



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

(21) **PI 0612811-4 A2**

(22) Data de Depósito: 10/07/2006
(43) Data da Publicação: 02/10/2012
(RPI 2178)



(51) *Int.Cl.:*
C01B 15/00
C01B 15/01
C01B 15/029
B01J 23/38
B01J 23/44
B01J 23/48
B01J 23/52

(54) **Título:** CATALISADOR DE FORMAÇÃO DE H₂O₂, MÉTODO PARA FABRICAR UM CATALISADOR, E, PROCESSO PARA A FORMAÇÃO DE H₂O₂

(30) **Prioridade Unionista:** 11/07/2005 GB 0514075.1

(73) **Titular(es):** UNIVERSITY COLLEGE CARDIFF CONSULTANTS LIMITED

(72) **Inventor(es):** ALBERT FREDERICK CARLEY, BENJAMIN EDUARDO SOLSONA ESPRIU, GRAHAM JOHN HUTCHINGS, JENNIFER KELLY EDWARDS

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT GB2006002546 de 10/07/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/007075de 18/01/2007

(57) **Resumo:** CATALISADOR DE FORMAÇÃO DE H₂O₂, MÉTODO PARA FABRICAR UM CATALISADOR, E, PROCESSO PARA A FORMAÇÃO DE H₂O₂. Um catalisador eficaz para a reação direta de hidrogênio e oxigênio para formar peróxido de hidrogênio compreende partículas de ouro, paládio ou, preferivelmente, ouro e paládio depositados sobre um suporte lavado com ácido. Surpreendentemente, a alta seletividade para a produção de peróxido de hidrogênio é observada, com baixa decomposição de peróxido de hidrogênio. Os catalisadores têm um período de vida prolongado.

“CATALISADOR DE FORMAÇÃO DE H₂O₂, MÉTODO PARA FABRICAR UM CATALISADOR, E, PROCESSO PARA A FORMAÇÃO DE H₂O₂”

5 A presente invenção diz respeito a melhoramentos nos catalisadores, especialmente para a produção de peróxido de hidrogênio; mais especialmente diz respeito à produção catalítica de peróxido de hidrogênio mediante reação direta do hidrogênio e oxigênio.

10 O método padrão de produção em grande escala para o peróxido de hidrogênio envolve o uso de antraquinona como um intermediário. Este processo é intensivo quanto à energia. Tem havido considerável estudo durante os últimos 10 a 15 anos de processos alternativos para oxidação direta do hidrogênio por oxigênio, mas estes não foram, segundo nosso conhecimento, comercializados com sucesso. Existem preocupações compreensíveis quanto ao perigo de se operar com misturas
15 explosivas de hidrogênio e oxigênio. Como exemplos de recentes publicações neste campo, mencionamos, em particular, a USP 5.135.731, em que os gases contendo hidrogênio e oxigênio são reagidos na presença de um meio aquoso de reação, um ácido, um promotor, um fosfonato multifuncional e um catalisador, por exemplo Pd e/ou Pt que podem estar sobre um suporte tal
20 como carvão, alumina, sílica, resinas de troca de íons e outros suportes convencionais. A USP 4.832.938 é outro conceito que envolve reagir hidrogênio com oxigênio em um meio de reação aquoso não tendo nenhum, ou menos do que 2 %, de conteúdo orgânico, uma fonte de prótons e íons de cloro ou bromo, e um catalisador combinado de Pt/Pd. O catalisador pode ser
25 suportado sobre carvão, sílica ou alumina. A USP 4.009.252 também descreve um sistema de meio aquoso com o uso de um catalisador de metal do grupo da platina.

Mais recentemente, Landon *et al.* publicaram um documento em *Phys. Chem. Chem. Phys.* 5 917 estudando uma variedade

de catalisadores Au e Pd, e expondo que um catalisador de liga de ouro, especificamente 5 % em peso de Au-Pd (1:1 % em peso) suportado sobre alumina, é um catalisador ativo para a formação de H_2O_2 . Experimentos foram realizados com o uso de um meio de reação incluindo CO_2 supercrítico, mas os rendimentos globais foram baixos por causa da decomposição do H_2O_2 . Não obstante este trabalho acadêmico seja interessante, parece que altas seletividades ao H_2O_2 de 80 a 90 % podem ser obtidas em baixas temperaturas da ordem de 1 a $2^\circ C$, mas apenas com baixos rendimentos globais. Tais temperaturas baixas resultam em um processo intensivo de energia.

