



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

(21) **PI 0719483-8 A2**

(22) Data de Depósito: 03/04/2007
(43) Data da Publicação: 02/01/2013
(RPI 2191)



(51) *Int.Cl.:*
B22F 9/24
C22B 11/00

(54) Título: PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULA SESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA E PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA

(30) Prioridade Unionista: 20/12/2006 MX NL/A/2006/000107

(73) Titular(es): SERVICIOS INDUSTRIALES PENÓLES S.A. DE C.V.

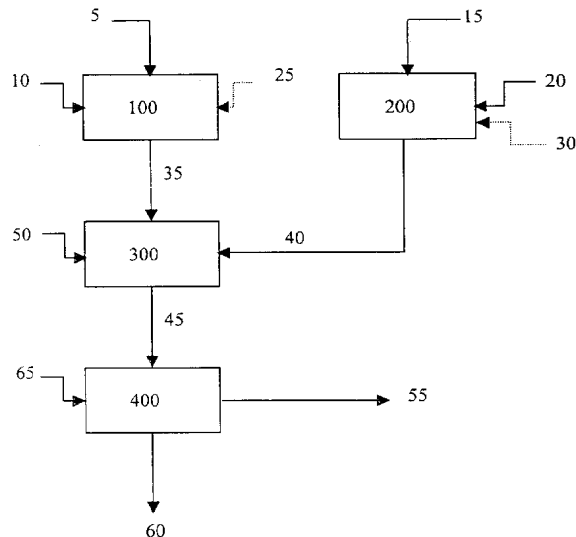
(72) Inventor(es): JESUS MANUEL MARTINEZ MARTINEZ

(74) Procurador(es): Tinoco Soares & Filho S/C Ltda.

(86) Pedido Internacional: PCT MX2007000047 de 03/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/075933de 26/06/2008

(57) Resumo: PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA E PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA, a presente invenção se refere a um processo de preparação, por meio de moagem úmida, de partículas nanométricas de prata metálica, que têm um diâmetro na faixa de 1 a 100 nm e um diâmetro médio de 20 a 40nm, com características de monodispersão, estabilidade maior do que 12 meses e em uma ampla gama de concentrações; o processo é constituído de 4 passos: a) preparo da solução do agente de redução tirado a partir do grupo de taninos e sendo, de preferência, ácido tânico; b) preparo de uma solução de sal de prata solúvel; c) a reação e d) a separação de sólido e líquido; o tamanho da partícula é determinado pela natureza do agente de redução e pelo controle do pH das correntes; o último estágio é desenhado para se separar e concentrar o material, após o que o usuário poderá preparar o produto a ser integrado no meio desejado; as partículas obtidas são redistribuíveis em diferentes meios; tais como água, resinas alquílicas e fenólicas, de nitrocelulose, de poliuretano, vinílicas, acrílicas, álcoois e uma ampla variedade de materiais orgânicos e polímeros, tais como polietileno de alta e baixa densidade, Nylon, ABS e ou misturas dos mesmos.



“PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE
NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA E
PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA”

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção se relaciona aos processos para a preparação de nanopartículas metálicas e, especificamente, a um processo para a preparação de prata metálica estável, monodispersa, nanométrica em diferentes meios.

10 ANTECEDENTES DA INVENÇÃO.

 É bem sabido que partículas de prata são utilizadas como agentes bactericidas e antivirais e que sua função como bactericida aumenta em razão inversamente proporcional ao tamanho da partícula - por esta
15 razão, as nanopartículas são de especial interesse. Este material também possui aplicações como catalíticos de hidrogenação de compostos orgânicos, dentre outros.

 Para evitar a confusão no uso de certos termos no presente texto, “nanopartícula” é
20 geralmente usado para se referir a partículas que têm um diâmetro igual ou menor que 100nm; “monodispersa” é usado para identificar as partículas com baixa variação em tamanho e compreende-se “estabilidade” como sendo a qualidade que o material tem de não mudar o tamanho das partículas e a
25 monodispersão sem a aplicação de meios mecânicos ou químicos durante o período de armazenagem.

 basicamente, existem dois tipos de processos previamente conhecidos para a fabricação

de nanopartículas de prata metálica:

a) Por meio de plasma, onde uma barra de prata metálica é aquecida até a vaporização; em seguida, a prata vaporizada é resfriada em uma atmosfera adequada, obtendo-se um fino pó de prata metálica, (em uma atmosfera inerte) ou um composto de prata associado à natureza da atmosfera utilizada.

b) Por meio de moagem úmida, onde uma solução de íons de prata é submetida a um processo de redução, na presença de surfactantes e estabilizadores para se controlar o tamanho do produto.

