

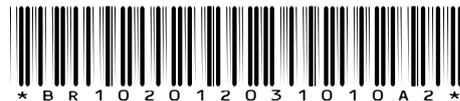


República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) BR 10 2012 031010-4 A2

(22) Data de Depósito: 05/12/2012

(43) Data da Publicação: 02/09/2014
(RPI 2278)



(51) Int.Cl.:

C07C 37/04

B01J 35/02

B01J 32/00

B01J 23/54

(54) Título: PREPARAÇÃO DE CATALISADOR SUPORTADO ATIVO PARA DECOMPOSIÇÃO DE "NO" UTILIZANDO NANOPARTÍCULAS DE METAIS DE TRANSIÇÃO E CATALISADOR ASSIM OBTIDO

(73) Titular(es): Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

(72) Inventor(es): Alex Sandre Kilian, Ione Maluf Baibich, Jonder Morais, Marcus Vinícius Castegnaro, Maria do Carmo Martins Alves

(57) Resumo: PREPARAÇÃO DE CATALISADOR SUPORTADO ATIVO PARA DECOMPOSIÇÃO DE "NO" UTILIZANDO NANOPARTÍCULAS DE METAIS DE TRANSIÇÃO E CATALISADOR ASSIM OBTIDO. A presente invenção refere-se a um método para preparação de catalisador heterogêneo utilizando nanopartículas de metais de transição obtidas por via química, baseado na adsorção da solução coloidal contendo as nanopartículas no suporte. O catalisador é ativo para reação de decomposição direta de NO desde temperaturas próximas à temperatura ambiente até temperaturas elevadas.

Relatório Descritivo de Patente de Invenção

PREPARAÇÃO DE CATALISADOR SUPORTADO ATIVO PARA DECOMPOSIÇÃO DE “NO”
UTILIZANDO NANOPARTÍCULAS DE METAIS DE TRANSIÇÃO E CATALISADOR ASSIM
OBTIDO

5 **Campo da Invenção**

A presente invenção refere-se a um método para preparação de catalisador heterogêneo utilizando nanopartículas de metais de transição obtidas por via química, baseado na adsorção da solução coloidal contendo as nanopartículas no suporte. O catalisador é ativo para reação de decomposição
10 direta de NO desde temperaturas próximas à temperatura ambiente até temperaturas elevadas.

Antecedentes da Invenção

A pesquisa relacionada à decomposição de NO é extensa, sendo que sistemas catalíticos típicos usados nesta reação são baseados em metais de
15 transição e/ou seus óxidos suportados em materiais como Al_2O_3 , TiO_2 , CeO_2 , zeólitas e carvão. No entanto, o método de preparação desses catalisadores tipicamente envolve a impregnação do suporte com soluções complexas contendo metais de transição (organometálicos, por exemplo), e posterior redução do metal utilizando aquecimento em altas temperaturas sob atmosfera
20 redutora. Não há registros do uso de um método de obtenção de catalisador heterogêneo baseado na impregnação do suporte com os metais previamente reduzidos, e em dimensões manométricas (que são obtidas por redução química de sais metálicos utilizando reagentes não nocivos à saúde e ao meio ambiente), sem a necessidade de pré- ou pós-tratamento térmicos ou o uso de
25 atmosfera redutora. O método proposto é mais barato, simples e, por reduzir a quantidade de resíduos produzidos, mais eficiente e ecologicamente correto.

Além disso, os catalisadores resultantes são ativos para decomposição de NO mesmo em temperaturas moderadas (próximas à temperatura ambiente) e sem o uso de agentes redutores, enquanto a maioria dos

catalisadores relatados na literatura apresenta bons resultados somente em altas temperaturas e utilizando H_2 , NH_3 ou algum outro agente redutor.

A busca no estado da técnica apontou alguns documentos relevantes citando métodos de obtenção de catalisadores suportados, que serão descritos a seguir.

O documento PI 0800971-6 “Método de Preparo de Catalisador Suportado Utilizando Nanopartículas de Metais Nobres e Catalisador Assim Obtido” revela um método de obtenção de catalisador suportado aplicável à indústria do petróleo utilizando nanopartículas de metal nobre. A incorporação das nanopartículas ao suporte envolve a dispersão delas em líquido iônico e posterior incorporação pelo método sol-gel, enquanto no documento PI 0800971-6 “Método de Preparo de Catalisador Suportado Utilizando Nanopartículas de Metais Nobres e Catalisador Assim Obtido” é utilizado o método sol-gel.

O documento PI 0904229-6 “Catalisador Contendo Platina e Paládio para a Redução Seletiva de NO_x com Hidrogênio (H_2 -SCR)” consiste na obtenção de catalisadores de metais (Pt e Pd) suportados aplicáveis na reação de redução seletiva de NO utilizando H_2 como agente redutor.