Dois outros documentos de patente são as USP 5.449.655 e EP 0 049 810. A USP 5.449.655 revela que os suportes de catalisadores de carvão ativado podem ser lavados em ácido para reduzir o conteúdo de cinzas, e que um tratamento adicional é desejável para melhorar o desempenho catalítico para hidrogenação das moléculas orgânicas após a deposição de um metal do grupo da platina sobre os suportes. O tratamento adicional adequadamente envolve o tratamento com um agente oxidante, tal como o peróxido de hidrogênio. Este documento não tem qualquer relação com a formação dos catalisadores quanto à formação do peróxido de hidrogênio mediante reação direta do hidrogênio e oxigênio. A EP 0 049 810 diz respeito a um melhoramento na produção do peróxido de hidrogênio, com o uso de um catalisador suportado por catalisador de paládio ou paládio-ouro, mediante seleção de catalisadores que apresentem decomposição reduzida de peróxido de hidrogênio. O catalisador melhorado é preparado pelo pré-tratamento do catalisador com um aldeído ou uma cetona e/ou ácido clorídrico. A presente invenção diz respeito não ao pré-tratamento do catalisador antes do uso no processo de peróxido de hidrogênio, mas no pré-tratamento do suporte, antes da formação do catalisador.

Permanece a necessidade de um catalisador comercialmente viável e de um processo de reação direta comercialmente viável para a produção do H_2O_2 .

5 Conseqüentemente a presente invenção fornece um catalisador de formação de H_2O_2 compreendendo partículas de ouro, paládio ou, de preferência, de ouro e paládio, depositadas sobre um suporte que tenha sido lavado com ácido antes da deposição do metal. Preferivelmente as partículas são de ouro e paládio, as quais podem, sobre certos suportes, ter um núcleo rico em ouro e uma casca rica em paládio.

10 O suporte é preferivelmente um material de suporte inorgânico, preferivelmente SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 ou Fe_2O_3 , ou pode ser um carvão ativado. A lavagem com ácido é adequadamente realizada com o uso de um ácido mineral, tal como o ácido clorídrico ou o ácido nítrico. De preferência, o ácido é ácido nítrico diluído, e os suportes são tratados, por exemplo, por 3 horas na temperatura ambiente. Procedimentos experimentais envolvidos de lavagem de suportes em várias concentrações de ácido (ver Figura 1 abaixo). Pode ser desejável usar um suporte de zeólito, e os zeólitos sintéticos tais como o zeólito beta ou o ZSM-5 são indicados, enquanto os testes indicam que o zeólito Y tende a romper.

20 Como aqui usada, a descrição de “núcleo” e “casca” inclui particularmente situações em que o núcleo físico de uma partícula de catalisador é um suporte de catalisador lavado com ácido tendo depositadas sobre sua superfície, as nanopartículas de metal em que tenha havido migração de ouro em direção ao núcleo das nanopartículas, e de paládio em direção à superfície das nanopartículas. Assim, uma casca rica em paládio circunda um núcleo rico em ouro. Convenientemente, o núcleo contém 50 %at ou mais de ouro, e a casca contém 50 %at ou mais de paládio.

Nos testes iniciais, os catalisadores ligados tinham uma carga de 2,5 % em peso de Au-2,5 % em peso de Pd, com os catalisadores

monometálicos comparativos de Au e Pd tendo cargas de 2,5 % em peso e 5 % em peso. Outras cargas de metal podem ser consideradas, em especial durante o desenvolvimento do catalisador direcionado à “economia” do metal precioso.

5 A invenção ainda fornece um método de fabricação de um tal catalisador de acordo com a invenção, compreendendo lavar com ácido um suporte de catalisador, depositar ouro e/ou paládio, convenientemente ouro e paládio simultaneamente, sobre o suporte lavado para formar um precursor de catalisador, e subseqüentemente tratar pelo calor, de
10 preferência em uma temperatura de 400°C ou acima, o precursor de catalisador para formar um catalisador contendo as partículas de ouro, de paládio, ou de outro e paládio.

 A presente invenção também fornece um processo para a produção de H₂O₂, compreendendo reagir hidrogênio com oxigênio na
15 presença de um meio de reação, preferivelmente um meio de reação aquoso, e na presença de um catalisador de acordo com a invenção.