Recentemente, houve relatos do efeito da presença da luz nas aplicações para a redução de prata por meio de moagem úmida ("Preparation of silver nanoparticles by photo-reduction for surface-enhanced Raman scattering" [*Preparação de nanopartículas de prata por meio de foto-redução para distribuição Raman de aumentos de superfície*]); Huiying Jia, Jiangbo Zeng, Wei Song, Jing An, Bing Zhao; Thin Solid Films [*Filmes Sólidos Finos*] 496 (2006) 281 - 287. "Preparação fotoquímica de nanopartículas de Ag em solução aquosa e na superfície de sílica mesoporosa"; G. V. Krylova, A. M. Eremenko, N. P. Smirnova, S. Eustis; Theoretical and experimental chemistry [*Química teórica e experimental*] (2005) 41(2) 105-110), onde a adição de surfactantes e estabilizadores não é necessária, uma vez que as partículas de prata metálica se formam na superfície de um substrato; a reação dura 3 horas.

Xuelin ("Seedless, surfactantless photoreduction synthesis of silver

nanoplates" [*Síntese de foto-redução de nanoplacas de prata sem surfactantes, seedless*]; Xuelin Tian, Kai Chen, Gengyu Cao; *Materials Letters* 60 (2006) 828-830) relata o uso de um citrato de sódio como agente redutor para se obter
5 nanopartículas de prata na presença da luz.

Em outros artigos, a precipitação de nanopartículas de prata é mencionada, onde a reação pode durar de 8 a 24 horas (CN1810422, Gao, 2006). Em outras publicações, para se acelerar a reação, a mistura é
10 aquecida a temperaturas próximas a 100°C (CN1686646, Liu, 2005; CN1669914, Luo, 2005).

Claro está que no processo de moagem úmida, há um problema significativo na seleção de aditivos, uma que estes deveriam ser compatíveis entre os
15 surfactantes usados na reação e a aplicação para a qual as nanopartículas são destinadas ou, ao contrário, submeter-se o produto a um processo para se eliminar o surfactante; mais adiante, a concentração de aditivo na mistura de reação precisa ser controlada para influenciar o tamanho das
20 nanopartículas de prata; por outro lado, é importante ressaltar que os tempos de reação são relativamente longos, de tal forma que há uma ampla variação na distribuição de tamanho de partícula.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

25 À luz dos problemas encontrados nos artigos anteriores, constitui um objetivo da invenção disponibilizar um novo processo para o preparo de partículas de prata metálica.

Um outro objetivo da presente invenção é disponibilizar um processo de moagem úmida que simplifique o controle dos tamanhos de nanopartículas obtidas.

5 Um outro objetivo da presente invenção é a produção de nanopartículas de prata metálica monodispersa.

Ainda, um outro objetivo da presente invenção é a produção de nanopartículas de prata
10 metálica com um diâmetro médio de 1 a 100 nm.

Um outro objetivo da presente invenção é a produção de nanopartículas de prata metálica com um diâmetro médio entre 5 e 60 nm.

Um outro objetivo da presente invenção é a produção de nanopartículas de prata metálica
15 com estabilidade superior a doze meses.

Um outro objetivo da presente invenção é disponibilizar um produto de nanopartículas de prata que se disperse facilmente em uma variedade de
20 aplicações.

Um outro objetivo da presente invenção é disponibilizar um processo por meio da redução da umidade original (moagem úmida) para a produção de nanopartículas de prata metálica em altas
25 concentrações.

UMA BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Para melhor se entender o material da invenção, a descrição é acompanhada de uma série

de figuras que são ilustrativas de seu alcance. Elas estão descritas conforme segue:

5 a figura 1 é um diagrama incluindo blocos representando o processo para se obter as nanopartículas de prata metálica da invenção;

a figura 2 é um gráfico que mostra a distribuição dos tamanhos de partículas de prata nanométrica no produto por meio do processo da invenção;

10 a figura 3 é um gráfico que mostra a distribuição dos tamanhos de partícula de prata nanométrica em um outro produto por meio do processo da invenção;

a figura 4 é um micro gráfico de prata metálica nanométrica e monodispersa em um produto preparado para o procedimento descrito na presente invenção; e

15 a figura 5 é um micro gráfico da prata metálica nanométrica e monodispersa em um outro produto preparado para o procedimento descrito na presente invenção.

UMA BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO.