No documento KR 20100068011 “Bi-functional Catalyst for Decomposing and Oxidizing Nitric Oxide Simultaneously and its Preparation Method Therein” os catalisadores descritos são constituídos de um suporte de óxido (TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 ou Al_2O_3), um metal reativo (Pt, Pd, Rh, Ru ou Ag) e um cocatalisador constituído de um metal ou óxido metálico. É um tipo de catalisador cuja síntese é mais complexa e dispendiosa do que a que estamos propondo. Além disso, a reação na qual os catalisadores descritos na KR 20100068011 “Bi-functional Catalyst for Decomposing and Oxidizing Nitric Oxide Simultaneously and its Preparation Method Therein” são utilizados, leva à formação de NO_2 , um gás extremamente tóxico, capaz de causar lesões celulares graves em qualquer tecido humano.

O documento US 2010190642 “Catalyst for Decomposition of Nitrogen

Oxides” apresenta um método de obtenção de catalisadores ativos para decomposição de NO em temperatura ambiente e sem uso de agentes redutores. O método é baseado no aquecimento em temperaturas entre 600 e 800°C e sob atmosfera inerte de pelo menos um metal nobre e pelo menos um
5 óxido metálico.

Os documentos US 2012115715 “Method for Producing a Supported Metal Nitrate”, US 2009305881 “Metal Nitrate Conversion Method” e CN 101346181 “Metal Nitrate Conversion Method” descrevem métodos para obtenção de catalisadores de óxidos metálicos a partir do tratamento térmico
10 do suporte impregnado com um nitrato do metal.

O método descrito na presente patente é um método barato, simples e, por reduzir a quantidade de resíduos produzidos é mais eficiente e ecologicamente correto. Em acréscimo a isso, os catalisadores obtidos mostraram-se ativos para a decomposição de NO mesmo em reações feitas
15 em temperaturas próximas à temperatura ambiente e sem a necessidade do uso de agentes redutores, como na maior parte dos demais sistemas catalíticos já propostos no estado da técnica. No método proposto na presente patente, as partículas metálicas estão dispersas em água. A incorporação das nanopartículas ao suporte é baseada na simples absorção seguida de lavagem
20 e secagem em temperatura ambiente. Os catalisadores obtidos pelo método descrito na presente patente são ativos na decomposição direta do NO, ou seja, não requer o uso de agentes redutores, além disso, não há formação de NO₂, apenas de N₂, O₂ e N₂O (e CO₂, nos testes feitos em altas temperaturas), que são compostos não perigosos à saúde.

Do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva
25 frente ao estado da técnica.

30 **Sumário da Invenção**

O presente processo é baseado na síntese verde e simples de nanopartículas metálicas e na preparação de catalisadores ativos na reação de decomposição de NO a partir da adsorção do coloide contendo as nanopartículas previamente sintetizadas, sem a necessidade do emprego de processos térmicos ou de atmosfera redutora, como no caso dos métodos comumente utilizados para obter esse tipo de catalisador heterogêneo. Além de ser um método não explorado, é simples e eficiente, gerando catalisadores cujas partículas metálicas são obtidas antes de sua interação com o suporte, facilitando sua caracterização e o controle de suas propriedades. Além disso, os catalisadores obtidos mostraram-se ativos para a reação de decomposição do NO mesmo em temperaturas próximas à temperatura ambiente e sem requerer o emprego de agentes redutores, enquanto a maioria dos catalisadores comerciais é ativa em altas temperaturas e o processo de conversão do NO envolve a adição de algum agente redutor, como H₂, NH₃ ou CO, por exemplo.

A forma como os catalisadores são obtidos descarta a necessidade do uso de compostos perigosos à saúde e à natureza (como muitos organometálicos) e de processos mais demorados, caros e energeticamente dispendiosos (como a calcinação e a redução em atmosfera inerte). Além disso, por este processo, pode-se controlar as propriedades das nanopartículas metálicas (fundamentais para a atividade catalítica do produto final) durante sua síntese, obtendo, sempre pelo mesmo método de preparação aqui proposto, catalisadores com propriedades distintas e facilmente controladas, como quantidade de metal dispersa no suporte, tamanho e composição das nanopartículas metálicas. Acrescenta-se que a síntese das nanopartículas é simples, barata e ecologicamente amigável.

A facilidade de obtenção das nanopartículas e de preparação dos catalisadores possibilita a síntese em larga escala de catalisadores cujas aplicações incluem, de modo não limitante, o controle de emissões de NO provenientes tanto de fontes estacionárias (setor industrial) como de fontes

móveis (setor de transporte de pessoas e carga).

Os catalisadores obtidos no processo descrito nesta invenção podem ser usados na decomposição de NO proveniente de plantas industriais (como na indústria petroquímica, nas plantas industriais de obtenção de fertilizantes ou em quaisquer plantas cujos processos gerem NO em seus gases de exaustão) ou de quaisquer processos que envolvam altas temperaturas. Além disso, podem ser aplicados como catalisadores ou co-catalisadores no tratamento dos gases de exaustão de motores de combustão interna, tanto do Ciclo Otto, como do Ciclo Diesel. Especialmente no caso dos motores que operam segundo o Ciclo Diesel e utilizam biodiesel como combustível, caso em que as emissões de NO_x são altas, o uso dos catalisadores obtidos pelo presente método pode representar vantagens na eficiência do controle da quantidade de NO_x nos gases de exaustão.