 O meio de reação é convenientemente uma mistura de água/solvente orgânico, em que o solvente orgânico é miscível em água. Os solventes tais como metanol, etanol, álcool isopropílico e acetona são
20 adequados. Em certos testes, uma mistura de acetona/água foi observada aumentar a atividade do catalisador bi-metálico (ver Tabela 1 abaixo). No entanto, os estudos nos diferentes solventes (álcool isopropílico, etanol) não apresentaram qualquer promoção da atividade do catalisador. Os estudos nos efeitos dos solventes têm de ser realizados com o devido cuidado, por causa
25 da possível formação de espécies peróxi orgânicas, mas os estudos por ¹H RMN e ¹³C RMN com acetona e metanol têm mostrado conclusivamente que, sob as condições estabelecidas na Tabela 1, não existe nenhuma formação de tais espécies.

TABELA 1

Catalisador	Solvente	Temperatura / °C	Produtividade e Mol/kg _{cat} /h	Decomposição de H ₂ O ₂ ^a
2,5-2,5%Au-Pd/HZSM-5	Água+Metanol	2	52	nd
2,5-2,5%Au-Pd/HZSM-5 10%HNO ₃	Água+Metanol	2	87	nd
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	Água+Metanol	2	64	30
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	Água+Metanol	20	25	70
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂ 2%HNO ₃	Água+Metanol	2	80	ca 5
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂ 2%HNO ₃	Água+Metanol	20	100	35
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂ 2%HNO ₃	Água+Acetona	2	95	13
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂ 2%HNO ₃	Água+Acetona	20	125	nd
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂ 2%HNO ₃	Água+Acetona	40	64	nd

Tabela 1 - efeito do solvente e da temperatura sobre a síntese de H₂O₂ - todos os catalisadores calcinados ao ar em 3 horas a 400°C. Nota: a água constitui 2,9 g em todos os casos - solvente 5,6 g

Nota ^a: Experiências de decomposição de H₂O₂; 0,5 % em peso de H₂O₂ adicionado no início, sem O₂.

O uso do catalisador TiO₂ lavado com ácido nítrico resulta em atividade nas temperaturas de 2°C a 40°C (Tabela 1) sem sofrer uma perda maior na atividade, em comparação como catalisador lavado sem ácido.

5

Outros aspectos da presente invenção são apresentados nos Exemplos abaixo.

EXEMPLO 1 (COMPARATIVO)

Catalisadores de 2,5 % em peso de Au-2,5 % em peso de Pd foram preparados por impregnação de materiais de suporte adequados: carvão

(G60 comercialmente disponível), sílica e TiO_2 (principalmente anatase). Um método de umidade incipiente com o uso de soluções aquosas de PdCl_2 (Johnson Matthey) e $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Johnson Matthey) foi empregado. A pasta formada foi moída e secada em 80°C por 16 horas e calcinada em ar estático, tipicamente em 400°C por 3 horas.

10 mg do catalisador suportado de 2,5 % em peso de Au-2,5 % em peso de Pd foram carregados em uma autoclave contendo solvente (5,6 g de MeOH e 2,9 g de H_2O), o qual foi então enchido com 5 % de H_2/CO_2 e 25 % de O_2/CO_2 para dar uma relação de hidrogênio para oxigênio de 1:2, em uma pressão total de 3,7 MPa em 20°C . A agitação (1200 rpm) foi iniciada quando da obtenção da temperatura desejada (2°C), e as experiências foram realizadas por 30 minutos. A análise de gás quanto ao H_2 e O_2 foi realizada por cromatografia gasosa usando-se um detector de condutividade térmica. A conversão do H_2 foi calculada por análise gasosa antes e após a reação. A produção de H_2O_2 foi determinada por titulação de alíquotas da solução final filtrada com $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ (7×10^{-3} mol/litro). As soluções de $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ foram padronizadas em relação a $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ usando-se ferroína como indicador. Os seguintes resultados foram obtidos:

Catalisador	Produtividade $\text{Mol/kg}_{\text{car}}^{-1}\text{h}^{-1}$
2,5%Au2,5%Pd/ TiO_2	64
2,5%Au2,5%Pd/ Al_2O_3	15
2,5%Au2,5%Pd/G60	110
2,5%Au2,5%Pd/ SiO_2	108

