por exemplo, não todo o comprimento ou o comprimento completo) da primeira camada de revestimento reativo. A parte da quarta camada de revestimento reativo é um comprimento da parte (por exemplo, não todo o comprimento ou o comprimento completo) da quarta camada de revestimento reativo.

[0046] Em geral, a primeira região de revestimento reativo ou primeira zona de revestimento reativo possui um comprimento que é menor do que o comprimento (isto é, comprimento axial L) do substrato. É preferido que a primeira região de revestimento reativo ou primeira zona de revestimento reativo possua um comprimento de pelo menos 5% do comprimento do substrato. A primeira região de revestimento reativo ou primeira zona de revestimento reativo tipicamente possui um comprimento de 10 a 80% do comprimento do substrato, preferivelmente 20 a 70%, mais preferivelmente 30 a 60% do comprimento do substrato, tal como 40 a 60% do comprimento do substrato.

[0047] Em geral é preferido que a primeira região de revestimento reativo ou primeira zona de revestimento reativo seja menor do que ou igual a 50% do comprimento do substrato, preferivelmente menor do que 50% do comprimento do substrato, mais preferivelmente menor do que 30% do comprimento do substrato. Assim, a primeira região de revestimento reativo ou primeira zona de revestimento reativo preferivelmente possui um comprimento de 10 a 50% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 15 a 45% do comprimento do substrato, tal como 20 a 40% do comprimento do substrato, e ainda mais preferivelmente 25 a 35% do comprimento do substrato.

[0048] Quando a primeira região de revestimento reativo ou a parte da

primeira camada de revestimento reativo compreende uma zona de PGM, então o comprimento da zona de PGM é tipicamente 1 a 25% do comprimento do substrato, preferivelmente 2,5 a 20% do comprimento do substrato (por exemplo, 2,5 a 7,5% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 5 a 15% do comprimento do substrato (por exemplo, 5 a 10% do comprimento do substrato)).

[0049] A zona de PGM pode ter um comprimento de 0,5 a 2 polegadas (12,7 a 50,81 mm). É preferido que a zona de PGM possua um comprimento de 12,7 a 44,45 mm (0,5 a 1,75 polegadas), tal como 12,7 a 38,1 mm (0,5 a 1,5 polegadas) ou 15,24 a 44,45 mm (0,6 a 1,75 polegadas), mais preferivelmente 19,05 a 31,75 mm (0,75 a 1,25 polegadas). Tipicamente, a zona de PGM possui um comprimento de cerca de ou aproximadamente 1 polegada (2,54 cm).

[0050] Em geral, a primeira região de revestimento reativo ou a primeira zona de revestimento reativo é disposta na ou adjacente a uma extremidade de entrada do substrato.

[0051] A primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende um primeiro metal do grupo da platina (PGM). É preferido que o único PGM na primeira região de revestimento reativo seja o primeiro PGM.

[0052] O primeiro PGM é tipicamente selecionado a partir do grupo que consiste em platina, paládio e uma combinação de platina e paládio. O primeiro PGM pode ser platina (por exemplo, platina apenas). O primeiro PGM pode ser paládio (por exemplo, paládio apenas). O primeiro PGM pode ser uma combinação de platina e paládio (por exemplo, platina e paládio apenas).

[0053] Em geral, o carregamento total do primeiro PGM (por exemplo, da primeira região de revestimento reativo, zona ou camada) é maior do que o carregamento total do terceiro PGM (por exemplo, da terceira

região de revestimento reativo, zona ou camada).

[0054] A primeira região de revestimento reativo tipicamente possui um carregamento total do primeiro PGM de 178,5 a 10.710 g/m³ (5 a 300 g/ft³). Preferivelmente, o carregamento total do primeiro PGM é 357 a 8.925 g/m³ (10 a 250 g/ft³), mais preferivelmente 535,5 a 7.140 g/m³ (15 a 200 g/ft³) (por exemplo, 535,5 a 3.570 g/m³ (15 a 100 g/ft³)), ainda mais preferivelmente 714 a 5.355 g/m³ (20 a 150 g/ft³) (por exemplo, 714 a 2.677,5 g/m³ (20 a 75 g/ft³)) e ainda mais preferivelmente 892,5 a 3.570 g/m³ (25 a 100 g/ft³). Quando a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo ou uma primeira zona de revestimento reativo, então preferivelmente a primeira camada de revestimento reativo ou primeira zona de revestimento reativo possui um carregamento total do primeiro PGM de 178,5 a 10.710 g/m³ (5 a 300 g/ft³). Preferivelmente, o carregamento total do primeiro PGM é 357 a 8.925 g/m³ (10 a 250 g/ft³), mais preferivelmente 535,5 a 7.140 g/m³ (15 a 200 g/ft³) (por exemplo, 535,5 a 3.570 g/m³ (15 a 100 g/ft³)), ainda mais preferivelmente 714 a 5.355 g/m³ (20 a 150 g/ft³) (por exemplo, 714 a 2.677,5 g/m³ (20 a 75 g/ft³)) e ainda mais preferivelmente 892,5 a 3.570 g/m³ (25 a 100 g/ft³).

[0055] Quando o primeiro PGM é uma combinação de platina e paládio, então tipicamente a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende uma razão da massa total de platina para a massa total de paládio de 3,5:1 a 1:3,5 (por exemplo, 3:1 a 1:3), preferivelmente 2:1 a 1:2, e mais preferivelmente 1,5:1 a 1:1,5 (por exemplo, cerca de 1:1).

[0056] É preferido que quando o primeiro PGM seja uma combinação de platina e paládio então a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende uma massa total de platina que é maior do que ou igual a massa total de paládio (por exemplo, a razão de massa total de platina para a

massa total de paládio é $\geq 1:1$).

[0057] Atividade de ignição vantajosa pode ser obtida quando a massa total de platina é maior do que ou igual a massa total de paládio na primeira região de revestimento reativo. Mais preferivelmente, a razão de massa total de platina para a massa total de paládio é 3,5:1 a 1:1 (por exemplo, 3,5:1 a 1,1:1), preferivelmente 3:1 a 1,25:1, e mais preferivelmente 2,5:1 a 1,5:1.

[0058] Quando o primeiro PGM é paládio ou uma combinação de platina e paládio, então a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo pode compreender ouro. A primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo pode compreender uma liga de paládio-ouro (por exemplo, o paládio do primeiro metal do grupo da platina pode estar presente como uma liga com ouro). Catalisadores compreendendo ouro (Au) podem ser preparados usando o método descrito em WO 2012/120292.

[0059] Quando a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende ouro, tal como uma liga de paládio-ouro, então em geral a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende uma razão da massa total de paládio (Pd) para a massa total de ouro (Au) de 9:1 a 1:9, preferivelmente 5:1 a 1:5, e mais preferivelmente 2:1 a 1:2.

[0060] A zona de PGM tipicamente compreende um metal do grupo da platina (PGM) selecionado a partir do grupo que consiste em platina, paládio e uma combinação dos mesmos. A definição do primeiro PGM compreende o metal do grupo da platina (PGM) da zona de PGM.

[0061] A zona de PGM compreende uma quantidade total diferente (por exemplo, carregamento total) de PGM do que o restante da primeira região de revestimento reativo (isto é, a parte adjacente da primeira camada

de revestimento reativo). É preferido que a zona de PGM possua uma quantidade total (por exemplo, carregamento total) de PGM que é maior do que o restante da primeira região de revestimento reativo.

[0062] É preferido que o carregamento total de platina (Pt) na zona de PGM seja maior do que o carregamento total de platina (Pt) no restante da primeira região de revestimento reativo (isto é, a parte adjacente da primeira camada de revestimento reativo). Mais preferivelmente, o carregamento total de paládio (Pd) na zona de PGM é menor do que o carregamento total de paládio (Pd) no restante da primeira região de revestimento reativo (isto é, a parte adjacente da primeira camada de revestimento reativo).

[0063] Quando a zona de PGM compreende platina (Pt) e paládio (Pd), então tipicamente a razão de peso de platina (Pt) para paládio (Pd) é $\geq 1:1$. É preferido que a razão de peso de platina (Pt) para paládio (Pd) seja $\geq 1,1:1$, mais preferivelmente $\geq 1,25:1$, particularmente $\geq 1,5:1$, tal como $\geq 1,75:1$ (por exemplo, $\geq 2:1$), e ainda mais preferivelmente $\geq 2,5:1$ (por exemplo, $\geq 5:1$). Assim, a zona de PGM tipicamente compreende platina (Pt) e paládio (Pd) em uma razão de peso de 10:1 a 1:1 (por exemplo, 2:1 a 1,1:1 ou 7,5:1 a 5:1), mais preferivelmente 8:1 a 1,25:1 (por exemplo, 7:1 a 1,5:1), e ainda mais preferivelmente 6:1 a 2,5:1.

[0064] Tipicamente, o primeiro material de suporte compreende, ou consiste essencialmente em um óxido de metal refratário. Óxidos de metal refratários adequados para o uso como um material de suporte em um catalisador de oxidação para um motor a diesel são bem conhecidos na técnica. O óxido de metal refratário pode ser selecionado a partir do grupo que consiste em alumina, sílica, titânia, zircônia, céria e óxidos compostos ou mistos de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o óxido de metal refratário seja selecionado a partir de alumina, sílica e óxidos compostos ou mistos dos mesmos. Mais preferivelmente, o óxido de metal refratário é selecionado a partir de alumina e sílica-alumina. Ainda mais preferivelmente,

o óxido de metal refratário é alumina.

[0065] Quando o primeiro PGM é paládio ou uma combinação de platina e paládio, então o primeiro material de suporte pode ou não compreender, ou consistir em óxido de cério, particularmente céria (CeO_2) ou céria-zircônia ($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$).

[0066] Em geral, o primeiro PGM é disposta ou suportada no primeiro material de suporte. Quando a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende ouro, então o ouro ou a liga de paládio-ouro pode ser disposta ou suportada no primeiro material de suporte. Por exemplo, o primeiro PGM e/ou ouro podem ser dispostos no primeiro material de suporte e/ou impregnados no primeiro material de suporte.

[0067] A primeira região de revestimento reativo, a primeira camada de revestimento reativo ou a primeira zona de revestimento reativo tipicamente compreende um carregamento de revestimento reativo total de 15,245 a 304,9 kg/m^3 (0,25 a 5 g/in^3), preferivelmente 30,49 a 243,92 kg/m^3 (0,5 a 4 g/in^3), tal como 45,735 a 182,94 kg/m^3 (0,75 a 3 g/in^3), mais preferivelmente 60,98 a 152,45 kg/m^3 (1,0 a 2,5 g/in^3), tal como 76,225 a 121,96 kg/m^3 (1,25 a 2,0 g/in^3).

[0068] A primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo pode compreender adicionalmente um adsorvente de hidrocarboneto. O adsorvente de hidrocarboneto pode ser selecionado a partir de uma zeólita, carvão ativo, grafita porosa e uma combinação de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o adsorvente de hidrocarboneto seja uma zeólita.

[0069] Quando a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende um adsorvente de hidrocarboneto, então tipicamente a quantidade total de adsorvente de hidrocarboneto é 3,049 a 182,94 kg/m^3

(0,05 a 3,00 g/in³), particularmente 6,098 a 121,96 kg/m³ (0,10 a 2,00 g/in³) (por exemplo, 12,196 a 48,784 kg/m³ (0,2 a 0,8 g/in³)).

[0070] A primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo podem ou não compreender um metal alcalino terroso.

[0071] Tipicamente, o metal alcalino terroso compreende magnésio (Mg), cálcio (Ca), estrôncio (Sr), bário (Ba) ou uma combinação de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o metal alcalino terroso compreenda cálcio (Ca), estrôncio (Sr), ou bário (Ba), mais preferivelmente estrôncio (Sr) ou bário (Ba), e ainda mais preferivelmente o metal alcalino terroso compreende bário (Ba).

[0072] Tipicamente, a quantidade do metal alcalino terroso é 2,499 a 133,91 mol/m³ (0,07 a 3,75 mol/ft³), particularmente 3,571 a 107,13 mol/m³ (0,1 a 3,0 mol/ft³), mais particularmente 7,142 a 89,275 mol/m³ (0,2 a 2,5 mol/ft³) (por exemplo, 8,927 a 35,71 mol/m³ (0,25 a 1,0 mol/ft³)), tal como 10,713 a 80,347 mol/m³ (0,3 a 2,25 mol/ft³), especialmente 0, 12,498 a 66,063 mol/m³ (0,35 a 1,85 mol/ft³), preferivelmente 14,284 a 53,565 mol/m³ (0,4 a 1,5 mol/ft³), mais preferivelmente 17,855 a 44,637 mol/m³ (0,5 a 1,25 mol/ft³).

[0073] Quando a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo compreende adicionalmente um metal alcalino terroso, então o primeiro material de suporte pode ou não compreender, ou consiste essencialmente em alumina dopada com um componente de heteroátomo. O componente de heteroátomo tipicamente compreende silício, magnésio, bário, lantânio, cério, titânio, ou zircônio ou uma combinação de dois ou mais dos mesmos. O componente de heteroátomo pode compreender, ou consiste essencialmente em um óxido de silício, um óxido de magnésio, um óxido de bário, um óxido de lantânio, um óxido de cério, um óxido de titânio ou um óxido de zircônio.

Mais preferivelmente, a alumina dopada com um componente de heteroátomo é alumina dopada com sílica ou alumina dopada com óxido de magnésio. Ainda mais preferivelmente, a alumina dopada com um componente de heteroátomo é alumina dopada com sílica. Alumina dopada com um componente de heteroátomo pode ser preparada usando métodos conhecidos na técnica ou, por exemplo, por um método descrito em US 5.045.519.

[0074] A primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo pode consistir essencialmente de um primeiro PGM, um primeiro material de suporte e um componente de metal alcalino terroso. A primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo preferivelmente consiste essencialmente em um primeiro PGM e um primeiro material de suporte.

[0075] A segunda região de revestimento reativo é adjacente à primeira região de revestimento reativo. A segunda região de revestimento reativo é tanto (i) adjacente (por exemplo, diretamente adjacente) com a terceira região de revestimento reativo quanto (ii) a segunda região de revestimento reativo é disposta na terceira região de revestimento reativo.

[0076] Gás de escape que entra no catalisador da invenção em geral entra em contato com a segunda região de revestimento reativo antes de a terceira região de revestimento reativo. A segunda região de revestimento reativo atua como um “estabilizante” para a primeira região de revestimento reativo. A segunda região de revestimento reativo atua como um “estabilizante” no sentido de que realiza parte das ou todas as reações de oxidação da primeira região de revestimento reativo, mas a segunda região de revestimento reativo pode ter uma maior temperatura de ignição para HC e/ou para CO do que aquela da primeira região de revestimento reativo. Isto é, para garantir que as oxidações de HC e/ou CO é continuada em maiores temperaturas de gás de escape e pode gerar uma exoterma adicional.