Descrição Detalhada da Invenção

A preparação dos catalisadores consiste em dois processos simples e independentes: a) síntese das nanopartículas (NPs) de metais e b) preparação dos catalisadores.

Etapa a) Primeiramente é obtido um coloide contendo as NPs através de uma redução feita a temperatura ambiente de uma solução aquosa 0,025 – 0,01 mmol do sal do metal que se pretende utilizar como catalisador, utilizando citrato de sódio 0,15 – 0,8 mmol como estabilizante e ácido ascórbico 3 – 11 mmol como redutor. A síntese é feita em um reator simples, a solução de citrato de sódio é adicionada à solução aquosa do sal do metal que se pretende utilizar como catalisador sob agitação constante. Em seguida, a solução de ácido ascórbico é adicionada e a solução resultante é mantida sob agitação por 10 minutos e, posteriormente, deixada em repouso por mais 80 minutos. Neste ponto, o coloide contendo as NPs está pronto para a etapa de preparação do catalisador NPs/CA.

Etapa b) As massas de carvão ativado adicionada ao coloide determinam a carga metálica dos catalisadores. Uma faixa de 100 - 200 mg de

carvão podem ser utilizadas para obter catalisadores NPs/CA com 3 % - 1,5 % em massa de NPs, respectivamente. No entanto, podem-se preparar catalisadores com diferentes cargas metálicas através da escolha da quantidade de carvão adicionada ao coloide, desde que a massa de carvão seja maior do que 25 mg. Por exemplo, para obter, a partir do coloide cuja síntese foi descrita anteriormente, um catalisador com cargas de 1 % e de 5 % de Pd em massa deve-se utilizar 66,7 mg e 333,3 mg de carvão ativado, respectivamente. A determinação da massa é feita pela relação entre as massas molares do sal do metal que se pretende utilizar como catalisador e do carvão ativado e sua verificação pode ser feita pela técnica de espectrometria de energia dispersiva (EDS). Para tanto, determinada quantidade de carvão ativado comercial é adicionada ao coloide obtido na etapa anterior (a) de modo a obter a carga metálica desejada no catalisador final. A solução contendo as NPs dispersas em água (i.e., o coloide) e o carvão ativado é mantida sob agitação por 30 minutos, visando a total adsorção das NPs no carvão ativado. Em seguida, a solução é centrifugada a 4000 rpm e lavada com água deionizada e álcool isopropílico para retirar os resíduos dos reagentes utilizados na síntese.

De forma análoga, podem ser obtidos catalisadores de outros metais nobres e com diferentes cargas metálicas. Metais como, paládio, platina, prata, cobre, ródio, rutênio, ouro, molibdênio, tungstênio, bismuto, assim como ligas metálicas contendo um ou mais destes metais em quaisquer proporções. Os metais supracitados podem ser eficientemente suportados não apenas em carvão ativado, mas também em carvão não ativado, sílica, titânia, alumina, céria, zeólitas e outras matrizes cerâmicas quimicamente compatíveis.

Os catalisadores são utilizados na decomposição catalítica direta de NO, podendo ser, também, sem mudanças no método, utilizados para obter catalisadores aplicáveis a outros tipos de processos catalíticos, como a redução catalítica seletiva de óxidos de nitrogênio (i.e., NO_x), que utiliza a

adição de agentes redutores (como H₂, CO, NH₃, ureia ou hidrocarbonetos), ou o controle de emissões compostas por NO_x, SO_x e hidrocarbonetos.

Para permitir uma melhor compreensão da presente invenção e demonstrar claramente os avanços técnicos obtidos, são apresentados abaixo exemplos, não limitantes, de uma possível execução da presente invenção descrita.

Exemplo 1: Síntese dos catalisadores Pd/CA

Nos dois catalisadores deste exemplo, as nanopartículas de Pd foram obtidas pela reação de uma solução aquosa de 0,06 mmol de PdCl₂, 0,6 mmol de citrato de sódio e 10 mmol de ácido ascórbico em temperatura ambiente por 90 minutos.

As nanopartículas obtidas nesta síntese foram caracterizadas por microscopia eletrônica de transmissão (microscópio JEM 1200 EXII, operando a 100 kV). Uma imagem representativa da amostra aparece na Figura 1 junto com a distribuição de tamanhos das partículas.

Para a preparação dos catalisadores, a adsorção total do coloide no carvão ativado ocorre para qualquer massa de carvão acima de 25 mg. A escolha da massa de carvão é determinada pela carga metálica que se quer para o catalisador, devendo ser tanto maior quanto menor a quantidade relativa de metal que se quer no catalisador. Nos catalisadores descritos neste exemplo, utilizou-se 100 mg e 200 mg de carvão para obter os catalisadores com 3 % e 1.5 % de Pd em massa. Estes valores de carga metálica foram verificados por espectrometria de energia dispersiva (EDS). Os valores encontrados foram 3,24 % e 1,33 %. A diferença entre os valores esperados e os valores obtidos está dentro da faixa de incerteza relativa à medida, indicando que o método de preparação possibilita o controle da carga metálica presente nos catalisadores.