20

EXEMPLO 2

Os suportes foram tratados com ácido (3 h, 100 ml) antes da impregnação de Au e Pd (como descrito no Exemplo 1) e a síntese do peróxido de hidrogênio foi medida como descrito no Exemplo 1. Uma amostra de referência lavada por 3 horas em água pura foi também testada. Os seguintes resultados foram obtidos:

25

Catalisador	Pré-tratamento	Seletividade %	Produtividade Mol/kg _{cat} -h
2,5%Au-2,5%Pd/G60	Nenhum	80	110
2,5%Au-2,5%Pd/G60	Água	80	112
2,5%Au-2,5%Pd/G60	2%HNO ₃	>98	160
2,5%Au-2,5%Pd/G60	2%H ₃ PO ₄	30	120
2,5%Au-2,5%Pd/G60	2%HCl	15	130
2,5%Au-2,5%Pd/G60	2%NH ₄ OH	24	70
2,5%Au-2,5%Pd/G60	2%CH ₃ COOH	>98	175
2,5%Au-2,5%Pd/G60	1N HCl*	20	30
2,5%Au-2,5%Pd/G60	1N HNO ₃ *	80	110
2,5%Au-2,5%Pd/TiO ₂	Nenhum	61	64
2,5%Au-2,5%Pd/TiO ₂	Água	95	80
2,5%Au-2,5%Pd/SiO ₂	Nenhum	80	108
2,5%Au-2,5%Pd/SiO ₂	Água	73	185

* O catalisador foi preparado sobre carvão não tratado com HCl 1N ou HNO₃ presentes durante a impregnação.

EXEMPLO 3

O solvente e a composição de solvente/água foram variados e a síntese do peróxido de hidrogênio foi medida (como no Exemplo 1) quanto aos catalisadores formados dos suportes de G60 tratados com ácido e tratados com água. Todos os catalisadores foram calcinados em ar estático em 400°C por 3 horas. Os resultados foram como segue:

Catalisador	Pré-tratamento	Solvente	Produtividade Mol/kg _{cat} -h
2,5-2,5%Au-Pd/Ti O2	Água	Metanol/Água	64
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2%HNO ₃	Metanol/Água	80
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2%HNO ₃	Acetona/Água	95
2,5%Au2,5%Pd/G60	Água	Metanol/Água*	118
2,5%Au2,5%Pd/G60	2%HNO ₃	Metanol/Água*	160
2,5%Au2,5%Pd/G60	Água	Etanol/Água*	100
2,5%Au2,5%Pd/G60	2%HNO ₃	Etanol/Água*	200
2,5%Au2,5%Pd/G60	2%HNO ₃	Etanol/Água**	60
2,5%Au2,5%Pd/G60	Água	Água	31
2,5%Au2,5%Pd/G60	2%HNO ₃	Água	33
2,5%Au2,5%Pd/TiO ₂	Água	Água	30
2,5%Au2,5%Pd/TiO ₂	2%HNO ₃	Água	32

* 74 % de álcool em peso, Metanol/Água, Etanol/Água, na mesma relação molar.

** 5 % de álcool em peso

EXEMPLO 4

Os exemplos dos suportes e dos catalisadores impregnados foram testados quanto à decomposição do peróxido de hidrogênio. Todos os catalisadores foram calcinados em ar estático em 400°C, por 3 horas. Os

seguintes resultados foram obtidos:

Suporte	Pré-tratamento	Produtividade do H_2O_2 (mol/ Kg_{cat} -h)	Decomposição (%)*	
			catalisador	suporte
AC ¹	Nenhum	110	20	40 ^a , 38 ^b
AC'	Água	112	21	39
AC'	2% HNO_3	160	1,8	15 ^a , 0 ^b
TiO ₂ ²	Nenhum	64	30	20 ^a
TiO ₂ ²	Água	64	32	20 ^a , 19 ^b
TiO ₂ ²	2% HNO_3	95	5	0 ^a , 0 ^b

* Decomposição do peróxido de hidrogênio através do catalisador de 2,5 % em peso de Au-2,5 % em peso de Pd ou o suporte: H_2O_2 (0,4 % em peso) em uma solução de metanol/água (CH_3OH , 5,6 g; H_2O 2,9 g) reagida com 420 psi (2898 kPa) de H_2 por 30 minutos em 2°C.