[0077] A segunda região de revestimento reativo também pode prover duas outras funções: (1) para oxidar NO para NO₂, particularmente quando o segundo PGM é platina apenas, e/ou (2) para proteger a terceira região de revestimento reativo de ser envenenada por enxofre no combustível de diesel ou os óxidos dos mesmos, particularmente quando o terceiro PGM da terceira região de revestimento reativo compreende paládio. Platina em geral é mais resistente do que paládio ao envenenamento por enxofre. Platina também mostra excelente atividade de oxidação de NO. Quando, por exemplo, o segundo PGM é platina (isto é, apenas platina), então pode proteger a terceira região de revestimento reativo a partir do envenenamento de enxofre que ocorre em maiores temperaturas, aprimorando desta forma a tolerância de enxofre do catalisador de oxidação como um todo.

[0078] Em geral, a segunda região de revestimento reativo possui uma diferente composição (isto é, uma composição global diferente) para a primeira região de revestimento reativo.

[0079] Tipicamente, a segunda região de revestimento reativo possui um comprimento que é menor do que o comprimento (isto é, comprimento axial L) do substrato. É preferido que a segunda região de revestimento reativo possua um comprimento de pelo menos 10% do comprimento do substrato, mais preferivelmente pelo menos 15% do comprimento do substrato, tal como pelo menos 20% do comprimento do substrato.

[0080] A segunda região de revestimento reativo pode ter um comprimento de 10 a 70% do comprimento do substrato (por exemplo, 40 a 70%), tal como 15 a 60% do comprimento do substrato, particularmente, 20 a 50% do comprimento do substrato, preferivelmente 30 a 40% do comprimento do substrato.

[0081] A segunda região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma segunda zona de revestimento reativo.

[0082] A segunda região de revestimento reativo pode compreender,

ou consiste em uma segunda camada de revestimento reativo.

[0083] A segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo tipicamente contacta ou é contígua com a primeira região de revestimento reativo.

[0084] A segunda região de revestimento reativo compreende um segundo metal do grupo da platina (PGM). É preferido que o único PGM na segunda região de revestimento reativo seja o segundo PGM.

[0085] Tipicamente, o segundo PGM é selecionado a partir do grupo que consiste em platina, paládio e uma combinação de platina e paládio. O segundo PGM pode ser platina (por exemplo, platina apenas). O segundo PGM pode ser paládio (por exemplo, paládio apenas). O segundo PGM pode ser uma combinação de platina e paládio (por exemplo, platina e paládio apenas).

[0086] A segunda região de revestimento reativo tipicamente possui um carregamento total do segundo PGM de 178,5 a 10.710 g/m³ (5 a 300 g/ft³). Preferivelmente, o carregamento total do segundo PGM é 357 a 8.925 g/m³ (10 a 250 g/ft³), mais preferivelmente 535,5 a 7.140 g/m³ (15 a 200 g/ft³) (por exemplo, 535,5 a 3.570 g/m³ (15 a 100 g/ft³)), ainda mais preferivelmente 714 a 5.355 g/m³ (20 a 150 g/ft³) (por exemplo, 714 a 2.677,5 g/m³ (20 a 75 g/ft³)) e ainda mais preferivelmente 892,5 a 3.570 g/m³ (25 a 100 g/ft³). Quando a segunda região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma segunda camada de revestimento reativo ou uma segunda zona de revestimento reativo, então preferivelmente a segunda camada de revestimento reativo ou a segunda zona de revestimento reativo possui um carregamento total do segundo PGM de 357 a 8.925 g/m³ (10 a 250 g/ft³), mais preferivelmente 535,5 a 7.140 g/m³ (15 a 200 g/ft³) (por exemplo, 535,5 a 3.570 g/m³ (15 a 100 g/ft³)), ainda mais preferivelmente 714 a 5.355 g/m³ (20 a 150 g/ft³) (por exemplo, 714 a 2.677,5 g/m³ (20 a 75 g/ft³)), tal como

892,5 a 3.570 g/m³ (25 a 100 g/ft³).

[0087] Em geral, quando o segundo PGM é uma combinação de platina e paládio, a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo compreende uma razão da massa total de platina para a massa total de paládio de 10:1 a 1:10 (por exemplo, 7,5:1 a 1:7,5), preferivelmente 5:1 a 1:5 (por exemplo, 3:1 a 1:3), e mais preferivelmente 2,5:1 a 1:2,5 (por exemplo, 2:1 a 1:2).

[0088] Quando o segundo PGM é paládio ou uma combinação de platina e paládio, então a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo pode compreender ouro. A segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda zona de revestimento reativo pode compreender uma liga de paládio-ouro (por exemplo, o paládio do segundo PGM pode ser uma liga com ouro).

[0089] Quando a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo compreende ouro, tal como uma liga de paládio-ouro, então em geral a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo compreende uma razão da massa total de paládio (Pd) para a massa total de ouro (Au) de 9:1 a 1:9, preferivelmente 5:1 a 1:5, e mais preferivelmente 2:1 a 1:2.

[0090] Tipicamente, o segundo material de suporte compreende, ou consiste essencialmente em um óxido de metal refratário. O óxido de metal refratário pode ser selecionado a partir do grupo que consiste em alumina, sílica, titânia, zircônia, céria e óxidos compostos ou mistos de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o óxido de metal refratário seja selecionado a partir de alumina, sílica e óxidos compostos ou mistos dos mesmos. Mais preferivelmente, o óxido de metal refratário é selecionado a partir de alumina

e sílica-alumina. Ainda mais preferivelmente, o óxido de metal refratário é alumina.

[0091] Em geral, o segundo PGM é disposto ou suportada no segundo material de suporte. Quando a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo compreende ouro, então o ouro ou a liga de paládio-ouro pode ser disposta ou suportada no segundo material de suporte. Por exemplo, o segundo PGM e/ou ouro pode ser disperso no segundo material de suporte e/ou impregnado no segundo material de suporte.

[0092] Quando o segundo PGM é paládio ou uma combinação de platina e paládio, então o segundo material de suporte podem ou não compreender, ou consiste em óxido de cério, particularmente céria (CeO_2) ou céria-zircônia ($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$).

[0093] A segunda região de revestimento reativo, a segunda camada de revestimento reativo ou a segunda zona de revestimento reativo tipicamente compreende um carregamento de revestimento reativo total de 15,245 a 304,9 kg/m³ (0,25 a 5 g/in³), preferivelmente 30,49 a 243,92 kg/m³ (0,5 a 4 g/in³), tal como 45,735 a 182,94 kg/m³ (0,75 a 3 g/in³), mais preferivelmente 60,98 a 152,45 kg/m³ (1,0 a 2,5 g/in³), tal como 76,225 a 121,96 kg/m³ (1,25 a 2,0 g/in³).

[0094] A segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo pode compreender adicionalmente um adsorvente de hidrocarboneto. O adsorvente de hidrocarboneto pode ser selecionado a partir de uma zeólita, carvão ativo, grafita porosa e uma combinação de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o adsorvente de hidrocarboneto seja uma zeólita.

[0095] Quando a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo compreende um adsorvente de hidrocarboneto, então tipicamente a

quantidade total de adsorvente de hidrocarboneto é 3,049 a 182,94 kg/m³ (0,05 a 3,00 g/in³), particularmente 6,098 a 121,96 kg/m³ (0,10 a 2,00 g/in³), mais particularmente 12,196 a 48,784 kg/m³ (0,2 a 0,8 g/in³).

[0096] A segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo podem ou não compreender um metal alcalino terroso.

[0097] Tipicamente, o metal alcalino terroso compreende magnésio (Mg), cálcio (Ca), estrôncio (Sr), bário (Ba) ou uma combinação de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o metal alcalino terroso compreenda cálcio (Ca), estrôncio (Sr), ou bário (Ba), mais preferivelmente estrôncio (Sr) ou bário (Ba), e ainda mais preferivelmente o metal alcalino terroso compreende bário (Ba).

[0098] Tipicamente, a quantidade do metal alcalino terroso é 2,499 a 133,91 mol/m³ (0,07 a 3,75 mol/ft³), particularmente 3,571 a 107,13 mol/m³ (0,1 a 3,0 mol/ft³), mais particularmente 7,142 a 89,275 mol/m³ (0,2 a 2,5 mol/ft³) (por exemplo, 8,927 a 35,71 mol/m³ (0,25 a 1,0 mol/ft³)), tal como 10,713 a 80,347 mol/m³ (0,3 a 2,25 mol/ft³), especialmente 0, 12,498 a 66,063 mol/m³ (0,35 a 1,85 mol/ft³), preferivelmente 14,284 a 53,565 mol/m³ (0,4 a 1,5 mol/ft³), mais preferivelmente 17,855 a 44,637 mol/m³ (0,5 a 1,25 mol/ft³).

[0099] Quando a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo compreende adicionalmente um metal alcalino terroso, então o segundo material de suporte podem ou não compreender, ou consiste essencialmente em alumina dopada com um componente de heteroátomo. O componente de heteroátomo tipicamente compreende silício, magnésio, bário, lantânio, cério, titânio, ou zircônio ou uma combinação de dois ou mais dos mesmos. O componente de heteroátomo pode compreender, ou consiste essencialmente em um óxido de silício, um óxido de magnésio, um óxido de bário, um óxido

de lantânio, um óxido de cério, um óxido de titânio ou um óxido de zircônio. Mais preferivelmente, a alumina dopada com um componente de heteroátomo é alumina dopada com sílica ou alumina dopada com óxido de magnésio. Ainda mais preferivelmente, a alumina dopada com um componente de heteroátomo é alumina dopada com sílica.

[00100] A segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo pode consistir essencialmente de um segundo PGM, um segundo material de suporte e um componente de metal alcalino terroso. A segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo preferivelmente consiste essencialmente em um segundo PGM e um segundo material de suporte.

[00101] Em geral, a terceira região de revestimento reativo é diretamente disposta (isto é, diretamente suportada) no substrato. Isto quer dizer que a terceira região de revestimento reativo está em contato com uma superfície do substrato. É preferido que não exista região de revestimento reativo intermediária entre uma superfície do substrato e a terceira região de revestimento reativo.

[00102] A terceira região de revestimento reativo é tipicamente a jusante da primeira região de revestimento reativo (isto é, a terceira região de revestimento reativo está mais próxima de uma extremidade de saída do substrato do que a primeira região de revestimento reativo é para extremidade de entrada). Gás de escape que entra no catalisador de oxidação vai entrar em contato tanto com a primeira região de revestimento reativo (quanto também com a segunda região de revestimento reativo) antes de entrar em contato com a terceira região de revestimento reativo.

[00103] Gás de escape que entra no catalisador em geral entra em contato com a terceira região de revestimento reativo após ter contactado a primeira e a segunda regiões de revestimento reativo. A primeira e a segunda

regiões de revestimento reativo vantajosamente geram calor oxidando HCs e CO, que podem trazer a temperatura do gás de escape e a terceira região de revestimento reativo até a sua temperatura de ignição para a oxidação de NO.

[00104] Em geral, a terceira região de revestimento reativo possui uma diferente composição (isto é, uma composição global diferente) para a segunda região de revestimento reativo. É preferido que a terceira região de revestimento reativo possua uma diferente composição (isto é, uma composição global diferente) tanto para a primeira região de revestimento reativo quanto para a segunda região de revestimento reativo.

[00105] A terceira região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma terceira camada de revestimento reativo.

[00106] A terceira região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma terceira zona de revestimento reativo. A terceira zona de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma terceira camada de revestimento reativo. Assim, a terceira zona de revestimento reativo compreende, ou consiste em todo o comprimento ou o comprimento completo da terceira camada de revestimento reativo.

[00107] A terceira região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma parte ou porção da terceira camada de revestimento reativo (ver (3) e (7) nas Figuras 3 e 4). A parte da terceira camada de revestimento reativo é um comprimento da parte (por exemplo, não todo o comprimento ou o comprimento completo) da terceira camada de revestimento reativo. Quando a terceira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma parte ou porção da terceira camada de revestimento reativo, então tipicamente existe uma sobreposição entre a primeira camada de revestimento reativo e a terceira camada de revestimento reativo.

[00108] A terceira região de revestimento reativo compreende um terceiro metal do grupo da platina (PGM). É preferido que o único PGM na

terceira região de revestimento reativo seja o terceiro PGM.

[00109] Tipicamente, o terceiro PGM é selecionado a partir do grupo que consiste em platina, paládio e uma combinação de platina e paládio. O terceiro PGM pode ser platina (por exemplo, platina apenas). O terceiro PGM pode ser paládio (por exemplo, paládio apenas). O terceiro PGM pode ser uma combinação de platina e paládio (por exemplo, platina e paládio apenas).

[00110] A terceira região de revestimento reativo tipicamente possui um carregamento total do terceiro PGM de 178,5 a 10.710 g/m³ (5 a 300 g/ft³). Preferivelmente, o carregamento total do terceiro PGM é 267,7 a 8.925 g/m³ (7,5 a 250 g/ft³), mais preferivelmente 357 a 7.140 g/m³ (10 a 200 g/ft³) (por exemplo, 535,5 a 3.570 g/m³ (15 a 100 g/ft³)), ainda mais preferivelmente 535,5 a 5.355 g/m³ (15 a 150 g/ft³) (por exemplo, 714 a 2.677,5 g/m³ (20 a 75 g/ft³)) e ainda mais preferivelmente 892,5 a 3.570 g/m³ (25 a 100 g/ft³). Quando a terceira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em, uma terceira camada de revestimento reativo ou uma terceira zona de revestimento reativo, então preferivelmente a terceira camada de revestimento reativo ou terceira zona de revestimento reativo possui um carregamento total do terceiro PGM de 357 a 8.925 g/m³ (10 a 250 g/ft³), mais preferivelmente 535,5 a 7.140 (15 a 200 g/ft³) (por exemplo, 535,5 a 3.570 g/m³ (15 a 100 g/ft³)), ainda mais preferivelmente 714 a 5.355 g/m³ (20 a 150 g/ft³) (por exemplo, 714 a 2.677,5 g/m³ (20 a 75 g/ft³)) e ainda mais preferivelmente 892,5 a 3.570 g/m³ (25 a 100 g/ft³).

[00111] Em geral, quando o terceiro PGM é uma combinação de platina e paládio, a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo compreende uma razão da massa total de platina para a massa total de paládio de 10:1 a 1:10 (por exemplo, 7,5:1 a 1:7,5), preferivelmente 5:1 a 1:5 (por exemplo, 3:1 a 1:3), e mais preferivelmente 2,5:1 a 1:2,5 (por exemplo, 2:1 a 1:2).

[00112] É preferido que quando o terceiro PGM é uma combinação de platina e paládio então a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo compreenda uma massa total de platina que é maior do que ou igual a massa total de paládio (por exemplo, a razão de massa total de platina para a massa total de paládio é $\geq 1:1$). Mais preferivelmente, a razão de massa total de platina para a massa total de paládio é 10:1 a 1:1 (por exemplo, 7,5:1 a 1,1:1), preferivelmente 5:1 a 1,25:1, e mais preferivelmente 2,5:1 a 1,5:1.