Os catalisadores também foram caracterizados por difração de raios-X (difratômetro D500 Siemens usando radiação Cu K α , $\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$). O difratograma obtido para o catalisador com 3 % de Pd aparece na Figura 2. Note-se a presença dos picos característicos do Pd metálico ($2\theta = 40,1^\circ, 46,6^\circ,$

68,1°, 82,1° e 86,6°), confirmando a eficiente adsorção das NPs de Pd no carvão ativado, e de um pico alargado ($2\theta \sim 23^\circ$), característico do suporte amorfo.

Os catalisadores também foram caracterizados por espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS). O espectro da região Pd 3d aparece na Figura 3. Note-se que o estado químico predominante é o de Pd metálico.

Exemplo 2: Síntese dos catalisadores Pt/CA

Nos dois catalisadores deste exemplo, as nanopartículas de Pt foram obtidas pela reação de uma solução aquosa de 0,06 mmol de K_2PtCl_6 , 0,6 mmol de citrato de sódio e 10 mmol de ácido ascórbico em temperatura ambiente por 90 minutos. A Figura 4 mostra uma imagem de MET das nanopartículas de Pt obtidas.

Catalisadores com 6% e 2% de Pt em massa foram obtidos pela adsorção da solução coloidal das nanopartículas de Pt no suporte. Para isso, 100 mg (para 6 %) e 300 mg (para 2 %) de carvão ativado foram adicionadas às soluções, que foram mantidas sob agitação por 30 minutos por 30 minutos. Em seguida, as soluções foram centrifugada a 4000 rpm e lavadas com água deionizada e álcool isopropílico para retirar os resíduos dos reagentes utilizados na síntese. O difratograma de raios-X apresentado na Figura 5 mostra os picos principais relacionados a platina metálica, indicando que a adsorção das nanopartículas no suporte foi eficiente.

Exemplo 3: Síntese dos catalisadores Ag/CA

No catalisador deste exemplo, as nanopartículas de Ag foram obtidas pela reação de uma solução aquosa de 0,04 mmol de $AgNO_3$, 0,6 mmol de citrato de sódio e 10 mmol de ácido ascórbico em temperatura ambiente por 48 horas. A Figura 6 mostra uma imagem de MET das nanopartículas de Ag obtidas.

O catalisador foi obtido pela adição de 200 mg de carvão à solução contendo as nanopartículas de Ag. A mistura foi mantida sob agitação por 30 minutos, posteriormente foi centrifugada a 4000 rpm e lavadas com água

deionizada e álcool isopropílico. O difratograma de raios-X apresentado na Figura 7 mostra os picos principais relacionados a prata metálica, indicando que a adsorção das nanopartículas no suporte foi eficiente.

Exemplo 4: Síntese dos catalisadores Cu/CA

5 No catalisador deste exemplo, as nanopartículas de Cu foram obtidas pela reação de uma solução aquosa de 0,07 mmol de CuCl_2 , 0,6 mmol de citrato de sódio e 10 mmol de ácido ascórbico em temperatura ambiente por 3 horas. A Figura 8 mostra uma imagem de MET das nanopartículas de Cu obtidas.

10 O catalisador foi obtido pela adição de 100 mg de carvão à solução contendo as nanopartículas de Cu. A mistura foi mantida sob agitação por 30 minutos, posteriormente foi centrifugada a 4000 rpm e lavadas com água deionizada e álcool isopropílico. O difratograma de raios-X apresentado na Figura 9 mostra os picos principais relacionados ao cobre metálico, indicando
15 que a adsorção das nanopartículas no suporte foi eficiente.

Exemplo 5: Reações de decomposição do NO

As reações de decomposição do NO acontecem em um reator de leito fixo de quartzo (diâmetro de 1 cm) com fluxo contínuo de $72,5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ de 500 ppm de NO em He, durante 200 - 250 min. Antes do início de cada reação, os
20 catalisadores são tratados na temperatura de reação e sob fluxo contínuo de $28 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ de H_2 , por 30 min, para reduzir os sítios oxidados pela exposição ao ar. As condições de reação descritas acima foram escolhidas de modo a possibilitar a comparação com outros sistemas já testados, no entanto, tanto o
25 fluxo de NO, como a concentração de NO no gás de reação e o tempo e temperatura de reação podem ser variados. Além disso, o reator utilizado pode ter as dimensões julgadas apropriadas. No caso do nosso reator, as dimensões foram escolhidas tendo em mente o tamanho do forno disponível para os testes de provas de conceito.

