



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

(21) PI 1101141-6 A2



* B R P I 1 1 0 1 1 4 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 17/03/2011
(43) Data da Publicação: 21/05/2013
(RPI 2211)

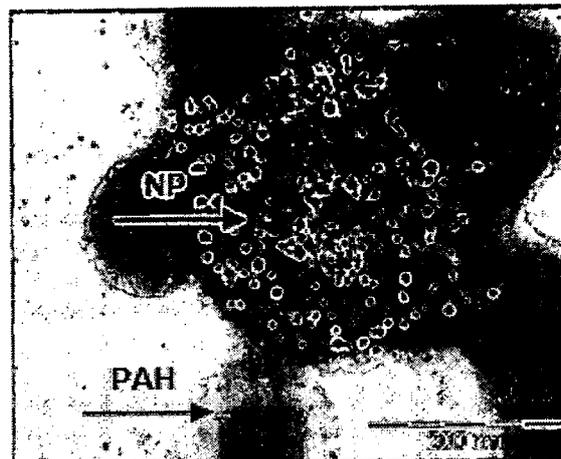
(51) Int.Cl.:
B82B 3/00
C01G 7/00
B82Y 5/00
B82Y 15/00

(54) Título: PROCESSO DE PREPARO DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS DE OURO POR UMA ROTA DE UM SÓ PASSO E NANOPARTÍCULAS DE OURO ESTABILIZADAS PARA APLICAÇÃO EM NANOMEDICINA

(73) Titular(es): FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

(72) Inventor(es): FRANK NELSON CRESPILO, MONISE CRISTINA RIBEIRO CASANOVA COLTRO, SERGIO ANTONIO SPINOLA MACHADO, VALTENCIR ZUCOLOTTI

(57) Resumo: PROCESSO DE PREPARO DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS DE OURO POR UMA ROTA DE UM SÓ PASSO E NANOPARTÍCULAS DE OURO ESTABILIZADAS PARA APLICAÇÃO EM NANOMEDICINA. Processo de preparo de nanopartículas metálicas de ouro por uma rota de um só passo, caracterizado por consistir na adição de tiol a sal de ouro para formar uma mistura; adição de polieletrólito catiônico à mistura de tiol e sal de ouro; e adição à mistura de tiol e sal de ouro tendo o polieletrólito adicionado o agente redutor para obter nanopartículas sintetizadas de ouro, em que as referidas adições são efetuadas em conjunto em um só passo. As nanopartículas metálicas são sintetizadas com a adição de tiol seguida por polieletrólito sobre o sal de ouro, e finalmente, reduzidas por borohidreto de sódio. As nanopartículas são altamente estáveis e apresentam um longo período de estocagem sem sofrer alterações, podendo ser aplicadas na forma de filmes automontados apresentando uma versatilidade de aplicações como aplicações catalíticas, biomédicas e eletrônicas, como dispositivos eletrônicos e biossensores, por exemplo.



**PROCESSO DE PREPARO DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS DE OURO POR
UMA ROTA DE UM SÓ PASSO E NANOPARTÍCULAS DE OURO ESTABILIZADAS
PARA APLICAÇÃO EM NANOMEDICINA
CAMPO DA INVENÇÃO**

5 A presente invenção se refere em geral a síntese de nanopartículas de ouro contendo tiol e polieletrólito como agentes estabilizantes, obtidas em uma rota de síntese de uma só etapa. Em especial, a presente invenção se refere ao sistema de nanopartículas de ouro estabilizado em solução aquosa na presença de tiol e polieletrólito que faz uso de uma só rota sintética.

10 **FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

Pesquisas relacionadas à síntese de nanopartículas metálicas estáveis partem da premissa de que nanopartículas são instáveis e têm a tendência de se agregar e crescer. Desta forma, o grande desafio atualmente consiste em preparar nanomateriais estáveis que permaneçam nesta escala de tamanho sem sofrer decomposição e sem agregação e

15 crescimento.