[00113] Quando o terceiro PGM é paládio ou uma combinação de platina e paládio, então a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo pode compreender ouro. A terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira zona de revestimento reativo pode compreender uma liga de paládio-ouro (por exemplo, o paládio do segundo PGM pode ser uma liga com ouro).

[00114] Quando a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo compreende ouro, tal como uma liga de paládio-ouro, então em geral a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo compreende uma razão da massa total de paládio (Pd) para a massa total de ouro (Au) de 9:1 a 1:9, preferivelmente 5:1 a 1:5, e mais preferivelmente 2:1 a 1:2.

[00115] Tipicamente, o terceiro material de suporte compreende, ou consiste essencialmente em um óxido de metal refratário. O óxido de metal refratário pode ser selecionado a partir do grupo que consiste em alumina, sílica, titânia, zircônia, céria e óxidos compostos ou mistos de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o óxido de metal refratário seja selecionado a partir de alumina, sílica e óxidos compostos ou mistos dos mesmos. Mais preferivelmente, o óxido de metal refratário é selecionado a partir de alumina

e sílica-alumina. Ainda mais preferivelmente, o óxido de metal refratário é alumina.

[00116] Quando o terceiro PGM é paládio ou uma combinação de platina e paládio, então o terceiro material de suporte podem ou não compreender, ou consiste em óxido de cério, particularmente céria (CeO_2) ou céria-zircônia ($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$).

[00117] Em geral, o terceiro PGM é disposta ou suportada no terceiro material de suporte. Quando a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo compreende ouro, então o ouro ou a liga de paládio-ouro pode ser disposta ou suportada no terceiro material de suporte. Por exemplo, o terceiro PGM e/ou ouro pode ser disperso no terceiro material de suporte e/ou impregnado no terceiro material de suporte.

[00118] A terceira região de revestimento reativo, a terceira camada de revestimento reativo ou a terceira zona de revestimento reativo tipicamente compreende um carregamento de revestimento reativo total de 15,245 a 304,9 kg/m^3 (0,25 a 5 g/in^3), preferivelmente 30,49 a 243,92 kg/m^3 (0,5 a 4 g/in^3), tal como 45,735 a 182,94 kg/m^3 (0,75 a 3 g/in^3), mais preferivelmente 60,98 a 152,45 kg/m^3 (1,0 a 2,5 g/in^3), tal como 76,225 a 121,96 kg/m^3 (1,25 a 2,0 g/in^3).

[00119] A terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo pode compreender adicionalmente um adsorvente de hidrocarboneto. O adsorvente de hidrocarboneto pode ser selecionado a partir de uma zeólita, carvão ativo, grafita porosa e uma combinação de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o adsorvente de hidrocarboneto seja uma zeólita.

[00120] Quando a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo compreende um adsorvente de hidrocarboneto, então tipicamente a

quantidade total de adsorvente de hidrocarboneto é 3,049 a 182,94 kg/m³ (0,05 a 3,00 g/in³), particularmente 6,098 a 121,96 kg/m³ (0,10 a 2,00 g/in³), mais particularmente 12,196 a 48,784 kg/m³ (0,2 a 0,8 g/in³).

[00121] A terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo podem ou não compreender um metal alcalino terroso.

[00122] Tipicamente, o metal alcalino terroso compreende magnésio (Mg), cálcio (Ca), estrôncio (Sr), bário (Ba) ou uma combinação de dois ou mais dos mesmos. É preferido que o metal alcalino terroso compreenda cálcio (Ca), estrôncio (Sr), ou bário (Ba), mais preferivelmente estrôncio (Sr) ou bário (Ba), e ainda mais preferivelmente o metal alcalino terroso compreende bário (Ba).

[00123] Tipicamente, a quantidade do metal alcalino terroso é 2,499 a 133,91 mol/m³ (0,07 a 3,75 mol/ft³), particularmente 3,571 a 107,13 mol/m³ (0,1 a 3,0 mol/ft³), mais particularmente 7,142 a 89,275 mol/m³ (0,2 a 2,5 mol/ft³) (por exemplo, 8,927 a 35,71 mol/m³ (0,25 a 1,0 mol/ft³)), tal como 10,713 a 80,347 mol/m³ (0,3 a 2,25 mol/ft³), especialmente 0, 12,498 a 66,063 mol/m³ (0,35 a 1,85 mol/ft³), preferivelmente 14,284 a 53,565 mol/m³ (0,4 a 1,5 mol/ft³), mais preferivelmente 17,855 a 44,637 mol/m³ (0,5 a 1,25 mol/ft³).

[00124] Quando a terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo compreende adicionalmente um metal alcalino terroso, então o primeiro material de suporte pode ou não compreender, ou consiste essencialmente em alumina dopada com um componente de heteroátomo. O componente de heteroátomo tipicamente compreende silício, magnésio, bário, lantânio, cério, titânio, ou zircônio ou uma combinação de dois ou mais dos mesmos. O componente de heteroátomo pode compreender, ou consiste essencialmente em um óxido de silício, um óxido de magnésio, um óxido de bário, um óxido

de lantânio, um óxido de cério, um óxido de titânio ou um óxido de zircônio. Mais preferivelmente, a alumina dopada com um componente de heteroátomo é alumina dopada com sílica ou alumina dopada com óxido de magnésio. Ainda mais preferivelmente, a alumina dopada com um componente de heteroátomo é alumina dopada com sílica.

[00125] A terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo pode consistir essencialmente de um terceiro PGM, um terceiro material de suporte e um componente de metal alcalino terroso. A terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo preferivelmente consiste essencialmente em um terceiro PGM e um terceiro material de suporte.

[00126] Um primeiro aspecto do catalisador de oxidação da invenção se refere a um arranjo onde (i) a terceira região de revestimento reativo é adjacente (por exemplo, diretamente adjacente) com a segunda região de revestimento reativo. A terceira região de revestimento reativo pode contactar ou ser contígua com a segunda região de revestimento reativo. Tipicamente, a terceira região de revestimento reativo é adjacente com a segunda região de revestimento reativo no substrato (por exemplo, a terceira região de revestimento reativo é disposta próxima da primeira e da segunda região ao longo do comprimento do substrato).

[00127] No primeiro aspecto do catalisador de oxidação, tipicamente cada uma da segunda região de revestimento reativo e da terceira região de revestimento reativo é diretamente disposta (isto é, diretamente suportada) no substrato.

[00128] A segunda região de revestimento reativo, no primeiro aspecto do catalisador de oxidação, pode ser disposta na ou adjacente a uma extremidade de entrada ou uma extremidade de saída do substrato.

[00129] A terceira região de revestimento reativo é tipicamente

disposta na ou adjacente a uma extremidade de saída do substrato.

[00130] Em geral, no primeiro aspecto do catalisador de oxidação, o carregamento total do segundo PGM (por exemplo, na segunda região de revestimento reativo ou segunda zona de revestimento reativo) é maior do que o carregamento total do terceiro PGM (por exemplo, na terceira região de revestimento reativo ou a terceira zona de revestimento reativo).

[00131] No primeiro aspecto do catalisador de oxidação, o carregamento total do segundo PGM (por exemplo, na segunda região de revestimento reativo ou a segunda zona de revestimento reativo) é tipicamente maior do que o carregamento total do primeiro PGM (por exemplo, na primeira região de revestimento reativo ou a primeira zona de revestimento reativo).

[00132] Tipicamente, no primeiro aspecto do catalisador de oxidação, a primeira região de revestimento reativo compreende uma parte ou porção (por exemplo, uma parte frontal ou porção) de uma camada de revestimento reativo a montante (por exemplo, a primeira camada de revestimento reativo como definido aqui), a segunda região de revestimento reativo compreende uma parte ou porção (por exemplo, uma parte traseira ou porção) da camada de revestimento reativo a montante e uma parte ou porção (por exemplo, uma parte frontal ou porção) de uma camada de revestimento reativo a jusante (por exemplo, a terceira camada de revestimento reativo como definido aqui), e a terceira região de revestimento reativo compreende uma parte ou porção (por exemplo, uma parte traseira ou porção) da camada de revestimento reativo a jusante. Este primeiro aspecto do catalisador de oxidação da invenção incorpora dois arranjos do catalisador, que dependem da natureza da sobreposição na segunda região de revestimento reativo. Tais arranjos podem ser obtidos usando um método de acordo com o segundo aspecto do método da invenção.

[00133] Em geral, no primeiro aspecto do catalisador de oxidação, a

soma dos comprimentos da primeira região de revestimento reativo, da segunda região de revestimento reativo e da terceira região de revestimento reativo é preferivelmente a mesma que o comprimento do substrato.

[00134] A segunda região de revestimento reativo pode ter um comprimento como definido acima. Preferivelmente a segunda região de revestimento reativo possui um comprimento de 10 a 40% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 15 a 35% do comprimento do substrato, tal como 20 a 30% do comprimento do substrato.

[00135] A terceira região de revestimento reativo, no primeiro aspecto do catalisador de oxidação, tipicamente possui um comprimento de 10 a 40% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 15 a 35% do comprimento do substrato, tal como 20 a 30% do comprimento do substrato.

[00136] No primeiro aspecto do catalisador de oxidação, quando a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma parte ou porção de uma camada de revestimento reativo a montante (por exemplo, a primeira camada de revestimento reativo como definido aqui), então a primeira região de revestimento reativo ou a parte ou porção da camada de revestimento reativo a montante pode compreender uma zona de PGM. O PGM pode ser como definido acima.

[00137] Em um primeiro arranjo, a segunda região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma parte traseira ou porção da camada de revestimento reativo a montante disposta em (isto é, sobrepondo) uma parte frontal ou porção da camada de revestimento reativo a jusante (ver a Figura 3). A camada de revestimento reativo a jusante (por exemplo, toda a camada de revestimento reativo ou a camada de revestimento reativo completa a jusante) é tipicamente diretamente disposta no substrato. É preferido que uma parte traseira ou porção da camada de revestimento reativo a jusante não suporte (por exemplo, não está coberta ou não sobrepõe) a camada de revestimento reativo a montante. No segundo aspecto do método,

o primeiro revestimento reativo de comprimento $L1$ (ver (7) na Figura 3) forma parte da terceira região de revestimento reativo e a parte da segunda região de revestimento reativo diretamente disposta no substrato. O segundo revestimento reativo de comprimento $L2$ (ver (6) na Figura 3) forma parte da primeira região de revestimento reativo e a parte da segunda região de revestimento reativo que é disposta em uma camada de revestimento reativo subjacente. O comprimento da primeira região de revestimento reativo é dado por $L - L1$, o comprimento da segunda região de revestimento reativo é dado por $L2 + L1 - L$, e o comprimento da terceira região de revestimento reativo é dado por $L - L2$.

[00138] No primeiro arranjo, o primeiro PGM (por exemplo, da primeira região de revestimento reativo) é tipicamente platina (por exemplo, platina apenas). O terceiro PGM (por exemplo, da terceira região de revestimento reativo) é preferivelmente uma combinação de platina e paládio. O segundo PGM (por exemplo, da segunda região de revestimento reativo) é uma combinação de platina e paládio. A segunda região de revestimento reativo compreende parte do primeiro PGM a partir da primeira camada de revestimento reativo e parte do terceiro PGM a partir da camada de revestimento reativo a jusante (por exemplo, a terceira camada de revestimento reativo).

[00139] Alternativamente, em um segundo arranjo, a segunda região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma parte frontal ou porção da camada de revestimento reativo a jusante disposta em (isto é, sobrepondo) uma parte traseira ou porção da camada de revestimento reativo a montante (ver a Figura 4). A camada de revestimento reativo a montante (por exemplo, toda a camada de revestimento reativo ou a camada de revestimento reativo completa a montante) é tipicamente diretamente disposta no substrato. É preferido que uma parte frontal ou porção da camada de revestimento reativo a montante não suporte (por exemplo, não está coberta

ou não sobreponha) a camada de revestimento reativo a jusante. No segundo aspecto do método, o primeiro revestimento reativo de comprimento L_1 (ver (6) na Figura 4) forma parte da primeira região de revestimento reativo e a parte da segunda região de revestimento reativo diretamente disposta no substrato. O segundo revestimento reativo de comprimento L_2 (ver (7) na Figura 4) forma parte da terceira região de revestimento reativo e a parte da segunda região de revestimento reativo que é disposta em uma camada de revestimento reativo subjacente. O comprimento da primeira região de revestimento reativo é dado por $L - L_2$, o comprimento da segunda região de revestimento reativo é dado por $L_2 + L_1 - L$, e o comprimento da terceira região de revestimento reativo é dado por $L - L_1$.

[00140] No segundo arranjo, o primeiro PGM (por exemplo, da primeira região de revestimento reativo) é tipicamente uma combinação de platina e paládio. O terceiro PGM (por exemplo, da terceira região de revestimento reativo) é preferivelmente platina (por exemplo, platina apenas). O segundo PGM (por exemplo, da segunda região de revestimento reativo) é uma combinação de platina e paládio.

[00141] No segundo arranjo, é preferido que a primeira região de revestimento reativo ou a camada de revestimento reativo a montante compreenda uma massa total de platina que é maior do que ou igual a massa total de paládio, tal como descrito acima.

[00142] O primeiro aspecto do catalisador de oxidação da invenção também se refere a um catalisador de oxidação onde a primeira região de revestimento reativo compreende uma primeira zona de revestimento reativo, a segunda região de revestimento reativo compreende uma segunda zona de revestimento reativo, e a terceira região de revestimento reativo compreende uma terceira zona de revestimento reativo. É preferido que a primeira região de revestimento reativo consista em uma primeira zona de revestimento reativo, a segunda região de revestimento reativo consiste em uma segunda

zona de revestimento reativo e a terceira região de revestimento reativo consiste em uma terceira zona de revestimento reativo.

[00143] A segunda zona de revestimento reativo preferivelmente possui um comprimento que é maior do que ou igual ao comprimento da primeira zona de revestimento reativo. Mais preferivelmente, a segunda zona de revestimento reativo possui um comprimento que é maior do que o comprimento da primeira zona de revestimento reativo. Ainda mais preferivelmente, a segunda zona de revestimento reativo possui um comprimento que é maior do que os comprimentos de cada uma da primeira zona de revestimento reativo e da terceira zona de revestimento reativo.

[00144] A primeira zona de revestimento reativo tipicamente consiste em uma primeira camada de revestimento reativo. É preferido que não exista sobreposição entre a primeira camada de revestimento reativo e a segunda camada de revestimento reativo. O primeiro PGM da primeira zona de revestimento reativo é como definido acima.

[00145] A segunda zona de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma única camada de revestimento reativo, tal como a segunda camada de revestimento reativo (como definido aqui). A segunda zona de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em duas camadas de revestimento reativo, tal como a segunda camada de revestimento reativo (como definido aqui) e uma quarta camada de revestimento reativo, em que a segunda camada de revestimento reativo é disposta na quarta camada de revestimento reativo.