Os gases efluentes da reação foram analisados por um espectrômetro
30 de infravermelho modelo MB-100-BOMEM. As bandas de estiramento do NO

(1955-1750 cm^{-1}), NO_2 (1658-1565 cm^{-1}), N_2O (2266-2159 cm^{-1}) e CO_2 (2397-2283 cm^{-1}) foram monitoradas a cada 5 min de reação. As concentrações destes gases foram obtidas a partir dos valores de absorbância medidos no espectrômetro.

5 Foi verificado que os catalisadores de Pd/CA são ativos para decomposição direta do NO na faixa de temperatura entre a temperatura ambiente e 400°C (como pode ser visto nas Figuras 10a e 10b), apresentando dois regimes de funcionamento:

a) em temperaturas menores do que 300°C, os catalisadores provêm a decomposição total do NO por determinado tempo (até 150 minutos) e, depois disso, desativam devido à oxidação dos sítios ativos pela ligação com o O resultante da dissociação do NO. Como consequência deste comportamento, os catalisadores Pd/CA são seletivos para a formação de N_2O e N_2 , que são gases não nocivos. Comparando os catalisadores com diferentes massas de Pd, observou-se que a conversão total ocorreu por tempos mais longos para a reação feita a 100°C com o catalisador com 1,5 % de Pd em massa, como pode ser observado na Figura 11.

b) Na reação feita a 300 °C, o catalisador com 3 % em massa de Pd mostrou-se mais ativo, tendo apresentado taxa de conversão maior do que 50 % durante cerca de 200 minutos de reação. Em temperaturas acima ou igual a 300°C, o comportamento dos catalisadores Pd/CA é influenciado pelo suporte, visto que os sítios oxidados (devido à presença do O que não é desorvido da superfície do catalisador) são reduzidos pela interação com o suporte em altas temperaturas. Isso resulta na formação de CO_2 e na regeneração dos catalisadores. A Figura 12 compara as curvas de conversão de NO, formação de N_2O e de CO_2 . Note-se que o início da formação de CO_2 coincide com o aumento da atividade do catalisador, indicando a relação entre a formação de NO e a regeneração do catalisador.

Os resultados da atividade catalítica com os catalisadores Ag/CA (Figura 13) e Pt/CA (Figura 14) deram resultados semelhantes, mostrando que o

método de obtenção dos catalisadores é eficiente também para outros metais e que os catalisadores obtidos são ativos para a decomposição direta do NO.

Descrição detalhada das figuras

5 Figura 1: Imagem de MET representativa das nanopartículas de Pd obtidas pelo método descrito e histograma da distribuição de larguras das partículas observadas.

Figura 2: Padrão de difração de raios-X do catalisador Pd/CA. As linhas verticais indicam as posições dos principais picos de difração do Pd metálico segundo a base de dados JCPDS-ICDD.

10 Figura 3: Espectro de XPS da região Pd 3d do catalisador Pd/CA. As linhas verticais indicam as energias de ligação das componentes observadas.

Figura 4: Imagem de MET representativa das nanopartículas de Pt obtidas pelo método descrito.

15 Figura 5: Padrão de difração de raios-X do catalisador Pt/CA. As linhas verticais indicam as posições dos principais picos de difração da Pt metálica segundo a base de dados JCPDS-ICDD.

Figura 6: Imagem de MET representativa das nanopartículas de Ag obtidas pelo método descrito.

20 Figura 7: Padrão de difração de raios-X do catalisador Ag/CA. As linhas verticais indicam as posições dos principais picos de difração da Ag metálica segundo a base de dados JCPDS-ICDD.

Figura 8: Imagem de MET representativa das nanopartículas de Cu obtidas pelo método descrito.

25 Figura 9: Padrão de difração de raios-X do catalisador Cu/CA. As linhas verticais indicam as posições dos principais picos de difração do Cu metálico segundo a base de dados JCPDS-ICDD.

Figura 10: Curvas de conversão de NO em função do tempo para reações feitas com o catalisador contendo 3 % de Pd em massa em temperaturas entre 50 °C e 200°C (a) e entre 250 °C e 400 °C (b).

Figura 11: Curvas de conversão de NO em função do tempo para reações feitas com os catalisadores contendo 1,5 % e 3 % de Pd em massa em temperaturas de 100°C e 300°C

Figura 12: Relação entre formação de CO₂ e a atividade do catalisador contendo 1,5 de Pd em massa na temperatura de 300°C.

Figura 13: Curvas de conversão de NO em função do tempo para reações feitas com os catalisadores Ag/CA nas temperaturas de 100°C e 300°C.

Figura 14: Curvas de conversão de NO em função do tempo para reações feitas com o catalisador contendo 2 % de Pt em massa em temperaturas de 50°C, 100°C, 150°C e 200°C.