20 A presente invenção se relaciona com o processo de moagem úmida para o preparo de partículas nanométricas de prata metálica e com o produto obtido através das mesmas. As partículas têm o diâmetro em uma gama entre 1 e 100 nm, o diâmetro médio entre 20 e 40
25 nm, e as seguintes características: ser monodispersas, terem uma estabilidade maior que doze meses, e terem uma ampla gama de concentrações.

O processo da presente invenção requer, como material base, uma solução de sais de prata solúveis, tais como sulfatos, nitratos e outros, tendo um pH ajustado na fase alcalina por meio da adição controlada de álcalis, tais como hidróxido de sódio, potássio, amônio e amônia. São usados Taninos como agentes redutores - incluindo-se, nesta categoria, o ácido tânico.

Um aspecto importante da invenção se relaciona com o controle adequado do pH das soluções antes, durante e após a reação - uma vez que tem um efeito relevante no tamanho da partícula e sua variabilidade.

A principal diferença entre o processo proposto na presente invenção e o praticado no estado da técnica é o uso de taninos e, de preferência, ácido tânico como agente de redução o qual, além de controlar o tamanho da partícula em valores menores do que 100 nm, tem a vantagem adicional de suprir a função dos surfactantes e dos estabilizadores nos processos conhecidos tornando, assim, sua adição desnecessária e simplificando, desta forma, o processo de produção ao mesmo tempo em que impede a aglomeração das nanopartículas produzidas durante a reação e a re-aglomeração depois dos estágios de purificação.

O processo tem 4 estágios:

a) prepare uma solução aquosa do agente redutor em uma concentração a partir de 0,01% a 20% em peso; a concentração e a quantidade da solução influencia diretamente a eficiência

da reação e o tamanho da partícula obtida;

b) prepare uma solução aquosa de um sal de prata com uma concentração a partir de 0,01% a 20% em peso;

5 c) misture a solução redutora e a solução de prata em um reator; durante a reação, o pH é controlado com hidróxido de amônio em valores entre 10,5 e 11,5; a duração pode ser de até 1,0 hora, mas é alcançada, em aproximadamente 15 minutos, uma conversão de mais de 95%;

10 d) remova as nanopartículas de prata metálica formulada do licor mãe através de quaisquer meios de separação de sólidos e líquidos, tais como decantação, centrifugação, filtração, etc.

Descobriu-se que a reação é acelerada na presença da luz do dia.

15 Conforme foi mencionado anteriormente, o uso de taninos ou de ácido tânico como agente redutor elimina a necessidade de se usar um outro tipo de aditivo para controlar o tamanho das nanopartículas que são obtidas, ainda assim, há variações no processo
20 descrito acima as quais, em adição ao uso de taninos, permite o controle da gama de tamanhos médios, conforme se descreve a seguir.

Em um modelo da invenção, o tamanho das nanopartículas é controlado pelo ajuste do pH da
25 solução de sal de prata na fase alcalina até um valor de 11,5 por meio da adição de hidróxido de amônio. É observado que, quando o pH desta solução não é controlado antes da reação, as nanopartículas que resultam da reação terão um

tamanho médio de partícula da ordem de 40 a 50 nm e será detectada a formação de óxido de prata. O óxido de prata reduz a produtividade do processo.

5 Em um outro modelo da invenção, o pH da solução redutora é controlado na fase alcalina até um valor de 11,5 através da adição de hidróxido de amônio.

A modificação do pH em uma ou em ambas soluções descritas nos modelos anteriores antes de sua mistura tem efeitos perceptíveis no tamanho das
10 nanopartículas no produto final.

A separação das fases para se deixar as nanopartículas livres do licor mãe é tornada mais fácil se for mudado o "potencial zeta" (que representa a carga elétrica na superfície das partículas e sua integração com outras
15 partículas), seja por meio da adição de floculantes ou pela acidificação da solução até a floculação das nanopartículas.

O produto obtido através do processo ou por quaisquer outros dos modelos é uma pasta molhada, que tem partículas que são re-dispersíveis em meios
20 diferentes, tais como água, álcoois, resinas alquílicas e fenólicas, de nitrocelulose, poliuretano, vinílicas, acrílicas e em uma variedade de materiais orgânicos e polímeros, tais como polietileno de alta e baixa densidade, Nylon, ABS e ou misturas do mesmo.

25 DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO.

A presente invenção se relaciona com um processo de moagem úmida para a preparação de partículas nanométricas de prata metálica através da

reação de duas soluções, uma das quais é uma solução aquosa de um sal solúvel em prata, escolhido a partir de um grupo que incluía sulfatos e nitratos, e uma solução redutora, a partir de um agente redutor selecionado a partir do grupo dos taninos sendo, de preferência, o ácido tânico.