[00146] É preferido que não exista sobreposição entre a segunda camada de revestimento reativo e a terceira camada de revestimento reativo. Quando a segunda zona de revestimento reativo compreende uma quarta camada de revestimento reativo, então é preferido que não exista sobreposição entre a quarta camada de revestimento reativo e a terceira camada de revestimento reativo.

[00147] No primeiro aspecto do catalisador de oxidação, quando a segunda região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma segunda zona de revestimento reativo, então preferivelmente o segundo PGM é uma combinação de platina e paládio. Quando a segunda zona de revestimento reativo compreende, ou consiste em, uma segunda camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo, então preferivelmente a segunda camada de revestimento reativo compreende platina (por exemplo, platina é o único PGM na segunda camada de revestimento reativo) e a quarta camada de revestimento reativo compreende uma combinação de platina e paládio (por exemplo, platina e paládio são os únicos PGMs na quarta camada de revestimento reativo).

[00148] A terceira zona de revestimento reativo pode consistir em uma terceira camada de revestimento reativo.

[00149] No primeiro aspecto do catalisador de oxidação, quando a terceira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma terceira zona de revestimento reativo ou uma terceira camada de revestimento reativo, então o terceiro PGM é preferivelmente platina (por exemplo, platina apenas).

[00150] Um catalisador de oxidação do primeiro aspecto compreendendo uma primeira zona de revestimento reativo, uma segunda zona de revestimento reativo e uma terceira zona de revestimento reativo pode ser feito usando um método do primeiro aspecto do método da invenção. A primeira zona de revestimento reativo ou a terceira zona de revestimento reativo pode ser formado pela etapa de impregnação (iv) do método.

[00151] A zona de PGM ou a primeira zona de revestimento reativo pode ser formada por uma etapa de impregnação de acordo com o método da invenção. Quando a zona de PGM ou a primeira zona de revestimento reativo é formada pela etapa de impregnação, a zona de PGM ou a primeira zona de revestimento reativo possui um comprimento representado por L3. Se o

primeiro revestimento reativo é impregnado, então preferivelmente $L3 < L1$. A segunda zona de revestimento reativo então possui um comprimento representado por $L1 - L3$. A segunda zona de revestimento reativo é formada pela parte não impregnada remanescente do primeiro revestimento reativo. Se o segundo revestimento reativo é impregnado, então preferivelmente $L3 < L2$. A segunda zona de revestimento reativo então possui um comprimento representado por $L2 - L3$. A segunda zona de revestimento reativo é formada pela parte não impregnada remanescente do segundo revestimento reativo.

[00152] Um segundo aspecto do catalisador de oxidação da invenção se refere a um arranjo onde (ii) a segunda região de revestimento reativo é disposta ou suportada na terceira região de revestimento reativo. Tipicamente, a terceira região de revestimento reativo é adjacente à primeira região de revestimento reativo. A terceira região de revestimento reativo é adjacente à primeira região de revestimento reativo no substrato (por exemplo, a terceira região de revestimento reativo é disposta próxima da primeira região de revestimento reativo ao longo do comprimento do substrato). É preferido que tanto a segunda região de revestimento reativo quanto a terceira região de revestimento reativo sejam adjacentes à primeira região de revestimento reativo. Assim, tanto a segunda região de revestimento reativo quanto a terceira região de revestimento reativo são dispostas próximas da primeira região de revestimento reativo ao longo do comprimento do substrato.

[00153] A segunda região de revestimento reativo e/ou a terceira região de revestimento reativo é/são tipicamente dispostas na ou adjacente a uma extremidade de saída do substrato.

[00154] No segundo aspecto do catalisador de oxidação da invenção, a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo ou uma primeira zona de revestimento reativo, a segunda região de revestimento reativo compreende uma segunda camada de revestimento reativo, e a terceira região de

revestimento reativo compreende uma terceira camada de revestimento reativo. É preferido que a primeira região de revestimento reativo consista em uma primeira camada de revestimento reativo ou uma primeira zona de revestimento reativo, a segunda região de revestimento reativo consista em uma segunda camada de revestimento reativo e a terceira região de revestimento reativo consista em uma terceira camada de revestimento reativo. Mais preferivelmente, a primeira região de revestimento reativo consiste em uma primeira camada de revestimento reativo.

[00155] Quando a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma primeira zona de revestimento reativo, então a primeira zona de revestimento reativo pode ser uma zona de PGM como definido acima.

[00156] É preferido que não exista sobreposição entre a primeira camada de revestimento reativo e (a) a segunda camada de revestimento reativo e/ou (b) a terceira camada de revestimento reativo.

[00157] Tipicamente, no segundo aspecto do catalisador de oxidação da invenção, o segundo PGM é platina (por exemplo, platina apenas) e o terceiro PGM é selecionado a partir do grupo que consiste em paládio (por exemplo, paládio apenas) e uma combinação de platina e paládio (por exemplo, platina e paládio apenas). É preferido que o terceiro PGM seja uma combinação de platina e paládio. O primeiro PGM é como definido acima.

[00158] Quando o terceiro PGM é uma combinação de platina e paládio, a terceira camada de revestimento reativo compreende uma razão da massa total de platina para a massa total de paládio de 10:1 a 1:10 (por exemplo, 7,5:1 a 1:7,5), preferivelmente 5:1 a 1:5 (por exemplo, 3:1 a 1:3), e mais preferivelmente 2,5:1 a 1:2,5 (por exemplo, 2:1 a 1:2), tal como cerca de 7:6 a 6:7.

[00159] No segundo aspecto do catalisador de oxidação, o comprimento da terceira camada de revestimento reativo pode ser igual a,

maior do que ou menos do que o comprimento da segunda camada de revestimento reativo. É preferido que o comprimento da terceira camada de revestimento reativo seja cerca do mesmo que o comprimento da segunda camada de revestimento reativo.

[00160] Em geral, no segundo aspecto do catalisador de oxidação, o comprimento da segunda camada de revestimento reativo é de 20 a 90% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 30 a 80% do comprimento do substrato, tal como 40 a 70% do comprimento do substrato, e ainda mais preferivelmente 40 a 60% do comprimento do substrato.

[00161] É preferido no segundo aspecto do catalisador de oxidação da invenção que a segunda camada de revestimento reativo possua um comprimento de maior do que ou igual a 50% do comprimento do substrato. A segunda camada de revestimento reativo preferivelmente possui um comprimento de 50 a 95% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 60 a 92,5% do comprimento do substrato, tal como 70 a 90% do comprimento do substrato, e ainda mais preferivelmente 75 a 85% do comprimento do substrato.

[00162] Quando a segunda camada de revestimento reativo possui um comprimento maior do que ou igual a 50% do comprimento do substrato no segundo aspecto do catalisador de oxidação da invenção, então preferivelmente a primeira região de revestimento reativo, a primeira zona de revestimento reativo ou a primeira camada de revestimento reativo possui um comprimento de 5 a 50% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 7,5 a 40% do comprimento do substrato, particularmente 10 a 30% do comprimento do substrato, e ainda mais preferivelmente 15 a 25% do comprimento do substrato.

[00163] A segunda camada de revestimento reativo pode sobrepor uma extremidade da terceira camada de revestimento reativo tal que uma parte ou porção da segunda camada de revestimento reativo está em contato direto

com o substrato. Alternativamente, a segunda camada de revestimento reativo pode ser disposta inteiramente na terceira camada de revestimento reativo.

[00164] A terceira camada de revestimento reativo preferivelmente possui um comprimento de maior do que ou igual a 50% do comprimento do substrato. A terceira camada de revestimento reativo preferivelmente possui um comprimento de 50 a 95% do comprimento do substrato, mais preferivelmente 60 a 92,5% do comprimento do substrato, tal como 70 a 90% do comprimento do substrato, e ainda mais preferivelmente 75 a 85% do comprimento do substrato.

[00165] No segundo aspecto do catalisador de oxidação, o carregamento total do segundo PGM é em geral maior do que o carregamento total do terceiro PGM. No entanto, quando a primeira zona de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo, então alternativamente o carregamento total do terceiro PGM pode ser maior do que ou igual a, preferivelmente maior do que, o carregamento total do segundo PGM. É preferido que o carregamento total do segundo PGM seja maior do que o carregamento total do terceiro PGM, mesmo quando a primeira zona de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo.

[00166] Quando a primeira região de revestimento reativo compreende, ou consiste em uma primeira zona de revestimento reativo, então a primeira zona de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma primeira camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo, em que a quarta camada de revestimento reativo é disposta na primeira camada de revestimento reativo, tal como descrito acima. A primeira camada de revestimento reativo e a quarta camada de revestimento reativo tipicamente possuem quase o mesmo comprimento. Tal catalisador de oxidação pode ser preparado de acordo com o segundo aspecto do método da invenção.

[00167] No segundo aspecto do catalisador de oxidação, quando a primeira zona de revestimento reativo compreende, ou consiste em, uma primeira camada de revestimento reativo e uma quarta camada de revestimento reativo, então tipicamente o carregamento total do primeiro PGM (por exemplo, da primeira zona de revestimento reativo) é maior do que o carregamento total de cada um do segundo PGM (por exemplo, da segunda camada de revestimento reativo) e o terceiro PGM (por exemplo, da terceira camada de revestimento reativo).

[00168] Cada óxido de metal refratário (por exemplo, do primeiro, do segundo ou do terceiro materiais de suporte) pode ser dopado. A inclusão de um dopante pode estabilizar termicamente o primeiro material de suporte. Deve ser entendido que qualquer referência a “dopado” neste contexto se refere a um material onde o volume ou rede hospedeira do óxido de metal refratário é dopado por substituição ou dopado de maneira intersticial com um dopante.

[00169] Quando o óxido de metal refratário é dopado, então a quantidade total de dopante é de 0,1 a 5% em peso (isto é, % em peso do óxido de metal refratário). É preferido que a quantidade total de dopante seja de 0,25 a 2,5% em peso, mais preferivelmente 0,5 a 1,5% em peso (por exemplo, cerca de 1% em peso). O óxido de metal refratário pode ser dopado com um ou mais dopantes selecionados a partir do grupo que consiste em zircônio (Zr), titânio (Ti), silício (Si), ítrio (Y), lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), samário (Sm), neodímio (Nd) e um óxido dos mesmos.

[00170] Quando o adsorvente de hidrocarboneto é uma zeólita, então preferivelmente cada zeólita é uma zeólita de poro médio (por exemplo, uma zeólita tendo um tamanho de anel máximo de oito átomos tetraédricos) ou uma zeólita de poro grande (por exemplo, uma zeólita tendo um tamanho de anel máximo de dez átomos tetraédricos).

[00171] Exemplos de zeólitas adequadas ou tipos adequados de zeólita

incluem faujasita, clinoptilolita, mordenita, silicalita, ferrierita, zeólita X, zeólita Y, zeólita Y ultraestável, zeólita AEI, zeólita ZSM-5, zeólita ZSM-12, zeólita ZSM-20, zeólita ZSM-34, zeólita CHA, zeólita SSZ-3, zeólita SAPO-5, offretita, uma zeólita beta ou uma zeólita CHA de cobre. Cada zeólita preferivelmente é ZSM-5, uma zeólita beta ou uma zeólita Y.

[00172] Tipicamente, a primeira região de revestimento reativo, primeira zona de revestimento reativo ou primeira camada de revestimento reativo não compreende ródio.

[00173] Pode ser preferível que a segunda região de revestimento reativo, a segunda zona de revestimento reativo ou a segunda camada de revestimento reativo não compreende ródio.

[00174] A terceira região de revestimento reativo, a terceira zona de revestimento reativo ou a terceira camada de revestimento reativo pode não compreender ródio.

[00175] Em geral, o catalisador de oxidação da invenção pode ou não compreender ródio. É preferido que o catalisador de oxidação não compreenda rutênio, ródio e irídio.

[00176] O catalisador de oxidação da invenção, em geral, não é um catalisador de três vias (isto é, não possui atividade de catalisador de três vias). Em particular, o catalisador de oxidação da invenção não realiza tipicamente a redução substancial de NO_x para N₂ e O₂.

[00177] Uma funcionalidade geral adicional do catalisador de oxidação da invenção é que quando um metal alcalino, particularmente sódio ou potássio, e especialmente potássio, está presente, então preferivelmente apenas o adsorvente de hidrocarboneto compreende o metal alcalino, especialmente quando o adsorvente de hidrocarboneto é uma zeólita. É preferido adicionalmente que o catalisador de oxidação da invenção não compreenda um metal alcalino, particularmente sódio ou potássio.

[00178] O catalisador de oxidação da invenção pode ou não

compreender um componente de metal alcalino terroso (como definido acima) e/ou alumina dopada com um componente de heteroátomo (por exemplo, um componente de heteroátomo como definido acima).

[00179] Substratos para suportar catalisadores de oxidação para tratar o gás de escape de a diesel são bem conhecidos na técnica. O substrato tipicamente possui uma pluralidade de canais (por exemplo, para o gás de escape fluir através). Em geral, o substrato é um material cerâmico ou um material metálico.

[00180] É preferido que o substrato seja feito ou composto de cordierita (SiO_2 - Al_2O_3 - MgO), carbeto de silício (SiC), liga de Fe-Cr-Al, liga de Ni-Cr-Al, ou uma liga de aço inoxidável.

[00181] O substrato pode ter um diâmetro de 63,5 a 381 mm (2,5 a 15 polegadas), tal como 101,6 a 381 mm (4 a 15 polegadas), preferivelmente 127 a 317,5 mm (5 a 12,5 polegadas), tal como 152,4 a 254 mm (6 a 10 polegadas).

[00182] O comprimento do substrato é tipicamente 63,5 a 381 mm (2,5 a 15 polegadas), tal como 76,2 a 317,5 mm (3 a 12,5 polegadas), preferivelmente 101,6 a 279,4 mm (4 a 11 polegadas) (por exemplo, 127 a 254 mm (5 a 10 polegadas)).

[00183] Tipicamente, o substrato é um monólito (também referido aqui como um monólito de substrato). Tais monólitos são bem conhecidos na técnica. O monólito de substrato pode ser um monólito de fluxo através ou um monólito de filtração.

[00184] Um monólito de fluxo através tipicamente compreende um monólito alveolar (por exemplo, um monólito alveolar de metal ou cerâmico) tendo uma pluralidade de canais se estendendo através do mesmo, canais que são abertos em ambas as extremidades. Quando o substrato é um monólito de fluxo através, então o catalisador de oxidação da invenção é tipicamente um catalisador de oxidação de diesel (DOC) ou é para o uso como um catalisador

de oxidação de diesel (DOC).

[00185] Um monólito de filtração em geral compreende uma pluralidade de canais de entrada e uma pluralidade de canais de saída, em que os canais de entrada são abertos em uma extremidade a montante (isto é, lado de entrada de gás de escape) e são plugados ou vedados em uma extremidade a jusante (isto é, lado de saída de gás de escape), os canais de saída são plugados ou vedados em uma extremidade a montante e são abertos em uma extremidade a jusante, e em que cada canal de entrada é separado a partir de um canal de saída por uma estrutura porosa. Quando o substrato é um monólito de filtração, então o catalisador de oxidação da invenção é tipicamente um filtro de fuligem catalisado (CSF) ou é para o uso como um filtro de fuligem catalisado (CSF).