Além disso, buscam-se materiais monodispersos, tanto com relação ao tamanho de partículas quanto com relação à forma de suas partículas, que possam ser manipulados, dispersos, depositados sobre substratos, sem perder suas características. Para que possam ser eficientemente utilizados em aplicações tecnológicas e biomédicas,

20 os materiais nanoestruturados, como as nanopartículas de ouro, devem ser capazes de se manter estáveis por longos períodos de tempo, sem que haja perda de suas propriedades ou modificações estruturais. Dessa maneira, a busca por novos métodos de síntese voltados a aumentar a estabilidade química das nanopartículas têm sido objeto de estudo de vários pesquisadores.

25 Os processos de preparação de nanomateriais metálicos geralmente envolvem o uso de agentes redutores, como citrato de sódio, borohidreto de sódio, hidrazinas, formaldeídos, hidroxilaminas, álcoois saturados e insaturados e açúcares. Além disso, no que diz respeito ao controle do tamanho das nanopartículas, destacam-se diversos fatores como: pH e força iônica do meio reacional, temperatura, concentração do sal precursor, concentração do agente redutor, tipo de estabilizante, concentração do

30 estabilizante dentre outros.

Na literatura, encontram-se vários exemplos de redução do sal dos metais por solventes orgânicos para preparação de nanopartículas metálicas como Pt, Pd, Au, Ag e Rh, por exemplo. Os métodos mais empregados na preparação de nanopartículas

35 metálicas são os métodos de decomposição térmica, microemulsão, síntese hidrotérmica, síntese eletroquímica, o método de deposição- precipitação, fotoquímico, o método de

co-precipitação, o método de impregnação e o método de deposição química a vapor. A decomposição térmica também chamada termólise, é definida como uma reação química onde uma substância química se decompõe em pelo menos duas substâncias químicas quando aquecida. A reação é usualmente endotérmica já que aquecimento é requerido para romper as ligações químicas do composto durante a decomposição. Na síntese hidrotérmica as reações ocorrem na presença de água e condições de pressão e temperatura próximas no ponto crítico. A síntese eletroquímica, por sua vez, ocorre em uma solução envolvendo um condutor (um metal ou um semicondutor) e um condutor iônico (o eletrólito), envolvendo trocas de elétrons entre o eletrodo e o eletrólito.

No processo de co-precipitação, um hidróxido ou carbonato é obtido através da adição simultânea das soluções de sais precursores. Em seguida, o precipitado obtido é lavado, seco e calcinado. Este método é frequentemente usado para preparar nanopartículas de metais da primeira série de transição nos grupos 4 a 12 da tabela periódica. Em especial, nanopartículas de ouro suportadas em óxidos de cério, ferro, cobalto e manganês são preparadas por esse método. Já o processo de deposição a vapor pode ser dividido em duas classes principais: a deposição física e a deposição química a vapor. A deposição física a vapor envolve processos físicos de formação de nanocristais, como a eletrodeposição de partículas. Por outro lado, a deposição química a vapor consiste na passagem de uma corrente de vapor do precursor metálico volátil sobre um suporte com elevada área superficial específica. O composto, sob a forma de vapor, reage quimicamente com a superfície do suporte formando as espécies ativas. Este método é empregado na preparação de nanopartículas de metais nobres sobre vários suportes, incluindo a alumina, a titânia e a sílica.

As pesquisas já existentes relacionadas à síntese de nanopartículas em geral buscam métodos de síntese de nanopartículas com alto controle de tamanho e estrutura dependendo da finalidade. Como as nanopartículas em geral, tendem a ser instáveis, tendendo a crescer e agregar, o uso de agentes estabilizantes torna-se fundamental. Dentre os processos de estabilização de nanopartículas de ouro destacam-se a utilização do citrato, de polímeros, onde se destacam a classe específica de polieletrólitos, de dendrímeros, aminas, fosfina e seu óxido e tióis. No processo de estabilização por citrato, a formação de nanopartículas é primeiramente descrita como uma nucleação rápida seguida de um crescimento difusional controlado. Basicamente, o processo se baseia na mistura do sal metálico com o citrato em água fervente, obtém-se um líquido estável de cor característica. O citrato apresenta dois papéis complementares – como agente redutor e estabilizante.