¹ carvão ativado de 2,5 % de Au-2,5 % de Pd/G60 (Aldrich)

² TiO₂ (P25) da Degussa

^a Decomposição através de suporte fresco.

^b Decomposição através de suporte usado uma vez

^a Decomposição através de suporte fresco.

^b Decomposição através de suporte usado.

EXEMPLO 5

Os suportes de catalisadores detalhados no Exemplo 1 foram tratados com sais de nitrato (sódio, potássio e amônio) antes da impregnação com Au e Pd, e testados quanto à síntese do peróxido de hidrogênio (como descrito no Exemplo 1). Todos os catalisadores foram calcinados em ar estático a 400°C por 3 horas. Os seguintes resultados foram obtidos:

Catalisador	Pré-tratamento	Produtividade Mol/ kg_{cat} -h
2,5%Au2,5%Pd/G60	Nenhum	118
2,5%Au2,5%Pd/G60	2% HNO_3	160
2,5%Au2,5%Pd/G60	2% $NaNO_3$	122
2,5%Au2,5%Pd/G60	2% KNO_3	120
2,5%Au2,5%Pd/G60	2% NH_4NO_3	115

EXEMPLO 6

A síntese de peróxido de hidrogênio foi realizada com um catalisador de 2,5 % em peso de Au-2,5 % de Pd suportado sobre G60 tratado com ácido e carvão tratado com água calcinado ao ar a 400°C por 3 horas ao ar. A autoclave foi ventilada em intervalos de 30 minutos, a concentração de peróxido de hidrogênio foi medida, e a mistura gasosa foi recarregada e a síntese foi deixada prosseguir. Os resultados obtidos são mostrados na Figura 4.

EXEMPLO 7

A síntese do peróxido de hidrogênio foi medida como no Exemplo 1, em várias temperaturas de reação quanto a um catalisador de 2,5 % em peso de Au-2,5 % em peso de Pd suportado TiO₂ tratado com ácido e tratado com água - seguido pelas calcinações no ar a 400°C por 3 horas. Os seguintes resultados foram obtidos:

Catalisador	Pré-tratamento do suporte	Solvente	Temperatura / °C	Produtividade Mol/kg _{cat} -h
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	Água	Água+Metanol	2	64
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	Água	Água+Metanol	20	25
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	Água	Água+Metanol	40	10
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2% HNO ₃	Água+Metanol	2	80
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2% HNO ₃	Água+Metanol	20	100
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2% HNO ₃	Água+Metanol	40	60
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2% HNO ₃	Água+Acetona	2	95
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2% HNO ₃	Água+Acetona	20	125
2,5-2,5%Au-Pd/TiO ₂	2% HNO ₃	Água+Acetona	40	64

O teste do catalisador foi realizado com o uso de uma autoclave de aço inoxidável da Parr Instruments com um volume nominal de 50 ml e uma pressão máxima de trabalho de 14 MPa. A autoclave foi equipada com um agitador suspenso (0 a 2000 rpm) e condições para medição da temperatura e da pressão. Tipicamente, a autoclave foi carregada com catalisador (0,01, a menos que de outra forma estabelecido), solvente (5,6 g de MeOH/Acetona e 2,9 g de H₂O) purgado por três vezes com CO₂ (3 MPa) e depois enchida com 5 % de H₂/CO₂ e 25 % de O₂/CO₂ para dar uma relação de hidrogênio para oxigênio de 1:2, em uma pressão total de 3,7 MPa a 2°C. A agitação (1200 rpm, a menos que de outra forma estabelecido) foi iniciada quando obtida a temperatura desejada, e as experiências foram desenvolvidas por 30 minutos, a menos que de outra forma estabelecido. A produção do

H₂O₂ foi determinada por titulação de alíquotas da solução filtrada final com Ce(SO₄)₂ acidificado (7×10^{-3} mol/litro). As soluções de Ce(SO₄)₂ foram padronizadas em relação a (NH₄)₂Fe(SO₄)₂.6H₂O com o uso de ferroína como indicador.