[00186] Quando o monólito é um monólito de filtração, é preferido que o monólito de filtração seja um filtro de fluxo de parede. Em um filtro de fluxo de parede, cada canal de entrada é separado de maneira alternada a partir de um canal de saída por uma parede da estrutura porosa e vice-versa. É preferido que os canais de entrada e os canais de saída sejam arranjados em um arranjo alveolar. Quando existe um arranjo alveolar, é preferido que os canais verticalmente e lateralmente adjacentes a um canal de entrada sejam plugados em uma extremidade a montante e vice-versa (isto é, os canais verticalmente e lateralmente adjacente a um canal de saída sejam plugados em uma extremidade a jusante). Quando observado a partir de qualquer extremidade, as extremidades alternadamente plugadas e abertas dos canais tomados na aparência de xadrez.

[00187] Em princípio, o substrato pode ser de qualquer forma ou tamanho. No entanto, a forma e o tamanho do substrato comumente são selecionados para otimizar a exposição dos materiais cataliticamente ativos no catalisador para o gás de escape. O substrato, por exemplo, pode ter uma forma tubular, fibrosa ou particulada. Exemplos de substratos de suporte

incluem um substrato do tipo de cordierita alveolar monolítico, um substrato do tipo de SiC alveolar monolítico, um substrato do tipo fibra em camadas ou tecido de malha, um substrato do tipo espuma, um substrato do tipo de fluxo cruzado, um substrato do tipo malha de fio de metal, um substrato do tipo corpo poroso de metal e um substrato do tipo partícula de cerâmica.

[00188] Em geral, o catalisador de oxidação da invenção é para o uso como um catalisador de oxidação de diesel (DOC).

[00189] A invenção também provê um sistema de escape compreendendo o catalisador de oxidação e um dispositivo de controle de emissões. Em geral, o dispositivo de controle de emissões é separado do catalisador de oxidação (por exemplo, o dispositivo de controle de emissões possui um substrato separado do substrato do catalisador de oxidação), e preferivelmente o catalisador de oxidação está a montante do dispositivo de controle de emissões.

[00190] O dispositivo de controle de emissões pode ser selecionado a partir de um filtro de particulado de diesel (DPF), um catalisador adsorvedor de NO_x (NAC), um catalisador de NO_x pobre (LNC), um catalisador de redução catalítica seletiva (SCR), um catalisador de oxidação de diesel (DOC), um filtro de fuligem catalisado (CSF), um catalisador de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM), e combinações de dois ou mais dos mesmos. Dispositivos de controle de emissões representados pelos termos filtros de particulado de diesel (DPFs), catalisadores adsorvedores de NO_x (NACs), catalisadores de NO_x pobres (LNCs), catalisadores de redução catalítica seletiva (SCR), catalisador de oxidação de diesel (DOCs), catalisados de filtro de fuligem (CSFs) e catalisadores de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM) são bem conhecidos na técnica.

[00191] Um dispositivo de controle de emissões tendo um substrato de filtração pode ser selecionado a partir do grupo que consiste em um filtro de particulado de diesel (DPF), um filtro de fuligem catalisado (CSF) e um

catalisador de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM).

[00192] Em uma primeira modalidade de sistema de escape, o sistema de escape compreendo catalisador de oxidação da invenção (por exemplo, como um DOC) e tanto um filtro de particulado de diesel (DPF) quanto um filtro de fuligem catalisado (CSF). Esta modalidade também se refere ao uso do catalisador de oxidação para tratar um gás de escape de um motor a diesel em combinação com um filtro de particulado de diesel ou um filtro de fuligem catalisado. O catalisador de oxidação tipicamente é seguido pelo (por exemplo, está a montante do) filtro de particulado de diesel (DPF) ou o filtro de fuligem catalisado (CSF). Assim, por exemplo, uma saída do catalisador de oxidação está conectada com uma entrada do filtro de particulado de diesel ou do filtro de fuligem catalisado.

[00193] Em uma segunda modalidade de sistema de escape, o sistema de escape compreendo catalisador de oxidação da invenção (por exemplo, como um DOC ou um NAC, preferivelmente um DOC) e um catalisador de redução catalítica seletiva (SCR). Esta modalidade também se refere ao uso do catalisador de oxidação para tratar um gás de escape de um motor a diesel em combinação com um catalisador de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM). O catalisador de oxidação da invenção é tipicamente seguido pelo (por exemplo, está a montante do) catalisador de redução catalítica seletiva (SCR).

[00194] Uma terceira modalidade de sistema de escape compreendo catalisador de oxidação da invenção (por exemplo, como um DOC) e um catalisador de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM). Esta modalidade também se refere ao uso do catalisador de oxidação para tratar um gás de escape de um motor a diesel em combinação com um catalisador de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM). O catalisador de oxidação da invenção é tipicamente seguido pelo (por exemplo, está a montante do) catalisador de filtro de redução catalítica seletiva (SCRFTM)

[00195] Uma quarta modalidade de sistema de escape se refere a um sistema de escape compreendendo o catalisador de oxidação da invenção (por exemplo, como um DOC), um filtro de particulado de diesel ou um filtro de fuligem catalisado (CSF), e um catalisador de redução catalítica seletiva (SCR). O arranjo de DOC/DPF/SCR ou de DOC/CSF/SCR é um sistema de escape preferido para um veículo de diesel de carga leve. Esta modalidade também se refere ao uso do catalisador de oxidação para tratar um gás de escape de um motor a diesel em combinação com qualquer um de um filtro de particulado de diesel ou de um filtro de fuligem catalisado (CSF), e um catalisador de redução catalítica seletiva (SCR). O catalisador de oxidação é tipicamente seguido pelo (por exemplo, está a montante do) o filtro de particulado de diesel ou o filtro de fuligem catalisado (CSF). O DPF ou CSF é tipicamente seguido pelo (por exemplo, está a montante do) catalisador de redução catalítica seletiva (SCR).

[00196] Em uma quinta modalidade de sistema de escape, o sistema de escape compreendo catalisador de oxidação da invenção (por exemplo, como um DOC), um catalisador de redução catalítica seletiva (SCR) e qualquer um de um filtro de fuligem catalisado (CSF) ou um filtro de particulado de diesel (DPF). Esta modalidade também se refere ao uso do catalisador de oxidação para tratar um gás de escape de um motor a diesel em combinação com um catalisador de redução catalítica seletiva (SCR) e qualquer um de um filtro de fuligem catalisado (CSF) ou um filtro de particulado de diesel (DPF). O catalisador de oxidação da invenção é tipicamente seguido pelo (por exemplo, está a montante do) catalisador de redução catalítica seletiva (SCR). O catalisador de redução catalítica seletiva (SCR) é tipicamente seguido pelo (por exemplo, está a montante do) filtro de fuligem catalisado (CSF) ou o filtro de particulado de diesel (DPF).

[00197] Quando o sistema de escape compreende a DPF ou a CSF, então o sistema de escape pode compreender um meio para aquecer o DPF ou

o CSF até uma temperatura de regeneração. Calor adicional pode ser necessário para a regeneração ativa do DPF ou CSF. O meio para aquecer o DPF ou o CSF até uma temperatura de regeneração pode ser selecionado a partir de bobinas de aquecimento resistivo, um injetor para injetar HC combustível para o gás de escape a jusante do motor a diesel e meios para ajustar a operação do motor para gerar HC adicional no gás de escape. É preferido que o meio para aquecer o DPF ou o CSF até uma temperatura de regeneração seja um meio para ajustar operação do motor para gerar HC adicional no gás de escape.

[00198] O DPF ou CSF pode compreender adicionalmente bobinas de aquecimento resistivo. Quando o sistema de escape compreende um injetor para injetar HC combustível para o gás de escape, então o injetor está a jusante do motor a diesel e a montante o DPF ou CSF e opcionalmente a montante do catalisador de oxidação.

[00199] Um injetor de redutor nitrogenado pode estar diretamente a montante do catalisador de redução catalítica seletiva (SCR) ou o catalisador de filtro de redução de catalisador seletivo (SCRFTM). Assim, na segunda, na terceira e na quinta modalidades de sistema de escape, o catalisador de oxidação pode ser seguido pelo (por exemplo, está a montante do) injetor de redutor nitrogenado, e o injetor de redutor nitrogenado pode ser seguido pelo (por exemplo, está a montante do) catalisador de SCR ou o catalisador de SCRFTM. Na quarta modalidade de sistema de escape, o DPF ou CSF podem ser seguidos pelo (por exemplo, está a montante do) injetor de redutor nitrogenado, e o injetor de redutor nitrogenado pode ser seguido pelo (por exemplo, está a montante do) catalisador de redução catalítica seletiva (SCR).

[00200] O sistema de escape pode compreender adicionalmente um sensor de NO₂ e/ou um sensor de temperatura.

[00201] Quando o sistema de escape compreende um catalisador de SCR ou um catalisador de SCRFTM, então é preferido que o catalisador de

SCR ou o catalisador de SCRFTM compreenda uma zeólita de troca de cobre ou uma zeólita de troca de ferro. É preferido que o catalisador de SCR ou o catalisador de SCRFTM compreenda uma zeólita de troca de cobre, tal como uma zeólita de troca de cobre onde a zeólita possui uma estrutura de chabazita (CHA).

[00202] A invenção provê adicionalmente um veículo compreendendo um motor a diesel e qualquer um de um sistema de escape da invenção ou de um catalisador de oxidação da invenção. Tipicamente, o catalisador de oxidação está localizado a jusante do motor a diesel, tal como a jusante de um turbo do motor a diesel.

[00203] O motor a diesel pode ser um motor de ignição por compressão de carga homogênea (HCCI), um motor de ignição por compressão de carga pré-misturada (PCCI) ou um motor de combustão em baixa temperatura (LTC). É preferido que o motor a diesel seja um motor a diesel convencional (isto é, tradicional).

[00204] O veículo pode ser um veículo de diesel de carga leve (LDV), tal como definido na legislação dos EUA ou na legislação europeia. Um veículo de diesel de carga leve tipicamente possui um peso de < 2840 kg, mais preferivelmente um peso de < 2610 kg.

[00205] Nos EUA, um veículo de diesel de carga leve (LDV) se refere a um veículo de diesel tendo um peso bruto de $\leq 3.855,5$ kg (8.500 libras (lbs dos EUA)). Na Europa, o termo veículo de diesel de carga leve (LDV) se refere a (i) veículos de passageiro compreendendo não mais do que oito assentos em adição ao assento do motorista e tendo uma massa máxima que não excede 5 toneladas, e (ii) veículos para o transporte de bens tendo uma massa máxima que não excede 12 toneladas.

[00206] Alternativamente, o veículo pode ser um veículo de diesel de carga pesada (HDV), tal como um veículo de diesel tendo um peso bruto de $> 3.855,5$ kg (8.500 libras (lbs dos EUA)), como definido na legislação dos

EUA.

[00207] Métodos para preparar o catalisador de oxidação da invenção são conhecidos na técnica. Ver, por exemplo, nossos pedidos WO 99/47260, WO 2007/077462 e WO 2011/080525. Similarmente, as condições para secagem e calcinação de um revestimento reativo também são conhecidas.

[00208] O primeiro aspecto do método de produção de um catalisador de oxidação compreende as etapas de: (i) revestir um substrato com um primeiro revestimento reativo de comprimento L_1 , em que o substrato possui um comprimento axial L e L_1 é menor do que ou igual ao comprimento axial L (por exemplo, $L_1 \leq L$); então (ii) revestir o substrato com um segundo revestimento reativo de comprimento L_2 , em que L_2 é menor do que ou igual ao comprimento axial L (por exemplo, $L_2 \leq L$); (iii) secar o primeiro revestimento reativo e o segundo revestimento reativo revestido no substrato; (iv) impregnar pelo menos um do primeiro revestimento reativo e do segundo revestimento reativo com um metal do grupo da platina para um comprimento L_3 , em que L_3 é menor do que o comprimento axial L (por exemplo, $L_3 < L$); e (v) calcinar o substrato revestido com o primeiro revestimento reativo, o segundo revestimento reativo e com o metal do grupo da platina impregnado. Métodos para impregnar um revestimento reativo ou camada com um PGM são conhecidos na técnica (ver, por exemplo, WO 2013/088152). A etapa de impregnar com um PGM pode ser usada para formar uma zona, tal como uma primeira zona de revestimento reativo ou uma zona de PGM como definido acima.

[00209] Tipicamente, o comprimento L_3 é tanto menor do que o comprimento L_1 quanto é menor do que o comprimento L_2 . É preferido que o comprimento L_3 seja menor do que o comprimento L_1 e o comprimento L_3 seja menor do que o comprimento L_2 .

[00210] Em geral, a primeira região de revestimento reativo ou a terceira região de revestimento reativo do catalisador de oxidação é provida

pela etapa (iv) de impregnar pelo menos um do primeiro revestimento reativo e do segundo revestimento reativo com um metal do grupo da platina para um comprimento L3. É preferido que a primeira região de revestimento reativo do catalisador de oxidação seja provida pela etapa (iv).

[00211] A etapa (iv) pode compreender (iv) impregnar pelo menos um do primeiro revestimento reativo e do segundo revestimento reativo com um metal do grupo da platina para um comprimento L3 a partir de uma primeira extremidade ou uma segunda extremidade do substrato.

[00212] A etapa (i) do método tipicamente compreende (i) revestir um substrato a partir de uma primeira extremidade com um primeiro revestimento reativo de comprimento L1.

[00213] A etapa (ii) pode compreender (ii) revestir um substrato a partir da primeira extremidade com um segundo revestimento reativo de comprimento L2. Assim, o substrato é revestido com o primeiro revestimento reativo e o segundo revestimento reativo a partir da mesma extremidade.

[00214] É preferido que pelo menos um do comprimento L1 do primeiro revestimento reativo ou do comprimento L2 do segundo revestimento reativo seja igual ao comprimento axial L de substrato (por exemplo, $L1 = L$ ou $L2 = L$). Mais preferivelmente, o comprimento L1 do primeiro revestimento reativo é igual ao comprimento axial L de substrato.

[00215] O comprimento L2 do segundo revestimento reativo pode ser menor do que ou igual ao comprimento L1 do primeiro revestimento reativo (por exemplo, $L2 \leq L1$). É preferido que o comprimento L2 do segundo revestimento reativo seja igual ao comprimento axial L do substrato (por exemplo, $L2 = L$).

[00216] Quando o substrato é revestido com o primeiro revestimento reativo e o segundo revestimento reativo a partir da mesma extremidade (por exemplo, a primeira extremidade), então preferivelmente a etapa (iii) compreende (iii) impregnar tanto o primeiro revestimento reativo quanto o

segundo revestimento reativo com um metal do grupo da platina para um comprimento L3 a partir da primeira extremidade do substrato.

[00217] Alternativamente, a etapa (ii) pode compreender, ou consiste em, (ii) revestir um substrato a partir de uma segunda extremidade do substrato com um segundo revestimento reativo de comprimento L2. É preferido que L2 seja maior do que a diferença entre L e L1 (por exemplo, $L2 > L - L1$).