Reivindicações

1. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido **caracterizado** pelas etapas:
 - a) síntese das nanopartículas (NPs) de metais;
 - b) preparação dos catalisadores.
2. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela etapa a) da síntese compreender o uso de uma solução aquosa do sal do metal ativo, citrato de sódio e ácido ascórbico.
3. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado** pelo metal ativo compreender pelo menos um do grupo: paládio, platina, prata, cobre, ródio, rutênio, ouro, molibdênio, tungstênio, bismuto, assim como ligas metálicas contendo um ou mais destes metais em quaisquer proporções.
4. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido de acordo com as reivindicações 1 - 3, **caracterizado** pela etapa a) compreender:
 - i) mistura dos componentes
 - ii) agitação
 - iii) repouso para a formação das nanopartículas
5. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela etapa b) da síntese compreender o uso de uma matriz sólida selecionada dentre o conjunto de:

carvão ativado ou não ativado, sílica, titânia, alumina, céria, zeólitas ou quaisquer outras matrizes sólidas quimicamente compatíveis.

6. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido de acordo com as reivindicações 1-5, **caracterizado** por compreender a mistura entre as nanopartículas metálicas obtidas na etapa a) da reivindicação 1 e a matriz sólida.

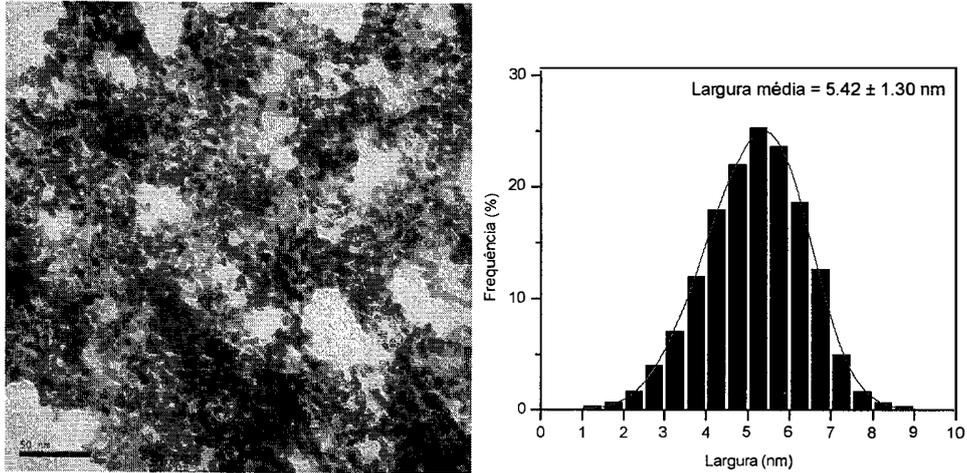
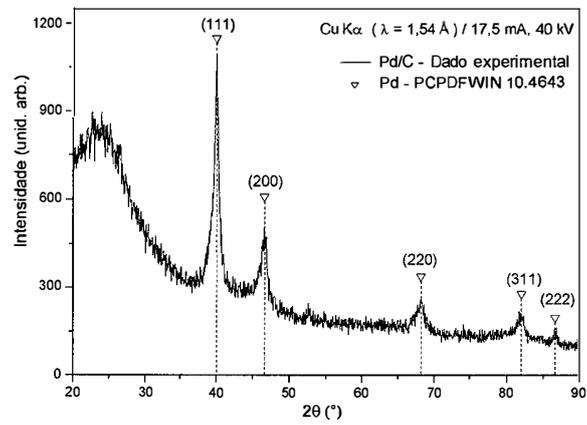
7. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** por compreender:

i) agitação

ii) centrifugação

iii) lavagem com água deionizada e álcool isopropílico

8. Preparação de catalisador suportado ativo para decomposição de "NO" utilizando nanopartículas de metais de transição e catalisador assim obtido, **caracterizado** por ser utilizado para a decomposição de NO_x , SO_x e hidrocarbonetos.