5 O meio de reação pode compreender outros componentes que contribuem para um resultado desejado ou evitar um resultado indesejável. Por exemplo, o brometo de hidrogênio pode ser adicionado para reduzir a tendência para a formação de H₂O em temperaturas mais elevadas, causando um aumento no rendimento por causa da decomposição reduzida (e assim a
10 estabilização) do H₂O₂. A adição de HCl e HNO₃ induzirá a mesma estabilização. Entretanto, a presença de haletos, e o efeito do ácido sobre os vasos de reação de aço inoxidável não são desejáveis na indústria. Conseqüentemente, é estimado pelos presentes inventores que um método de pré-tratar um catalisador para induzir o mesmo efeito de estabilização sem a
15 adição destes compostos corrosivos/tóxicos deve ser altamente desejável.

Não obstante os experimentos iniciais tenham sido realizados em uma autoclave, considera-se que ela possa operar no modo contínuo ou semicontínuo. É considerado que o processo da invenção possa ser otimizado e elevado à escala industrial.

20 Os catalisadores de acordo com a invenção apresentam surpreendentemente vida longa e reciclabilidade. O catalisador de TiO₂ bi-metálico lavado com ácido foi reutilizado por três vezes e não apresentou nenhuma redução na atividade (Ver Tabela 2 abaixo, usando o catalisador de 2,5-2,5 % de Au-Pd com base no suporte de TiO₂ lavado com ácido).

25

TABELA 2

Experiência	Produtividade — Mol/kg _{cat} -h
Inicial	110
1 ^a reutilização	107
2 ^a reutilização	108
3 ^a reutilização	105

Outros testes iniciais foram empreendidos com o uso de

suportes de carvão ativado lavados com ácido, após o depósito de 2,5 % em peso de Au e 2,5 % em peso de Pd, e tratamento de calor em 400°C por três horas ao ar. Um suporte de carvão não tratado foi comparado quanto à produtividade do H_2O_2 ($mol/kg_{cat}/h$) com o mesmo carvão lavado com concentrações variáveis de ácido nítrico. Os resultados são mostrados na Figura 1.

A influência da fonte do suporte, e da composição das partículas de metal nela depositadas, foi avaliada, mediante medição da produtividade do H_2O_2 para três suportes de sílica diferentes, para os catalisadores de apenas Au, catalisadores de apenas Pd, e um catalisador de AuPd, tanto sem a lavagem com ácido quanto após um pré-tratamento com 2 % de ácido nítrico. Os resultados são mostrados na Figura 2. Os efeitos benéficos da lavagem com ácido são claros quanto a todos os suportes, e um aumento da atividade é observado quanto a todos os catalisadores, que Au apenas, Pd apenas ou Au e Pd.

A Figura 3 é um teste comparativo mostrando que o % em peso ótimo de Au/Pd para os catalisadores suportados por alumina lavada sem ácido, é de 4,2 % de Au:0,8 % de Pd, ou aproximadamente 5,25:1. Espera-se que a mesma proporção seja aplicada no caso de suportes lavados com ácido.

O processo de acordo com a invenção demonstrou, nos experimentos preliminares, altos rendimentos e/ou alta seletividade ao H_2O_2 . Os resultados preliminares para operar o processo na, ou ao redor da, temperatura ambiente, indicam que as seletividades de mais do que 90 % podem ser obtidas, e as taxas de produção ao redor de 500 $mol/kg_{cat}/h$ podem ser alcançadas quando da operação sob condições preferidas.

REIVINDICAÇÕES

1. Catalisador de formação de H_2O_2 , caracterizado pelo fato de que compreende partículas de ouro, paládio ou de ouro e paládio, depositadas sobre um suporte que tenha sido lavado com ácido antes da deposição do metal.

5 2. Catalisador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as partículas são de ouro e paládio.

10 3. Catalisador de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o suporte é sílica, titânia, alumina, Fe_2O_3 , um zeólito estável sob condições de formação do catalisador, ou um carvão ativado.

4. Catalisador de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o suporte foi lavado com um ácido nítrico diluído.

15 5. Catalisador de acordo com a reivindicação 2 ou com qualquer reivindicação dela dependente, caracterizado pelo fato de que a relação em peso de ouro e paládio no catalisador é de aproximadamente 5,25:1.

20 6. Método para fabricar um catalisador de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que compreende lavar com ácido um suporte de catalisador, depositar os precursores de ouro e/ou paládio sobre o suporte lavado para formar um precursor de catalisador e subseqüentemente calcinar, preferivelmente em uma temperatura de pelo menos $400^\circ C$, o precursor de catalisador para formar um catalisador compreendendo partículas de ouro, paládio ou de ouro e
25 paládio.