[00218] O segundo aspecto do método do método de produção de um catalisador de oxidação da invenção é particularmente vantajoso já que possui bom custo-benefício. Em particular, o método permite o preparo de um catalisador de oxidação da invenção usando uma passagem de calcinação única.

[00219] Em geral, o método para preparar um catalisador de oxidação da invenção compreende uma única etapa de calcinação do substrato revestido com o primeiro revestimento reativo, o segundo revestimento reativo e opcionalmente o metal do grupo da platina impregnado.

[00220] O segundo aspecto do método de produção do catalisador de oxidação compreende, ou consiste em, as etapas: (i) revestir um substrato a partir de uma primeira extremidade com um primeiro revestimento reativo de comprimento L1, em que o substrato possui um comprimento axial L e L1 é menor do que o comprimento axial L (por exemplo, $L1 < L$); então (ii) revestir o substrato a partir de uma segunda extremidade com um segundo revestimento reativo de comprimento L2, em que L2 é maior do que a diferença entre L e L1 (por exemplo, $L2 > L - L1$); e (iii) calcinar o substrato revestido com o primeiro revestimento reativo e o segundo revestimento reativo. O comprimento L2 é menor do que ou igual ao comprimento do substrato L (por exemplo, $L2 \leq L$), preferivelmente o comprimento L2 é menor do que ou igual ao comprimento do substrato (por exemplo, $L2 < L$).

[00221] Este aspecto do método da invenção pode ser usado para

produzir um catalisador de oxidação da invenção de acordo com o primeiro aspecto do catalisador de oxidação onde a segunda região de revestimento reativo é formada pela sobreposição entre uma camada de revestimento reativo a montante e uma camada de revestimento reativo a jusante (por exemplo, uma terceira camada de revestimento reativo). Como a soma dos comprimentos do primeiro e do segundo revestimentos reativos é maior do que o comprimento axial do substrato (isto é, $|L2 + L1| > L$), o segundo revestimento reativo sobrepõe o primeiro revestimento reativo no substrato para formar a segunda região de revestimento reativo. O comprimento da segunda região de revestimento reativo LM pode ser representado por $LM = L2 + L1 - L$.

[00222] Neste aspecto do método da invenção, a etapa de revestir um substrato a partir de uma primeira extremidade com um primeiro revestimento reativo provê tanto (a) a camada de revestimento reativo a jusante (por exemplo, a terceira camada de revestimento reativo) no primeiro arranjo do primeiro catalisador de oxidação arranjo quanto (b) a primeira camada de revestimento reativo no segundo arranjo do primeiro catalisador de oxidação arranjo.

[00223] A invenção também provê um método de modulação do teor de óxidos de nitrogênio (NO_x) em um gás de escape de um motor a diesel para um dispositivo de controle de emissões. Qualquer referência a “modular o teor de NO_x” como usado aqui, particularmente em relação aos aspectos de método ou de uso da invenção, se refere a alterar (isto é, ajustar) ou manter a razão (em ppm ou % em volume, tipicamente na temperatura e na pressão do gás de escape) de NO:NO₂ para estar dentro de uma faixa predefinida.

[00224] Em geral, “modulam o teor de NO_x” se refere a alterar ou manter, preferivelmente alterar, a razão (em ppm ou % volume) de NO:NO₂ em um gás de escape, tipicamente diretamente a partir do motor a diesel, para ser menor do que 17:3 (isto é, a quantidade de NO para NO₂ é menor do que

aquela que é encontrada normalmente em um gás de escape de um motor a diesel), preferivelmente a razão de $\text{NO}:\text{NO}_2$ é de 5:1 a 1:5, mais preferivelmente 2,5:1 a 1:2.5, e ainda mais preferivelmente 2:1 a 1:2 (por exemplo, 1,5:1 a 1:1,5 ou cerca de 1:1).

DEFINIÇÕES

[00225] O acrônimo “PGM” como usado aqui se refere a “metal do grupo da platina”. O termo “metal do grupo da platina” em geral se refere aos metais Ru, Rh, Pd, Os, Ir e Pt da Tabela Periódica, particularmente os metais Ru, Rh, Pd, Ir e Pt.

[00226] O termo “revestimento reativo” é conhecido na técnica e se refere a um revestimento aderente que é aplicado a um substrato durante a produção de um catalisador. O revestimento ou revestimento reativo em geral compreende um ou mais componentes de uma formulação de catalisador.

[00227] O termo “região de revestimento reativo” usado aqui se refere a uma área ou porção de um ou mais revestimentos reativos em um substrato. Uma região de revestimento reativo possui uma composição global distinta que é diferente de região de revestimento reativo adjacente ou vizinha. O termo “região de revestimento reativo” incorpora os termos “camada de revestimento reativo” e “zona de revestimento reativo”. Uma região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma única camada de revestimento reativo. A região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em duas camadas de revestimento reativo. A região de revestimento reativo pode compreender toda a ou parte de cada camada de revestimento reativo. Por exemplo, uma região de revestimento reativo pode ser a área ou região de revestimentos reativos em um substrato onde uma extremidade de uma primeira camada de revestimento reativo sobrepõe com uma extremidade de uma segunda camada de revestimento reativo (por exemplo, ver (2) nas Figuras 3 e 4). Uma região de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em uma única zona de revestimento reativo.

[00228] O termo “zona de revestimento reativo” usado aqui se refere ao arranjo horizontal de qualquer um ou mais revestimentos reativos ao longo do comprimento de um substrato ou uma parte impregnada ou porção impregnada de um ou mais revestimentos reativos ao longo do comprimento de um substrato. A “zona de revestimento reativo” possui um limite ou borda a montante e a jusante distinto (isto é, é possível distinguir uma zona de revestimento reativo de outra zona de revestimento reativo ou camada usando técnicas analíticas convencionais).

[00229] Quando a “zona de revestimento reativo” se refere ao arranjo de um ou mais revestimentos reativos ao longo do comprimento de um substrato, então tipicamente não existe sobreposição de camadas de revestimento reativo dentro da zona de revestimento reativo. Assim, a zona de revestimento reativo tipicamente compreende uma camada de revestimento reativo discreto. Por exemplo, uma zona de revestimento reativo pode compreender, ou consiste em duas camadas de revestimento reativo (por exemplo, duas camadas de revestimento reativo completas), tal como onde uma camada é disposta na outra. Os limites ou bordas de cada camada de revestimento reativo são confinantes. Nesse contexto, o termo “zona de revestimento reativo” é mais estreita do que a “região de revestimento reativo” já que a “zona de revestimento reativo” não compreende parte de uma camada de revestimento reativo.

[00230] Quando a “zona de revestimento reativo” se refere ao arranjo de uma parte ou porção impregnada de um ou mais revestimentos reativos ao longo do comprimento de um substrato, a zona de revestimento reativo pode ser uma parte ou porção de uma única camada de revestimento reativo. Alternativamente, a zona de revestimento reativo pode ser uma parte ou porção de uma pluralidade de camadas de revestimento reativo, tal como duas camadas de revestimento reativo. Um dos limites ou bordas da zona de revestimento reativo estará em uma extremidade do substrato (por exemplo,

uma extremidade de entrada ou uma extremidade de saída do substrato). Quando a zona de revestimento reativo é uma parte ou porção de uma pluralidade de camadas de revestimento reativo, então a camadas de revestimento reativo vai ter um limite ou borda comum (isto é, ao longo do comprimento do substrato).

[00231] O termo “camada de revestimento reativo” usado aqui se refere a uma espessura de revestimento reativo espalhado sobre uma superfície (por exemplo, uma superfície do substrato ou outro revestimento reativo), que possui uma composição substancialmente uniforme (isto é, não existe diferença substancial na composição do revestimento reativo quando se compara uma parte da região de revestimento reativo com outra parte daquela região de revestimento reativo). Composição substancialmente uniforme neste contexto tipicamente se refere a uma camada de revestimento reativo onde a diferença na composição quando se compara uma parte da camada com outra parte da camada é de 5% ou menos, comumente 2,5% ou menos, e ainda mais comumente 1% ou menos. Assim, uma camada de revestimento reativo é uma região ou área discreta de revestimento reativo no substrato.

[00232] Qualquer referência a uma região de revestimento reativo, zona ou camada “disposta em uma extremidade de entrada do substrato” usada aqui se refere a uma região de revestimento reativo, zona ou camada que está localizada em um substrato em uma posição que está mais próxima de uma extremidade de entrada do substrato do que está para uma extremidade de saída do substrato. Assim, o ponto médio da região de revestimento reativo, zona ou camada (isto é, na metade do seu comprimento) é mais estreito do que a extremidade de entrada do substrato do que o ponto médio é para extremidade de saída do substrato. Qualquer referência a “disposta em uma extremidade de saída do substrato” usada aqui se refere a uma região de revestimento reativo, zona ou camada que está localizada em um substrato em uma posição está mais próxima de uma extremidade de saída

do substrato do que está para uma extremidade de entrada do substrato. O ponto médio da região de revestimento reativo, zona ou camada (isto é, na metade do seu comprimento) é mais estreita para a extremidade de saída do substrato do que o ponto médio é para extremidade de entrada do substrato.

[00233] A expressão “combinação de platina e paládio” como usada aqui simplesmente se refere a uma região de revestimento reativo, camada ou zona que contém tanto platina quanto paládio. A “combinação” inclui, mas não está limitada a ligas ou misturas de platina e paládio.

[00234] O termo “óxido misto” usado aqui em geral se refere a uma mistura de óxidos em uma única fase, como conhecido na técnica. O termo “óxido composto” usado aqui em geral se refere a uma composição de óxidos tendo mais do que uma fase, como é conhecido na técnica.

[00235] Qualquer referência aqui a uma quantidade em unidades de g/ft³ (gramas por pé cúbico) ou g/in³ (gramas por polegada cúbica) etc. se refere ao peso médio de um componente por volume do substrato.

[00236] A expressão “consistindo essencialmente” usada aqui limita o escopo de uma funcionalidade para incluir os materiais ou etapas especificados, e quaisquer outros materiais ou etapas que não afetam materialmente as características básicas daquela funcionalidade, tal como por exemplo, impurezas menores. A expressão “consistindo essencialmente em” incorpora a expressão “consistindo em”.

[00237] Qualquer referência ao comprimento de uma zona, camada ou região usada aqui se refere ao seu comprimento médio. É bem conhecido na técnica que pode haver alguma variação no comprimento preciso da zona, camada ou região dependendo no método usado para a sua fabricação. Normalmente, o comprimento não desvia em mais do que 5%, preferivelmente não mais do que 1%, do valor médio do comprimento. O comprimento de uma zona, camada ou região é medido paralelo ao eixo longitudinal (isto é, comprimento axial) do catalisador de oxidação.

[00238] Referência é feita aqui aos comprimentos L1, L2 e L3. Cada um destes comprimentos é medido a partir da extremidade do substrato que foi revestida com o revestimento reativo relevante (no caso de L1 ou L2) ou impregnado com um metal do grupo da platina (no caso de L3). Qualquer referência a uma primeira extremidade do substrato se refere a uma extremidade diferente do substrato para a segunda extremidade do substrato. Normalmente, a primeira extremidade do substrato é a extremidade oposta do substrato para a segunda extremidade.

[00239] A expressão “adsorvedor” ou “adsorvente” como usada aqui é sinônimo com “absorvedor” ou “absorvente”.

[00240] Para evitar dúvida, os termos “comprimento do substrato” e “comprimento axial do substrato” são sinônimos.

EXEMPLOS

[00241] A invenção será ilustrada agora pelos seguintes exemplos não limitantes.

Preparo dos Catalisadores

[00242] Uma catalisador de oxidação de diesel zoneado (DOC Zoneado) foi preparado de acordo com o segundo aspecto do método da invenção e como descrito em WO 99/47260. O zoneado (DOC) possui uma estrutura como é mostrado na Figura 4. O comprimento da primeira região de revestimento reativo (1) (por exemplo, L – L2) foi de 25% do comprimento do substrato (por exemplo, L). O carregamento de platina foi 953,1 g/m³ (26,7 g/ft³) e o carregamento de paládio foi 953,1 g/m³ (26,7 g/ft³) na primeira região de revestimento reativo. O comprimento da segunda região de revestimento reativo (2) (por exemplo, L2 + L1 – L) foi de 20% do comprimento do substrato. O carregamento de platina foi 1.238,7 g/m³ (34,7 g/ft³) e o carregamento de paládio foi 953,1 g/m³ (26,7 g/ft³) na segunda região de revestimento reativo. O comprimento da terceira região de revestimento reativo (3) (por exemplo, L – L1) foi de 55% do comprimento

do substrato. O carregamento de platina foi $285,6 \text{ g/m}^3$ (8 g/ft^3) na terceira região de revestimento reativo e nenhum paládio estava presente. O carregamento global de PGM (por exemplo, platina e paládio) do catalisador foi 1.071 g/m^3 (30 g/ft^3). A razão de massa total de platina para a massa total de paládio no catalisador de oxidação foi 1,5:1.

[00243] Um catalisador de oxidação de diesel de referência (DOC de Referência) foi preparado usando um método como descrito em WO 99/47260 para propósitos comparativos. O catalisador de oxidação de referência teve duas camadas de revestimento reativo, onde cada uma foi revestida por todo o comprimento do substrato. Uma primeira camada que foi revestida diretamente no substrato continha o carregamento de platina de $571,2 \text{ g/m}^3$ (16 g/ft^3) e o carregamento de paládio de $571,2 \text{ g/m}^3$ (16 g/ft^3). Uma segunda camada foi revestida na primeira camada e continha o carregamento de platina de $285,6 \text{ g/m}^3$ (8 g/ft^3). O carregamento global de PGM (por exemplo, platina e paládio) do catalisador foi 1.428 g/m^3 (40 g/ft^3). A razão de massa total de platina para a massa total de paládio no catalisador de oxidação foi 1,5:1.

Atividade de oxidação de NO

[00244] A atividade de oxidação de NO do DOC Zoneado e o DOC de Referência foram medidas e os resultados são mostrados na Figura 5. O DOC Zoneado (\blacktriangle) mostra maior atividade de oxidação de NO do que o DOC de Referência (\square) mesmo que o DOC Zoneado possua um menor carregamento de PGM total de 1.071 g/m^3 (30 g/ft^3) do que o DOC de Referência, que possui um carregamento de PGM total de 1.428 g/m^3 (40 g/ft^3).