A principal desvantagem de se usar taninos e ácido tânico em particular como agente redutor na solução aquosa reside no fato de que substitui os surfactantes e estabilizadores no processo conhecido, além de controlar o tamanho da partícula em valores menores do que 100 nm, ao mesmo tempo em que impede a aglomeração das nanopartículas produzidas durante a reação e sua re-aglomeração depois dos estágios de purificação.

É necessário manter o controle adequado do pH das soluções antes, durante e após a reação, para garantir que a produção de nanopartículas tenha uma média de tamanho dentro da gama definida, e com pouca variação em suas dimensões (monodispersa), conforme pode ser visto na Tabela 1, a qual inclui os resultados típicos com as diferentes possibilidades da invenção.

Tabela 1. Efeito do pH na solução de redução e na solução de sal de prata no tamanho médio das nanopartículas.

Solução de redução		
Solução de Sal de prata	Com ajuste de pH	Sem ajuste de pH
Com ajuste de pH	10-20 nm	20-30 nm
Sem ajuste de pH	40-50 nm Formação de óxido de prata	40-50 nm Formação de óxido de prata

Como é evidente a partir dos dados na Tabela 1, o efeito de não se ajustar o pH da

solução de sal de prata nos valores que serão indicados a seguir resulta em um produto com tamanhos médios de partículas relativamente maiores e na formação de óxido de prata o qual, por um lado, reduz a eficiência do processo e, por outro lado, resulta em um produto "contaminado" o qual terá uma eficiência mais baixa em algumas das aplicações finais.

Na sequência, os detalhes do procedimento da invenção em si, que se encontra ilustrado na Figura 1, serão apresentados, onde as operações e os caminhos descritos são indicados pelo número entre parêntesis.

Estágio 1. Preparo da Solução de Redução 100

Dissolva um redutor 5, escolhido a partir de um grupo que inclua taninos e sendo, de preferência, ácido tânico, em água 10 livre de halogênios, para formar uma solução aquosa 35 com uma concentração de 0,01% a 20% em peso.

Em um modelo alternativo, e em conformidade com o estabelecido na Tabela 1, ajuste o pH na solução redutora na fase alcalina até um valor máximo de 11,5 por meio da adição de um hidróxido (25) escolhido a partir de um grupo que inclua hidróxidos de sódio, potássio, amônio e amônia - sendo, de preferência, hidróxido de amônio.

Estágio 2. Preparo da Solução de Prata 200

Dissolva o sal de prata 15, escolhido a partir de um grupo que inclua sulfatos e

nitratos e sendo, de preferência, nitrato de prata, em água 20 livre de halogênios, para formar uma solução aquosa 40 com uma concentração a partir de 0,01% a 20% de peso.

Em um modelo alternativo, e de
5 acordo com o estabelecido na Tabela 1, ajuste o pH na solução de sal de prata na fase alcalina até um valor máximo de 11,5 por meio da adição de um hidróxido 30 escolhido a partir de um grupo que inclua hidróxidos de sódio, potássio, amônio e amônia - sendo, de preferência, hidróxido de
10 amônio, devido a seu efeito de ser capaz de tornar mais lento o envelhecimento da solução.

A solução aquosa de prata deve ser preparada, de preferência, imediatamente antes de se realizar a reação e, no máximo, 15 minutos antes de seu uso.
15 Estágio 3. Reação e produção das nanopartículas de prata metálica 300

Em um reator, misture a solução de redução 35 e a solução de sal de prata (40) garantindo uma mistura eficiente, sob as condições de
20 temperatura e pressão ambiente, por um período de pelo menos 15 minutos, o qual é o tempo suficiente para se alcançar uma conversão maior do que 95%; os testes de laboratório mostram que a presença de luz tem o efeito de aumentar a velocidade de reação; por essa razão, é
25 recomendado o uso de um reator com paredes que permitam a passagem da luz.

Imediatamente após a adição da solução de redução 35 e da solução de sal de prata 40,

ajuste o pH da mistura por meio da adição de hidróxido de amônio 50 até que o valor esteja entre 10,5 e 11,5, de preferência 10,5.

O resultado da reação é uma
5 suspensão 45 de nanopartículas de prata metálica monodispersas.

Estágio 4. Separação do licor mãe 100

Para a separação do licor mãe
55 da suspensão de nanopartículas de prata 45, qualquer
10 método para a separação de sólido-líquido pode ser utilizado, tal como sedimentação, filtração ou centrifugação. Para facilitar a separação dos estágios, floculantes ou ácidos 65, os quais modifiquem o potencial zeta, podem ser utilizados. De preferência, use um ácido
15 dentro do mesmo grupo funcional do sal de prata utilizado.