7. Processo para a formação de H_2O_2 , caracterizado pelo fato de ser mediante reação direta do oxigênio e do hidrogênio na presença de um meio de reação, e que compreende o uso de um catalisador como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 6.

8. Processo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o meio de reação é uma mistura de água com um solvente orgânico miscível em água.

5 9. Processo de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o meio de reação é metanol aquoso.

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, caracterizado pelo fato de que compreende o uso de uma temperatura de reação na faixa de 2 a 40°C.

CARVÃOS ATIVADOS

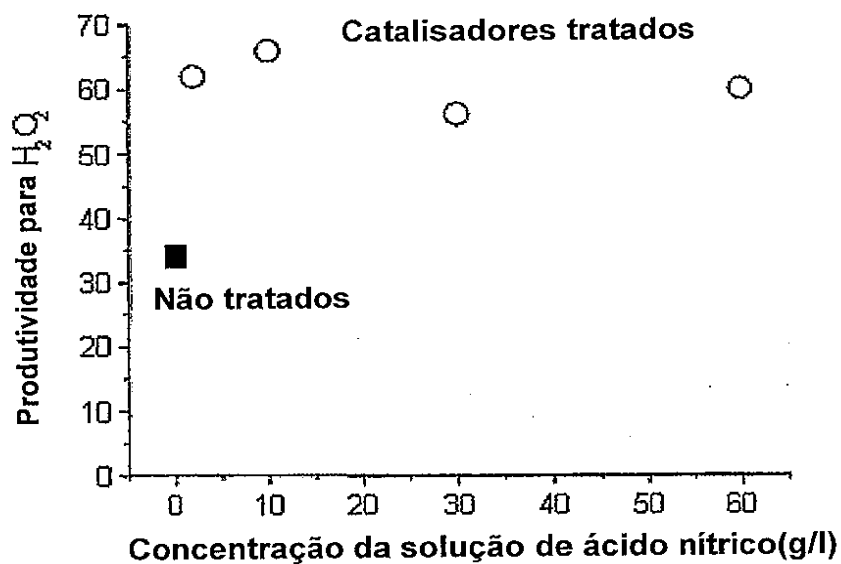