Atividade de oxidação de hidrocarboneto

[00245] O DOC Zoneado e o DOC de Referência foram testados antes e após o envelhecimento em um motor IT4 de 7 L a 610°C por 50 e 100 horas em uma configuração de filtro de DOC+CSF. O DOC Zoneado e DOC de Referência foram comparados em um teste de arrefecimento. Combustível de

diesel foi injetado sobre cada catalisador para gerar uma exoterma, de forma que a temperatura de gás de escape que deixa o catalisador foi de 610°C. A geração da exoterma foi estabilizada em condições de fluxo e temperatura de estado estacionário (velocidade e carga do motor) e então a carga do motor foi reduzida de forma que a temperatura de entrada do catalisador foi reduzida. Quando a temperatura de entrada do catalisador se torna muito baixa para sustentar a geração da exoterma o catalisador arrefece. Os resultados são mostrados nas Figuras 6 e 7. Como pode ser observado na Figura 6, o DOC de Referência arrefece a 270°C. Em contraste, o DOC Zoneado não arrefece sob as mesmas condições (ver a Figura 7), o que indica que possui atividade de oxidação de HC superior se comparado com o DOC de Referência. O DOC Zoneado mantém o seu desempenho de oxidação de HC em menores temperaturas do que o DOC de Referência. Isto indica que o DOC Zoneado pode ser usado para regenerar dispositivos de controle de emissões compreendendo um substrato de filtração em baixas temperaturas de operação. A fuga de HC a partir de cada catalisador também foi testada sob as mesmas condições de temperatura e fluxo do catalisador. Os resultados mostrados na Figura 8 foram obtidos com um fluxo de escape de cerca de 880 kg/h, GHSV de 75 k/h, as temperaturas de entrada e de saída do catalisador foram de 340 e 610°C respectivamente. Os resultados mostrados na Figura 9 foram obtidos com um fluxo de escape de cerca de 1050 kg/h, GHSV de 115 k/h, as temperaturas de entrada e de saída do catalisador foram de 330 e 610°C respectivamente. O DOC Zoneado mostra fuga de HC menor do que o DOC de Referência.

Tolerância ao enxofre

[00246] Cada um do DOC Zoneado e do DOC de Referência foi sulfatado com diesel de baixo teor de S (1,5 g/L de enxofre) e o desempenho de oxidação de NO foi medido a 275°C. Pode ser observado a partir da Figura 10 que o DOC Zoneado perde menos desempenho de oxidação de NO após a

exposição ao S do que o DOC de Referência. O DOC Zoneado também se recupera completamente após a regeneração, enquanto o DOC de Referência se recupera parcialmente após a regeneração na mesma temperatura. A fuga de HC durante a regeneração para cada catalisador não muda após a sulfatação.

[00247] Para evitar qualquer dúvida, todo o conteúdo de qualquer um de todos os documentos citados aqui é incorporado por referência para o presente pedido.

REIVINDICAÇÕES

1. Catalisador de oxidação para tratar um gás de escape de um motor a diesel, caracterizado pelo fato de que compreende:

um substrato;

uma primeira região de revestimento reativo diretamente disposta no substrato, em que a primeira região de revestimento reativo compreende um primeiro metal do grupo da platina (PGM) e um primeiro material de suporte, onde o primeiro metal do grupo da platina (PGM) é selecionado do grupo consistindo de platina e uma combinação de platina e paládio;

uma segunda região de revestimento reativo diretamente disposta no substrato e adjacente à primeira região de revestimento reativo, em que a segunda região de revestimento reativo compreende um segundo metal do grupo da platina (PGM) e um segundo material de suporte, onde o segundo metal do grupo da platina (PGM) é selecionado do grupo consistindo de platina e uma combinação de platina e paládio;

uma terceira região de revestimento reativo disposta diretamente no substrato, em que a terceira região de revestimento reativo compreende um terceiro metal do grupo da platina (PGM) e um terceiro material de suporte, onde o terceiro metal do grupo da platina (PGM) é selecionado do grupo consistindo de platina e uma combinação de platina e paládio; e,

em que a terceira região de revestimento reativo é adjacente à segunda região de revestimento reativo, o carregamento total do segundo PGM é maior que o carregamento total do primeiro PGM e o carregamento total do segundo PGM é maior que o carregamento total do terceiro PGM e o carregamento total do primeiro PGM é maior que o total carregamento do terceiro PGM.

2. Catalisador de oxidação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira região de revestimento reativo compreende uma primeira zona de revestimento reativo, a segunda região de

revestimento reativo compreende uma segunda zona de revestimento reativo, e a terceira região de revestimento reativo compreende uma terceira zona de revestimento reativo.

3. Catalisador de oxidação de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a primeira região de revestimento reativo compreende uma parte de uma camada de revestimento reativo a montante, a segunda região de revestimento reativo compreende uma parte da camada de revestimento reativo a montante e uma parte de uma camada de revestimento reativo a jusante, e a terceira região de revestimento reativo compreende uma parte da camada de revestimento reativo a jusante.

4. Catalisador de oxidação de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a segunda região de revestimento reativo compreende uma parte traseira da camada de revestimento reativo a montante disposta em uma parte frontal da camada de revestimento reativo a jusante.

5. Catalisador de oxidação de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o primeiro metal do grupo da platina (PGM) é platina, o terceiro metal do grupo da platina (PGM) é uma combinação de platina e paládio, e o segundo metal do grupo da platina (PGM) é uma combinação de platina e paládio.

6. Catalisador de oxidação de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a segunda região de revestimento reativo compreende uma parte frontal da camada de revestimento reativo a jusante disposta em uma parte traseira da camada de revestimento reativo a montante.

7. Catalisador de oxidação de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o primeiro metal do grupo da platina (PGM) é uma combinação de platina e paládio, o terceiro metal do grupo da platina (PGM) é platina e o segundo metal do grupo da platina (PGM) é uma combinação de platina e paládio.

8. Catalisador de oxidação de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o primeiro metal do grupo da platina (PGM) é platina.

9. Catalisador de oxidação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o primeiro metal do grupo da platina (PGM) é paládio.

10. Catalisador de oxidação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o primeiro material de suporte compreende um óxido de metal refratário selecionado a partir do grupo que consiste em alumina, sílica, titânia, zircônia, céria e óxidos compostos ou mistos de dois ou mais dos mesmos o segundo material de suporte compreende um óxido de metal refratário selecionado a partir do grupo que consiste em alumina, sílica, titânia, zircônia, céria e óxidos compostos ou mistos de dois ou mais dos mesmos, e o terceiro material de suporte compreende um óxido de metal refratário selecionado a partir do grupo que consiste em alumina, sílica, titânia, zircônia, céria e óxidos compostos ou mistos de dois ou mais dos mesmos.

11. Catalisador de oxidação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a primeira região de revestimento reativo compreende um metal alcalino-terroso.

12. Catalisador de oxidação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a segunda região de revestimento reativo tem um comprimento de 20 a 50% do comprimento do substrato.

13. Sistema de escape, caracterizado pelo fato de que compreende um catalisador de oxidação como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12, e um dispositivo de controle de emissões.

14. Sistema de escape, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de controle de emissões é selecionado a partir de um filtro de partículas de diesel (DPF), um catalisador adsorvente de NO_x (NAC), um catalisador de NO_x enxuto (LNC), um catalisador de redução

catalítica seletiva (SCR), um catalisador de oxidação de diesel (DOC), um filtro de fuligem catalisado (CSF), um catalisador seletivo de filtro de redução catalítica, e combinações de dois ou mais dos mesmos.

15. Veículo, caracterizado pelo fato de que compreende um motor a diesel e qualquer um de (a) um catalisador de oxidação como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12; ou, de (b) um sistema de escape como definido em qualquer uma das reivindicações 13 ou 14.

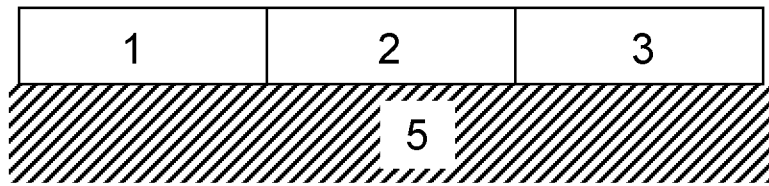


Figura 1

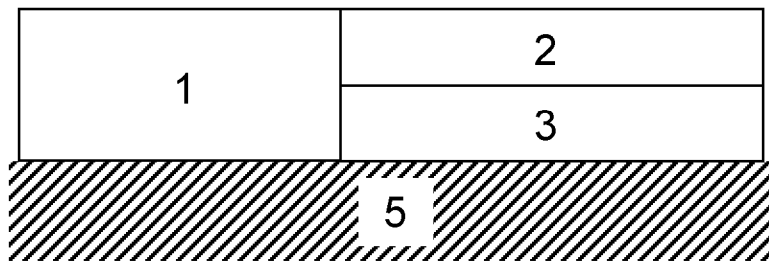


Figura 2

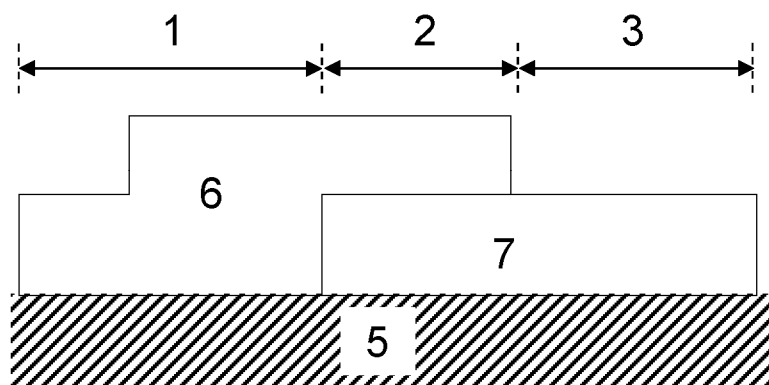


Figura 3

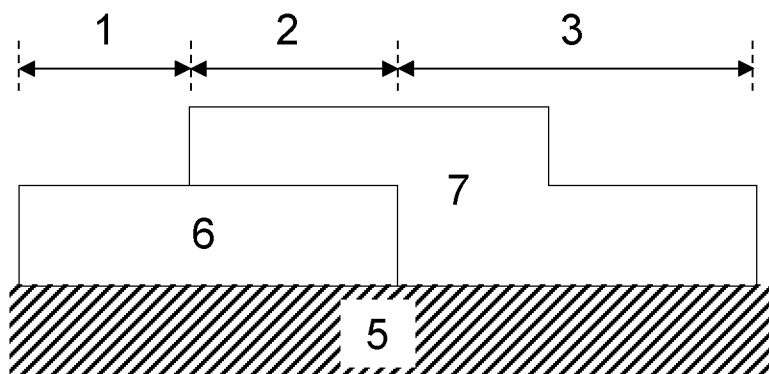


Figura 4

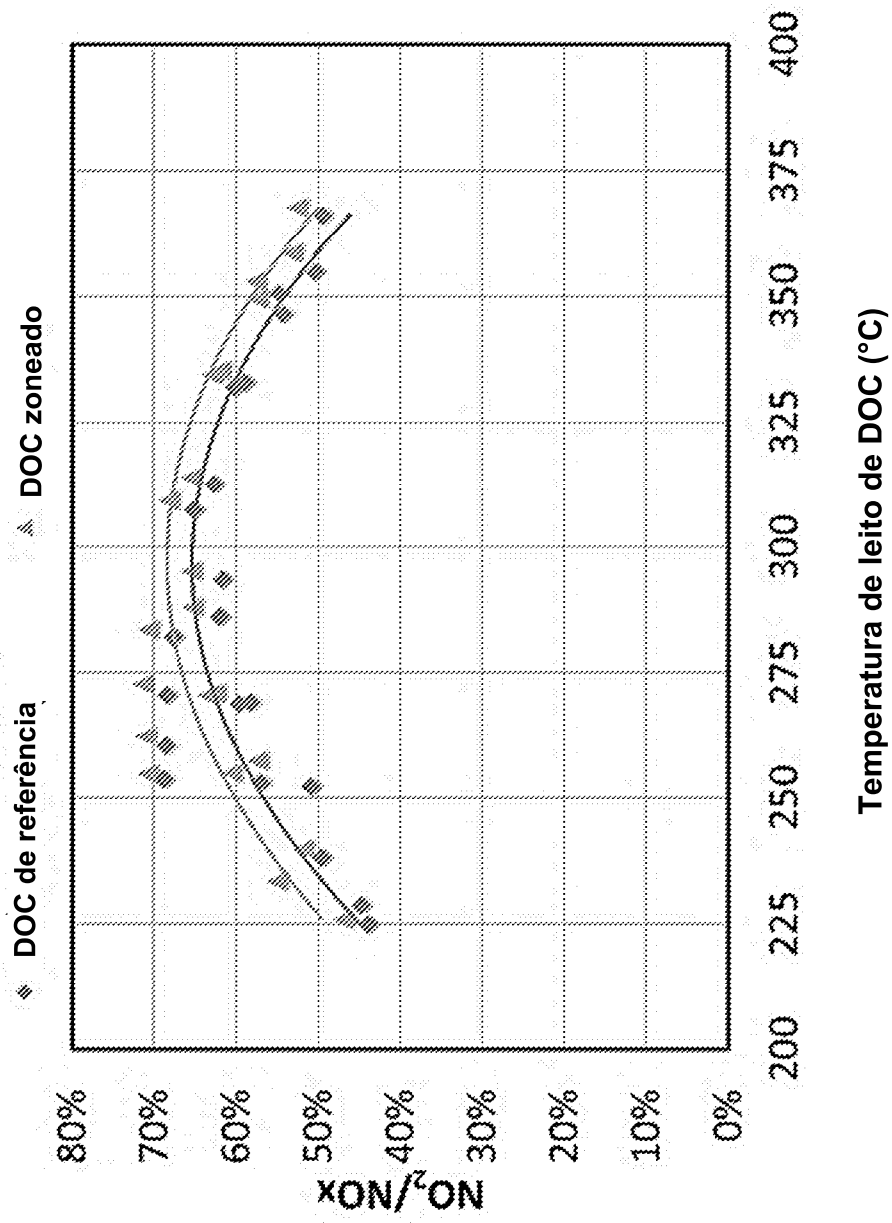
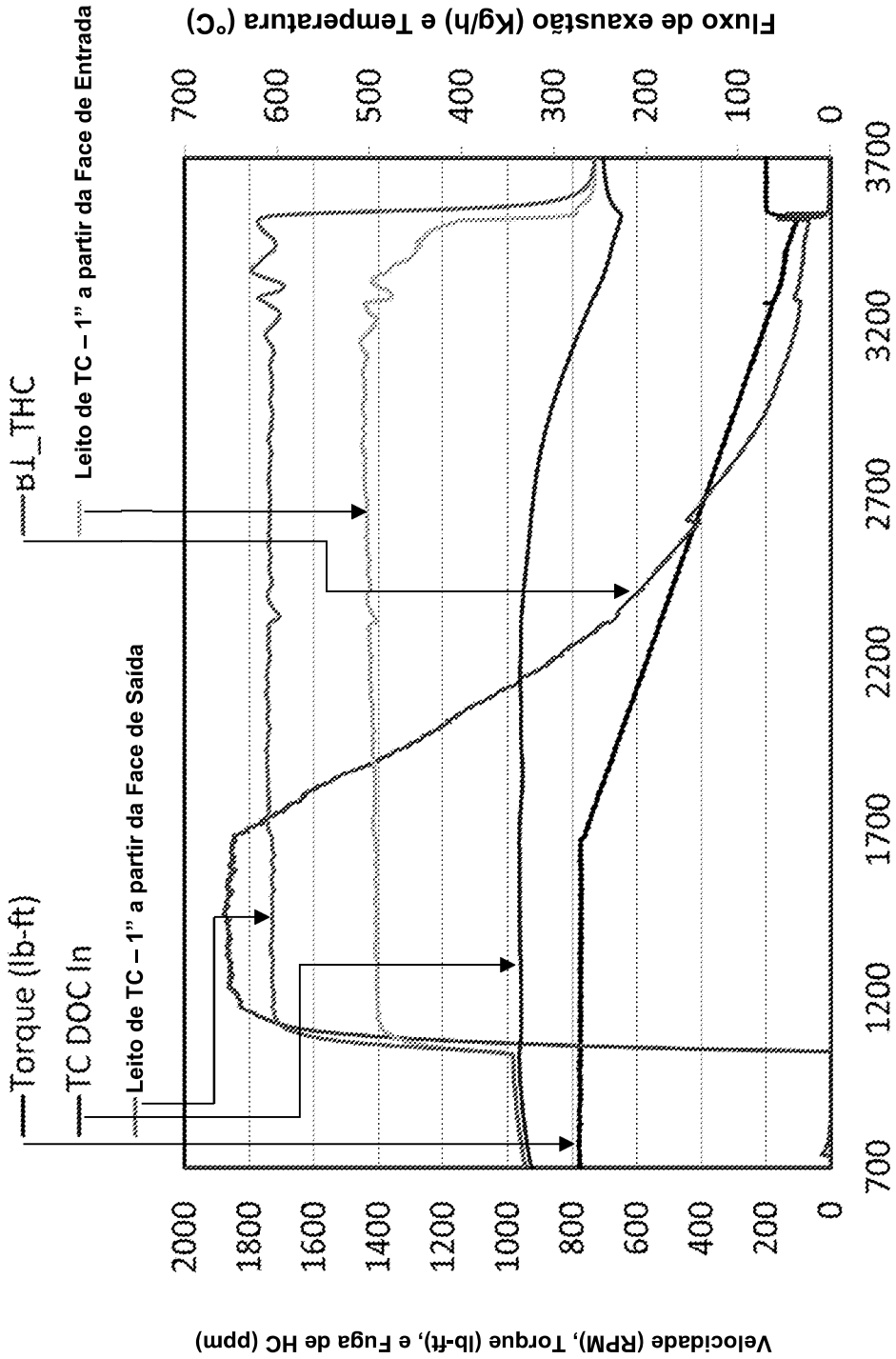