Figuras*Figura 1**Figura 2*

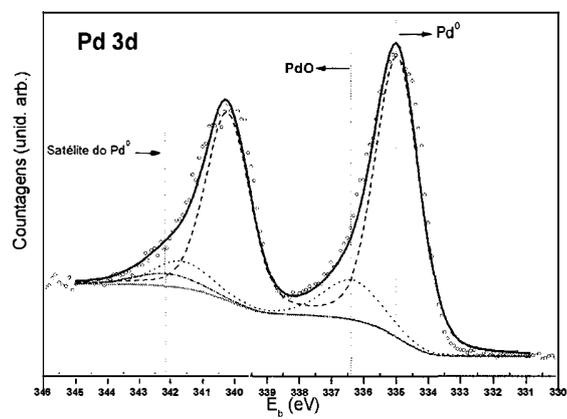


Figura 3

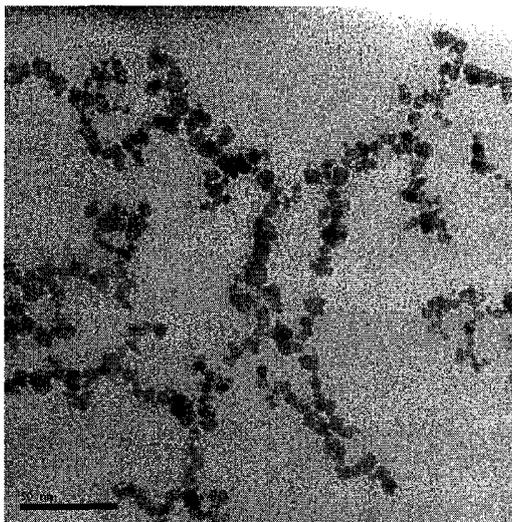


Figura 4

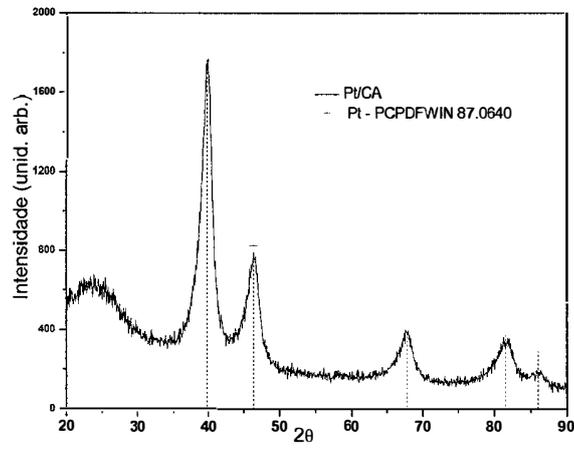


Figura 5

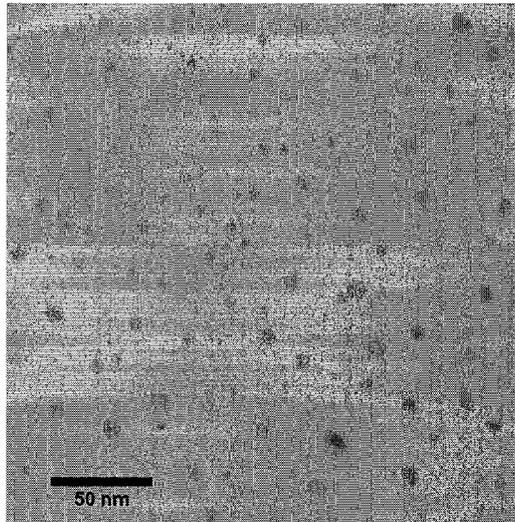


Figura 6

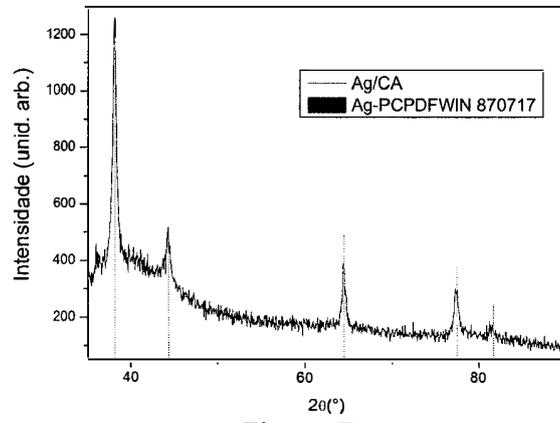


Figura 7

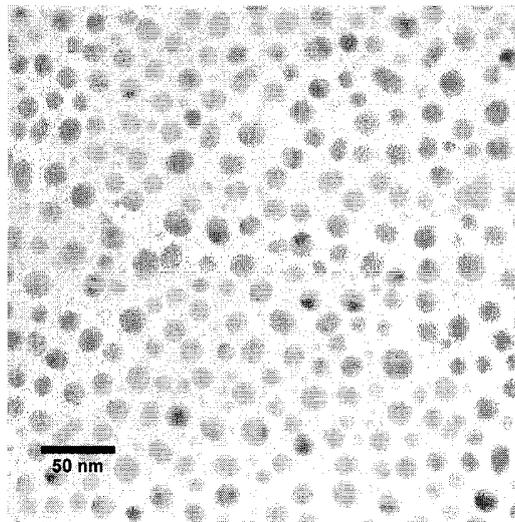


Figura 8

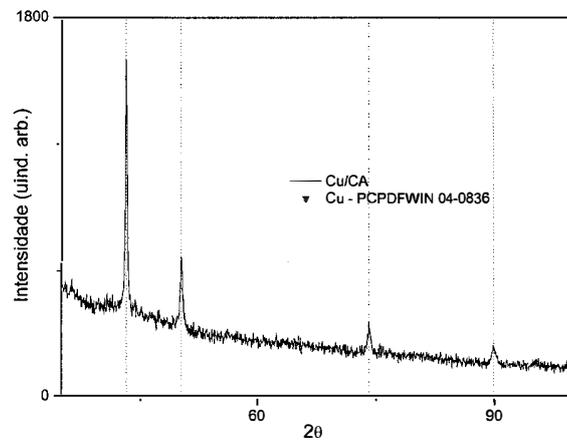


Figura 9

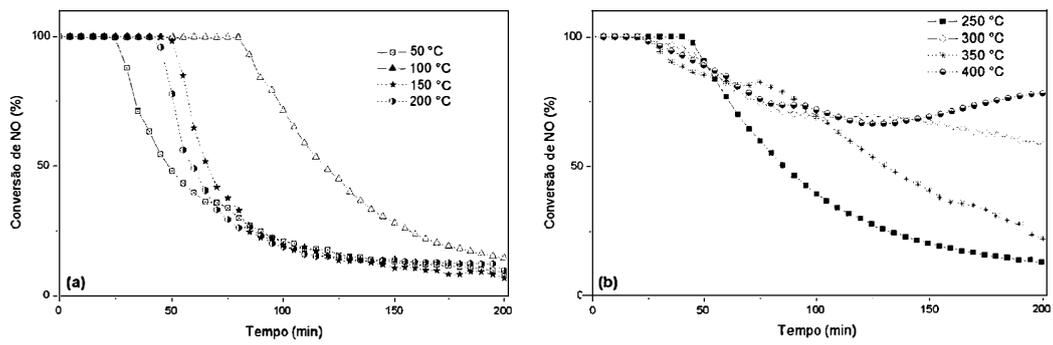


Figura 10

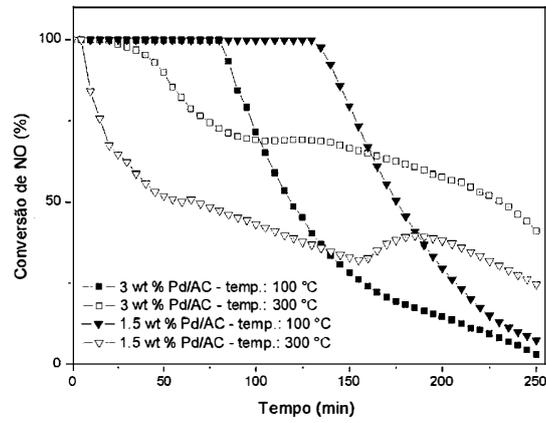


Figura 11

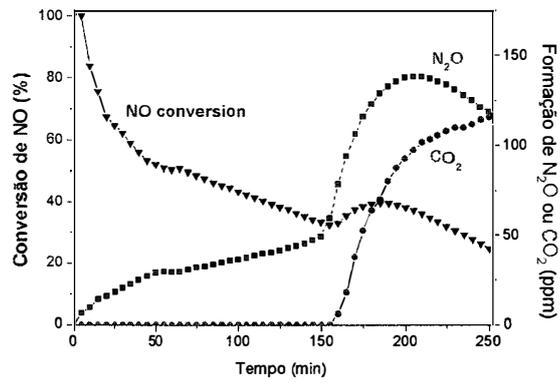


Figura 12

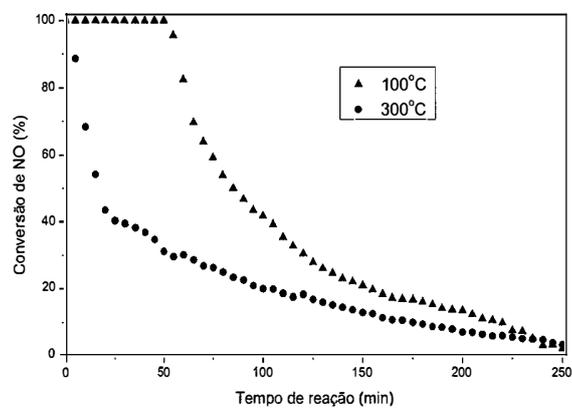