Figura 1

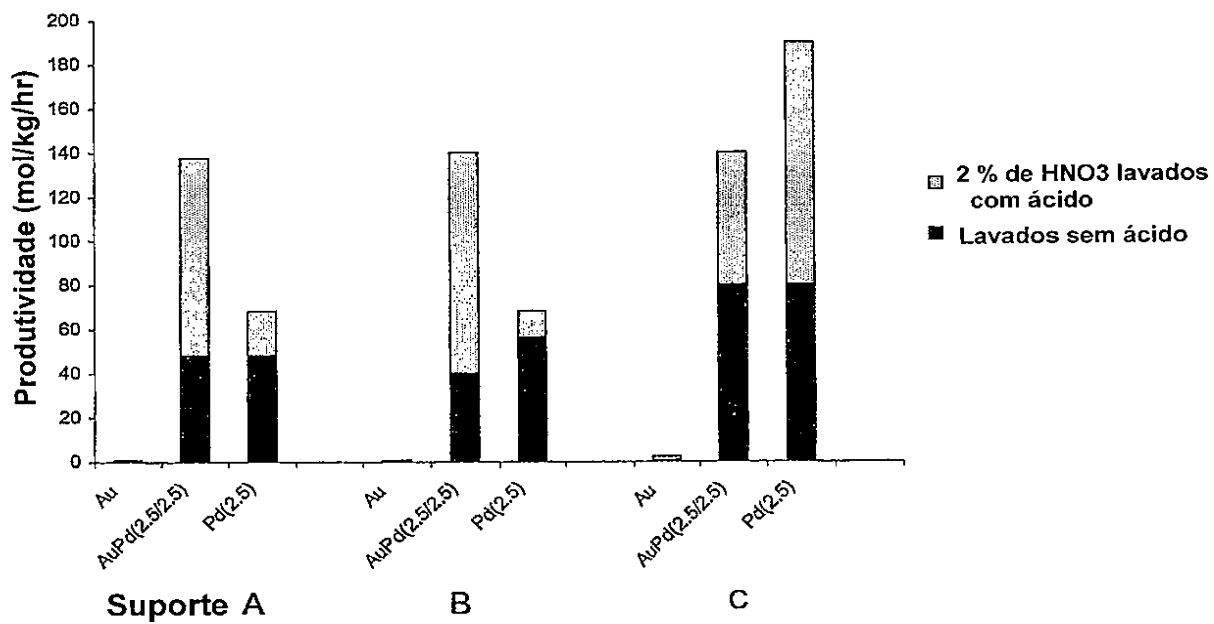


Figura 2

Figura 3

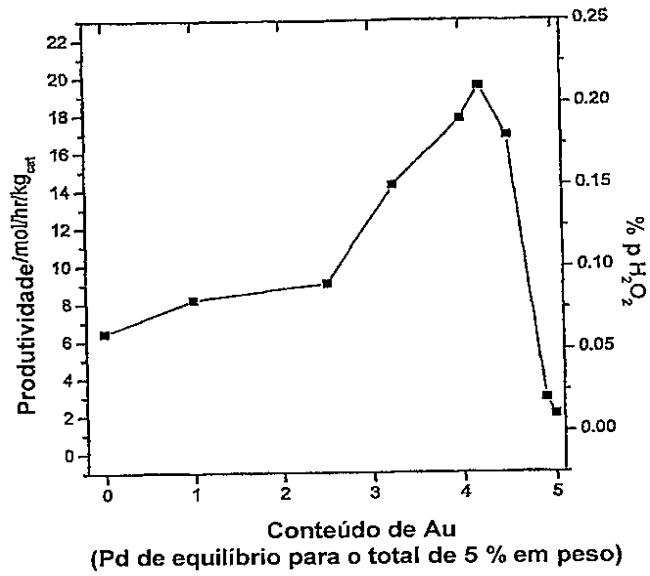
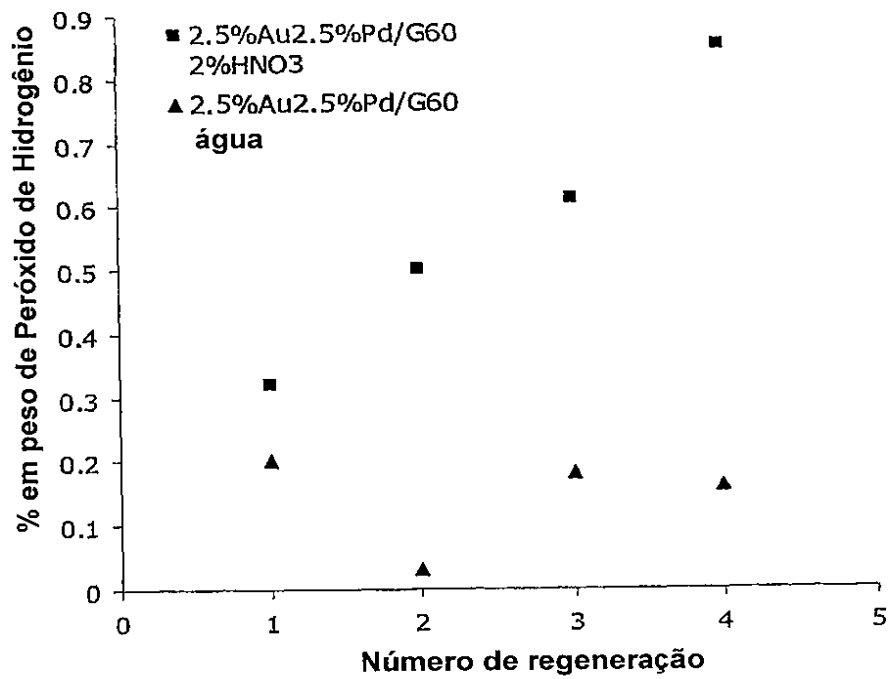


Figura 4



RESUMO

“CATALISADOR DE FORMAÇÃO DE H₂O₂, MÉTODO PARA FABRICAR UM CATALISADOR, E, PROCESSO PARA A FORMAÇÃO DE H₂O₂”

5 Um catalisador eficaz para a reação direta de hidrogênio e oxigênio para formar peróxido de hidrogênio compreende partículas de ouro, paládio ou, preferivelmente, ouro e paládio depositados sobre um suporte lavado com ácido. Surpreendentemente, a alta seletividade para a produção de peróxido de hidrogênio é observada, com baixa decomposição de peróxido de
10 hidrogênio. Os catalisadores têm um período de vida prolongado.