O produto 60 obtido desta forma é uma pasta molhada de prata metálica nanométrica, estável, facilmente dispersível, com baixa variabilidade na distribuição do tamanho de partícula (monodispersa) e com um
20 tamanho médio de partícula na faixa de 1 a 100 nm, dependendo dos meios de preparo relacionados com o ajuste de pH antes da reação.

O produto contendo as nanopartículas de prata 60 pode ser submetido a outros
25 processos de lavagem com água ou outros solventes orgânicos, monômeros ou resinas, de acordo com o que seja necessário para a aplicação do usuário final.

Conforme foi mencionado anteriormente, o produto obtido através do processo descrito - incluindo os modelos preferidos - é uma pasta molhada na qual as partículas são re-dispersíveis em diferentes meios, tais como água, álcool, resinas fenólicas e alquílicas, de nitrocelulose, de poliuretano, vinílicas, acrílicas e em uma grande variedade de materiais orgânicos e polímeros tais como polietileno de alta e baixa densidade, Nylon, ABS e ou misturas dos mesmos.

10 A Figura 2 é um gráfico da distribuição do tamanho da partícula da prata metálica na pasta obtida por meio do processo da invenção, na qual a distribuição do tamanho de partícula pode ser observada onde a média (D50) é 47,0 nm e onde 90% das partículas têm um tamanho (D10) maior do que 41,5 nm e onde 90% das partículas têm um tamanho de partícula (D90) menos do que 56,0 nm. As medições foram completadas através da defração de raios laser, por meio de equipamento de marca Coulter LS230.

20 A Figura 3 é um gráfico da distribuição de tamanhos de partícula de prata nanométrica obtidas através do processo da invenção em que se mostra a seguinte distribuição de tamanhos de partícula: D10, 4,7 nm; D50, 21,0 nm; D90, 40,7 nm. As medições foram tomadas por meio de atenuação de ultra-som, através de equipamento de marca AcoustoSizer II.

A Figura 4 é um micro gráfico do produto de prata metálica nanométrica e monodispersa, com

tamanhos de partícula entre 10 e 20 nm, preparado através do procedimento da presente invenção.

A Figura 5 é um micro gráfico do produto de prata metálica nanométrica e monodispersa com
5 tamanhos de partícula entre 5 e 20 nm, preparado através do procedimento da presente invenção, com o qual fica provado que a variação de tamanhos de partícula se encontra entre 1 e 100 nm.

A descrição anterior para o
10 processo da presente invenção reflete os estágios necessários para que fique garantido que o produto obtido alcance as seguintes qualidades das nanopartículas de prata: homogeneidade, estabilidade, monodispersão e outras que já foram descritas - e, mais além, incluindo os modelos
15 preferidos; ainda assim, a referida descrição e as figuras que a acompanham devem ser consideradas ilustrativas do processo e do produto e, não, limitadas aos mesmos. Para um indivíduo com conhecimento do material, será evidente que poderão ser introduzidas variações de modo a se realizar o
20 processo da invenção, mas as referidas variações não podem ser consideradas fora do alcance da presente invenção, a qual será descrita nas reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", constituído pelos seguintes estágios: a) preparar uma
5 solução aquosa (35) de sais metálicos, contendo de 0,01% a 20% em peso de um sal de prata solúvel (15); b) preparar uma solução aquosa (35) do agente redutor (5), que contenha de 0,01% a 20% em peso de um composto a partir do grupo de taninos; c) misturar as soluções aquosas para produzir sua
10 reação; e d) separar o licor mãe (400) das nanopartículas de prata (45); o processo é caracterizado: I) pelo ajuste do pH das soluções aquosas de sal de prata (15) e de redução (100) em valores entre 10,5 e 11,5; II) pela reação que é levada a cabo por meio da mistura das soluções e do controle do pH
15 dentro dos valores de 10,5 e 11,5.

2. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 1, adicionalmente caracterizado pelo fato de o pH da solução de redução (100) ser ajustado na
20 fase alcalina preferível em um valor de até 11,5.

3. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de se modificar o pH na solução de redução (100); o hidróxido
25 (25) utilizado é selecionado a partir do grupo que inclui hidróxido de sódio, potássio, amônio e amônia.

4. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA",

de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de se modificar o pH da solução de redução (100); é utilizado o hidróxido de amônio (50).

5 5. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que, quando o pH da solução de redução (100) é ajustado, o produto obtido a partir do processo tem tamanhos médios de partículas em torno de 10 a 20 nm quando a solução
10 de sal de prata (40) tem um valor de ajuste pH alcalino de até 11.5.

6. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo
15 fato de que, quando o pH da solução de redução (100) não é ajustado, o produto obtido a partir do processo tem tamanhos médios de partículas entre 20 e 30 nm - quando a solução de sais de prata (40) também tem o pH ajustado em valores alcalinos de até 11,5.

20 7. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pH da solução de sal de prata (40) é ajustado na fase alcalina, de preferência em um valor de 11,5.

25 8. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que é usado um hidróxido selecionado a partir do grupo que

inclui hidróxidos de sódio, de potássio, de amônio (50) e de amônia para se modificar o pH da solução de sal de prata (40).

5 9. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de modificar o PH na solução de redução (100) usando hidróxido de amônia.

10 10. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com as reivindicações 1 e 7, caracterizado pelo fato de que, quando o pH da solução de sal de prata (40) não é ajustado, o produto obtido no processo tem tamanhos médios de partícula em torno de 40 a 50 nm e forma óxido de prata, 15 o que diminui a qualidade do produto.

20 11. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a solução de sal de prata (40) é preparada a não mais de 15 minutos antes da reação com a solução de redução (100) de forma a evitar o seu envelhecimento.

25 12. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a mistura da reação da solução de redução (100) e da solução de sal de prata (40) ocorre na presença de luz, de preferência, luz do dia.

13. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE

NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a mistura da reação se dá em menos de 30 minutos, de preferência.

5 14. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a mistura da reação é para durar, pelo menos, 15 minutos.

10 15. "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA", de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o progresso da reação depois de 15 minutos é de, pelo menos, 95%.

15 16. "PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA", obtida a partir do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas apresentam uma distribuição de tamanhos numa ordem monodispersa.

20 17. "PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA", obtida a partir do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o tamanho de partícula se encontra an faixa entre 1 e 100 nm.

25 18. "PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA", obtida a partir do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o tamanho médio de partícula (D_{50}) se encontra, de preferência, entre 20 e 40 nm.

19. "PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA", obtida a partir do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as nanopartículas de prata metálica (45) podem ser facilmente redistribuídas em água, álcoois, resinas alquílicas e fenólicas, resinas de nitrocelulose, poliuretano, vinil e acrílicas, materiais orgânicos e polímeros tais como polietileno de alta e baixa densidade, Nylon, ABS e ou misturas dos mesmos e outros solventes.

10 20. "PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA", obtida a partir do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que é estável por períodos de armazenagem superiores a 12 meses sem exigir o trabalho mecânico de redistribuição das
15 partículas por parte do usuário final.