Figura 5

DOC de referência



Tempo (s)

Figura 6

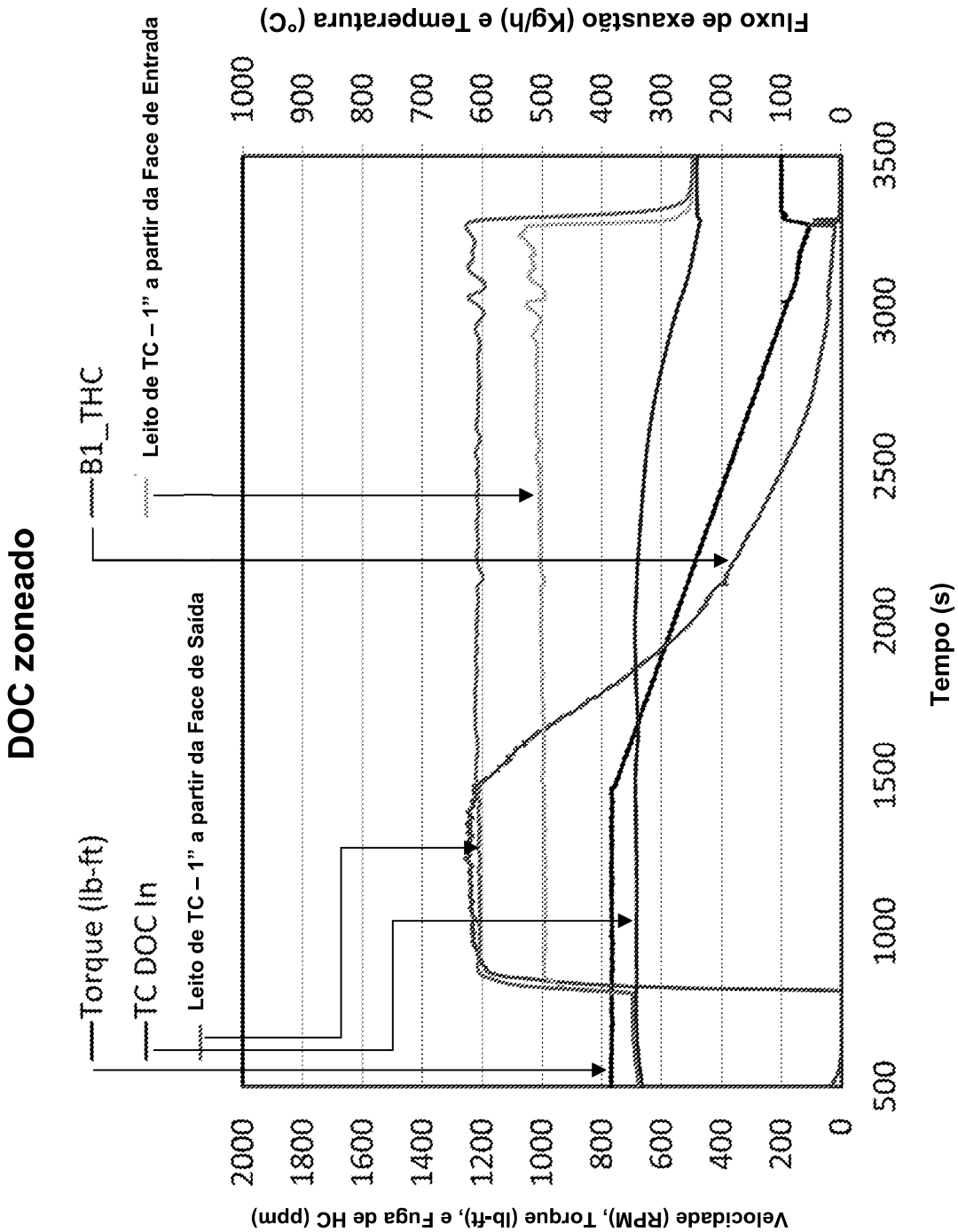


Figura 7

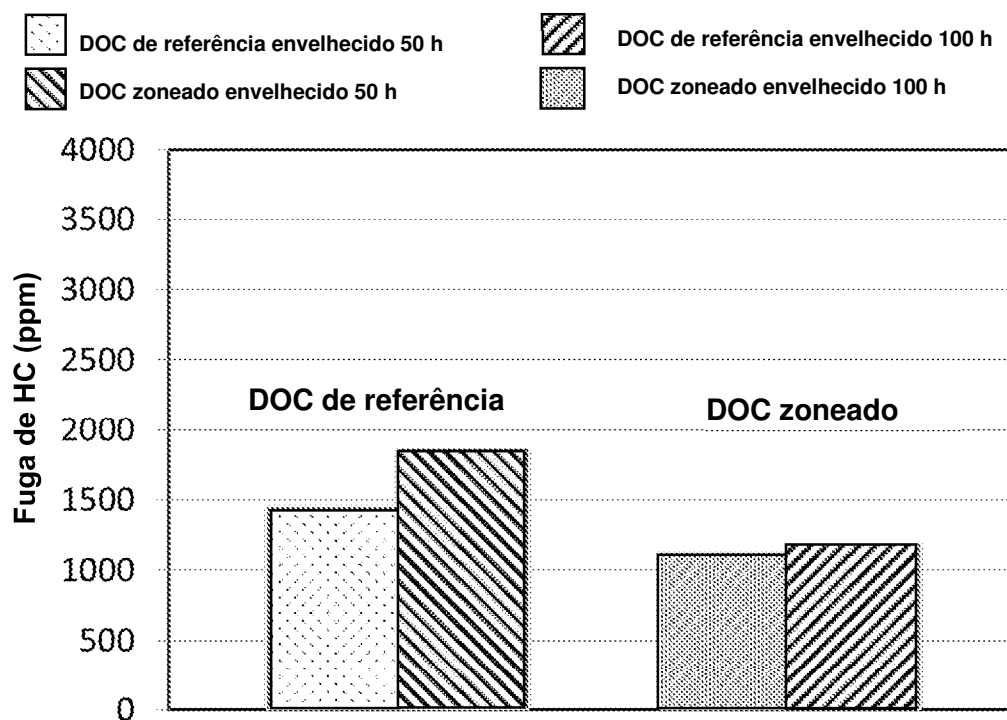


Figura 8

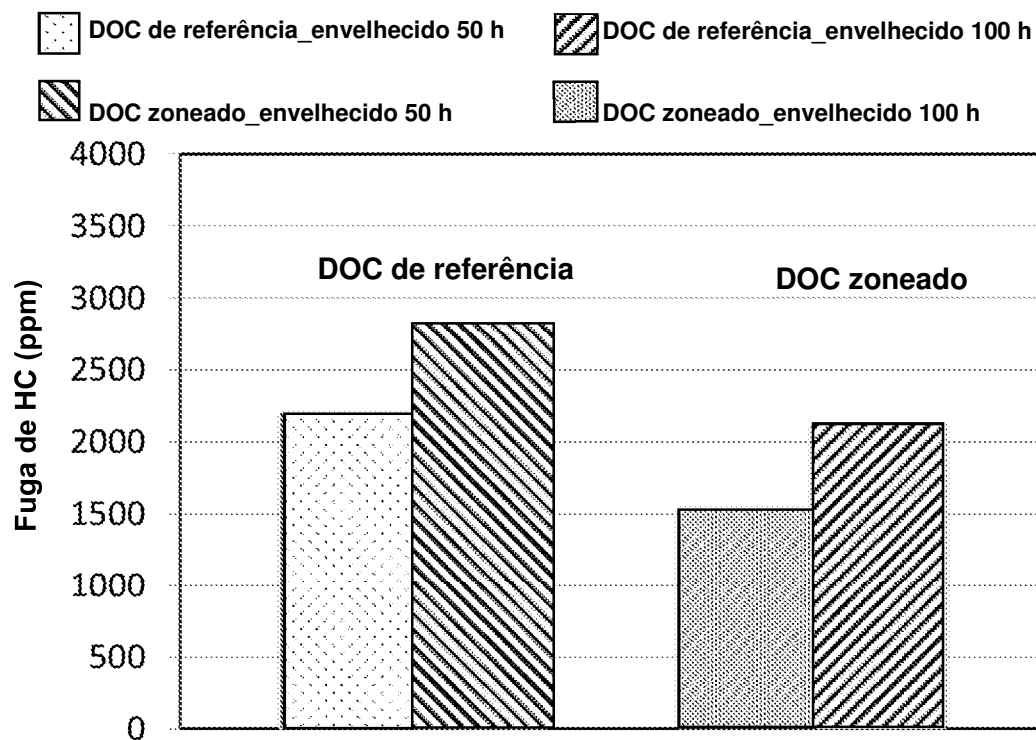


Figura 9

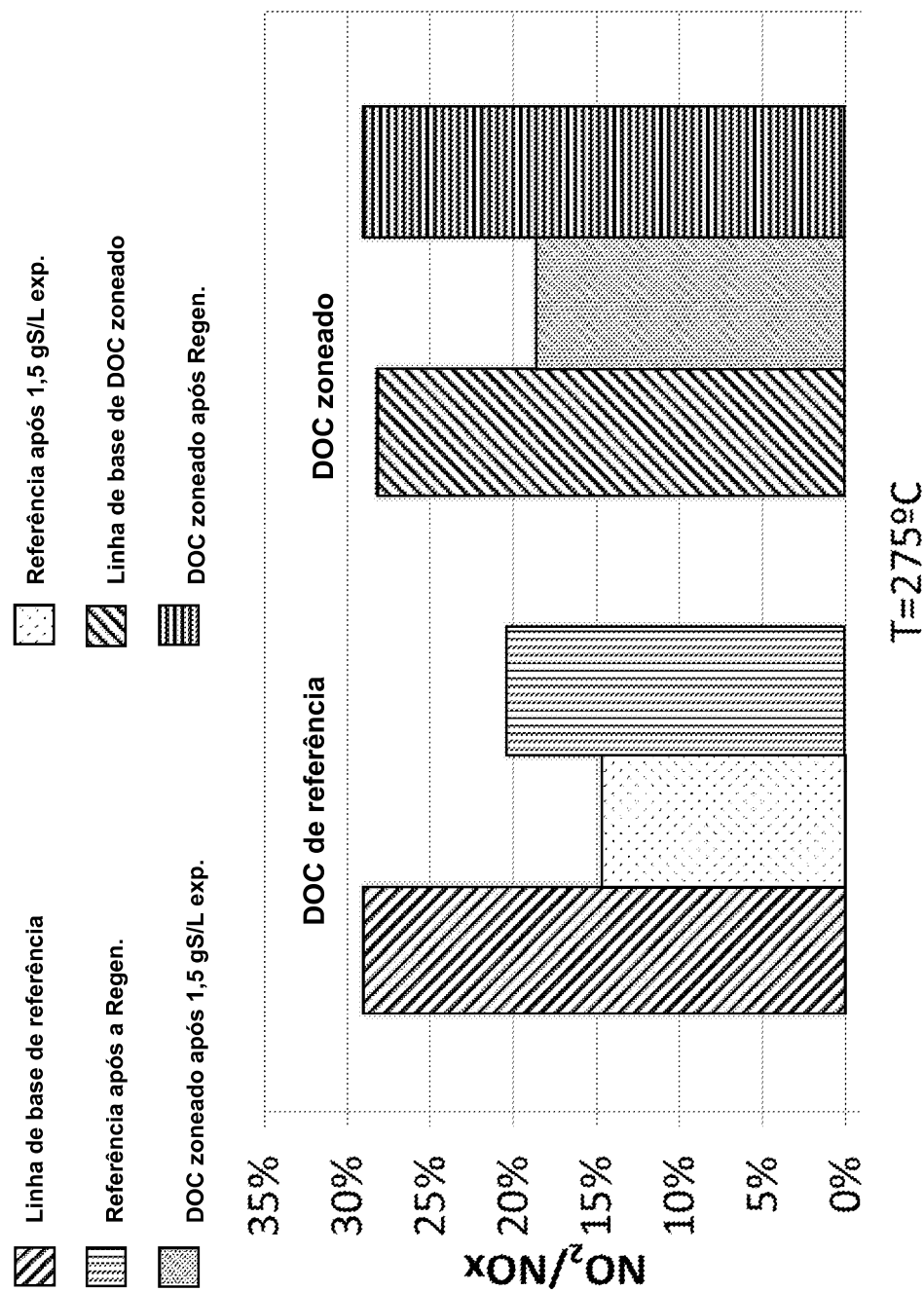


Figura 10