Figura 13

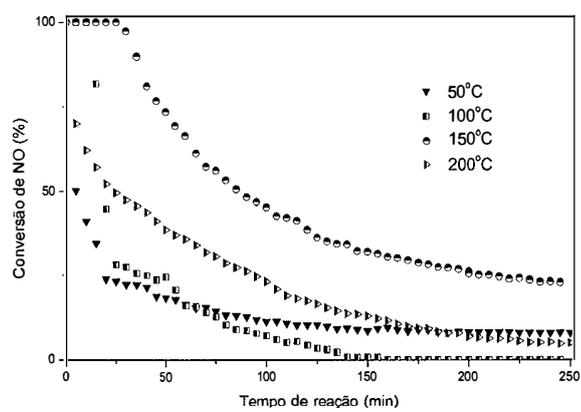


Figura 14

Resumo

PREPARAÇÃO DE CATALISADOR SUPORTADO ATIVO PARA DECOMPOSIÇÃO DE “NO”
UTILIZANDO NANOPARTÍCULAS DE METAIS DE TRANSIÇÃO E CATALISADOR ASSIM
OBTIDO

A presente invenção refere-se a um método para preparação de catalisador heterogêneo utilizando nanopartículas de metais de transição obtidas por via química, baseado na adsorção da solução coloidal contendo as nanopartículas no suporte. O catalisador é ativo para reação de decomposição direta de NO desde temperaturas próximas à temperatura ambiente até temperaturas elevadas.