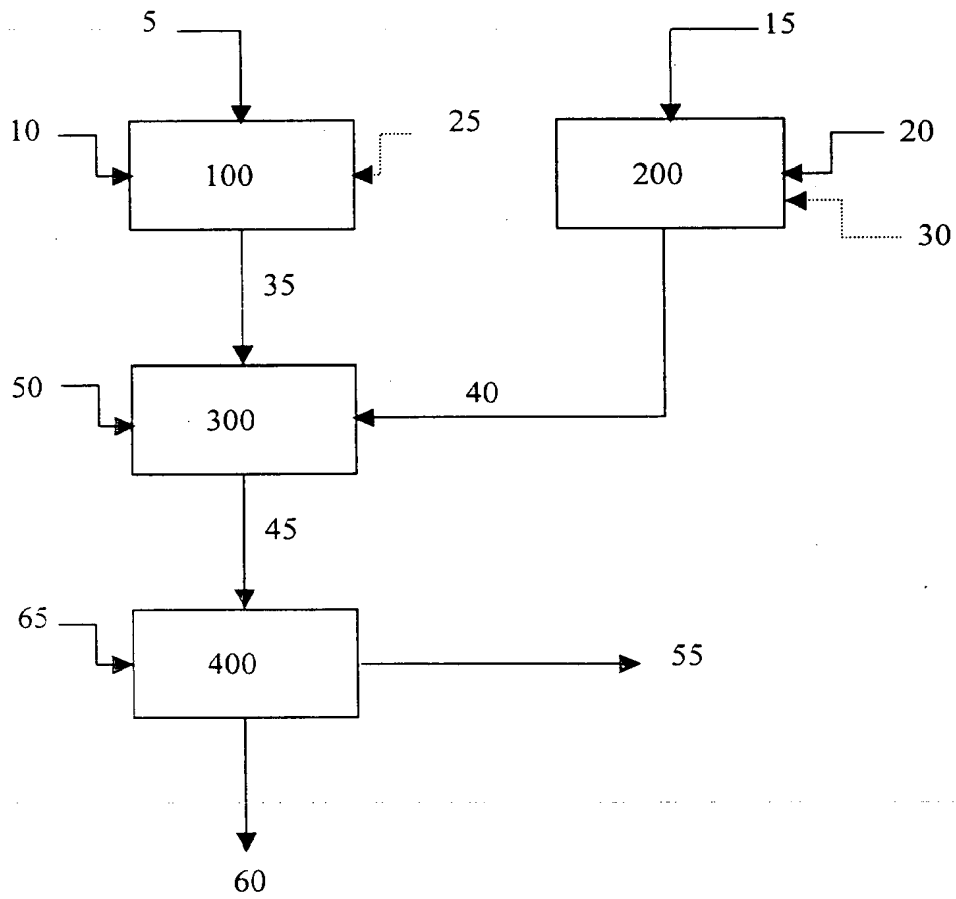


FIG.1

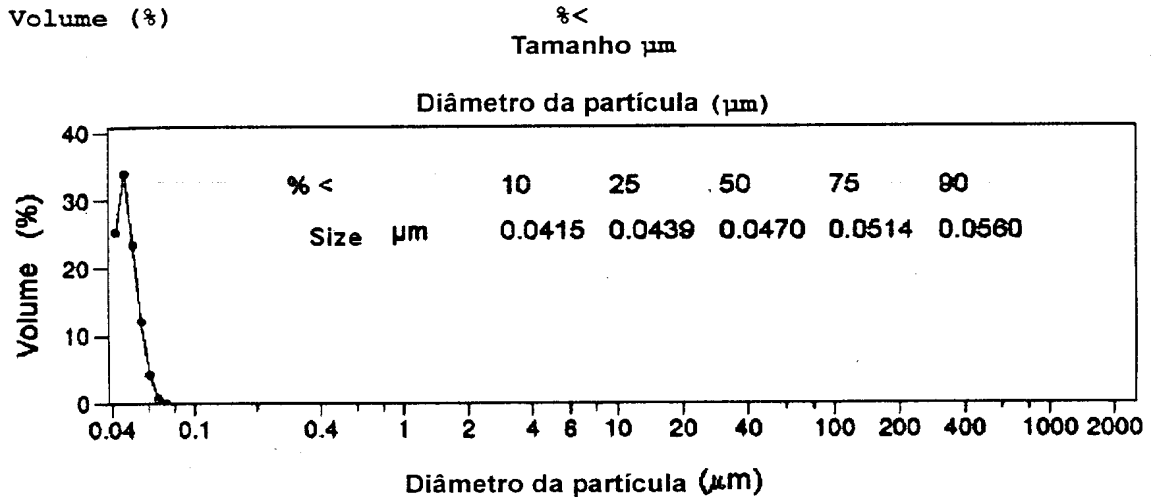


FIG.2

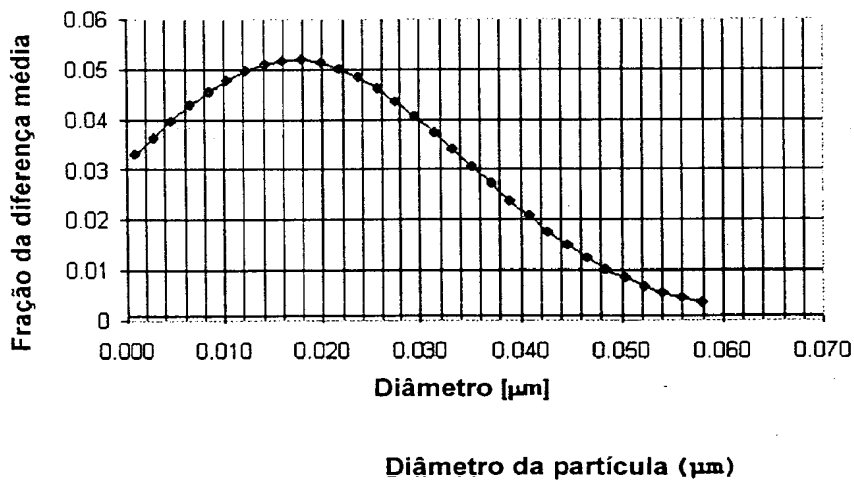


FIG.3

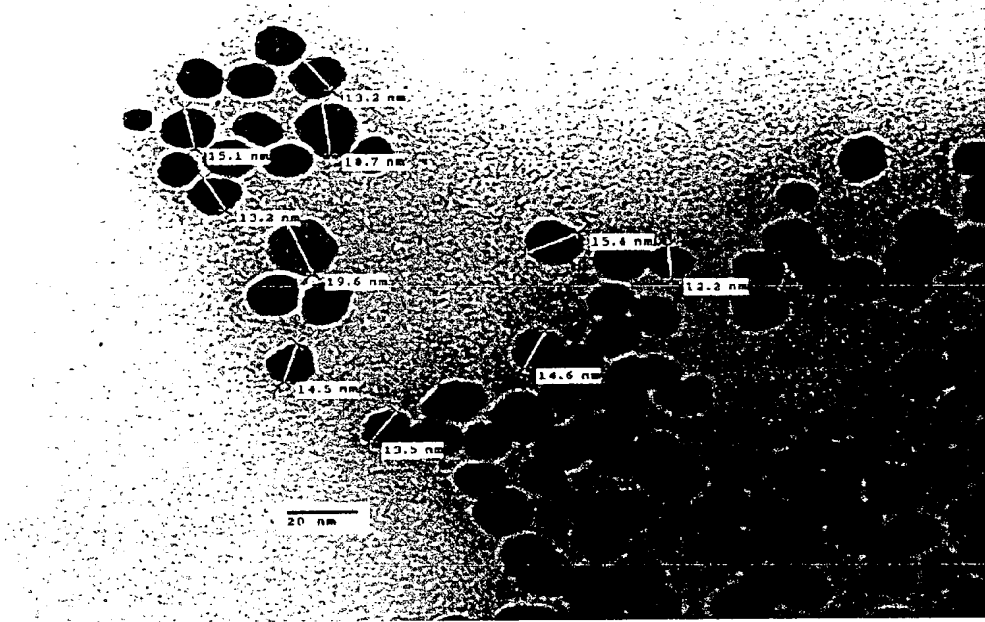


FIG.4

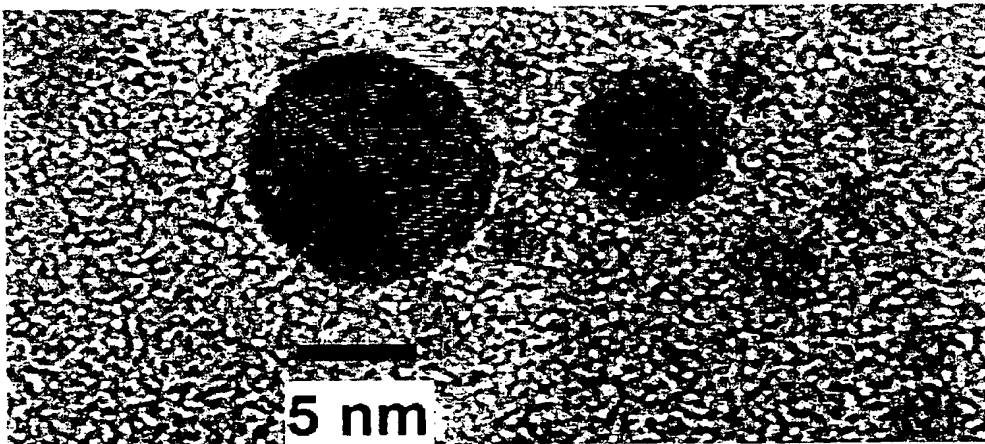


FIG.5

RESUMO

“PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS ESTÁVEIS E MONODISPERSAS DE PRATA METÁLICA E PASTA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA METÁLICA”, a presente

5 invenção se refere a um processo de preparação, por meio de moagem úmida, de partículas nanométricas de prata metálica, que têm um diâmetro na faixa de 1 a 100 nm e um diâmetro médio de 20 a 40nm, com características de monodispersão, estabilidade maior do que 12 meses e em uma ampla gama de

10 concentrações; o processo é constituído de 4 passos: a) preparo da solução do agente de redução tirado a partir do grupo de taninos e sendo, de preferência, ácido tânico; b) preparo de uma solução de sal de prata solúvel; c) a reação e d) a separação de sólido e líquido; o tamanho da partícula

15 é determinado pela natureza do agente de redução e pelo controle do pH dos correntes; o último estágio é desenhado para se separar e concentrar o material, após o que o usuário poderá preparar o produto a ser integrado no meio desejado; as partículas obtidas são redistribuíveis em

20 diferentes meios, tais como água, resinas alquílicas e fenólicas, de nitrocelulose, de poliuretano, vinílicas, acrílicas, álcoois e uma ampla variedade de materiais orgânicos e polímeros, tais como polietileno de alta e baixa densidade, Nylon, ABS e ou misturas dos mesmos.