Já no uso de polímeros no processo de estabilização de nanopartículas, favorece

o isolamento de nanopartículas, em especial as de ouro. Quando polímeros são utilizados, faz-se necessário, geralmente, o uso de um agente redutor. Dentre os polímeros, destacam-se os polieletrólitos na estabilização das nanopartículas, uma vez que estes, com carga, se ionizam em água e tendem a impedir o crescimento das nanopartículas. O uso de tiois na estabilização de nanopartículas de ouro tem obtido sucesso graças ao caráter do enxofre com elétrons livres que se liga facilmente ao elemento ouro. Vale ressaltar que os processos tradicionais de estabilização geralmente fazem uso de solventes orgânicos como meio reacional. Este tipo de solvente tem a desvantagem de ser tóxico, em alguns casos, além de não ser amigável ao meio ambiente, por exemplo, a síntese realizada por Brust e colaboradores.

A literatura patentária revela vários exemplos de sistema de nanopartículas metálicas preparados, dos quais destacamos os mais relevantes.

O documento WO 2009/108125 A1 mostra nanopartículas de ouro geradas pela combinação de um sal de ouro, um sal de imidazólio N'N dissubstituído e um tiol de tal forma que os três componentes interagem para formar nanopartículas de ouro. Tal invenção destaca-se pelo uso do sal de imidazólio dissubstituído como agente estabilizante adicional do sistema preparado. Enquanto isso a invenção aqui apresentada utiliza um polímero, mais especificamente, um composto da classe dos polieletrólitos, o polialilamina (PAH) como agente estabilizante adicional, diferente do documento descrito.

Os documentos WO 2008/094144 A1 e EP 2125028-A1 mostram a síntese de nanopartículas envoltas com um polipeptídeo. O documento utiliza polipeptídeos com grupos amina laterais para se ligar às nanopartículas, enquanto que a invenção apresentada aqui faz uso do polieletrólito polialilamina (PAH), além do fato de que o polieletrólito, na presente invenção, não está ligado diretamente às nanopartículas metálicas.

Os documentos US 2004/180988 A1 e WO 2004/081111 A1 descrevem uma dispersão metálica estabilizada por tiol funcionalizado em PMM. No caso, a diferença desta invenção em relação à presente invenção está no uso específico do polímero PMM como agente estabilizante e na rota de síntese, enquanto a presente invenção faz uso do polieletrólito específico PAH.

Os documentos WO 2009/040479 A1 e FI 2007 05676 A mostram nanopartículas com tamanho de partícula variando entre 1 a 10nm e apresentando pelo menos um grupo protetor ligado às nanopartículas metálicas, onde o grupo é derivado de um tiol monomérico. Tal invenção diferencia-se da presente invenção quanto ao grupo derivado do tiol usado, no caso, um ditioéster, enquanto que a presente invenção faz uso de um

tiol com terminação de ácido carboxílico, em especial, o ácido 3-mercaptopropiônico. Além disso, a invenção do referido documento faz uso de nanopartículas dos seguintes metais: Al, Zn, Ni, Co e/ou In, não fazendo menção do metal utilizado na presente invenção, no caso, o ouro (Au).

5 Os documentos FR2838052 A1, JP 2003 300844 A e US 2004/010864 A1 apresentam nanopartículas metálicas organicamente modificadas ligadas ao enxofre do tiol para aplicações cosméticas usando o borohidreto de sódio como agente redutor. A diferença da referida invenção para a presente invenção está no tipo de agente estabilizante utilizado. No caso, a presente invenção faz uso do polieletrólito catiônico
10 PAH.

Os documentos WO 2008/119181 A1 e CA 2682513 A1 mostram a síntese de nanopartículas de ouro miscíveis em água usando borohidreto de sódio como agente redutor, e um template estabilizante, com um domínio ligante e um domínio com carga. Além disso, o agente precursor das nanopartículas de ouro é o ácido tetracloroáurico
15 (HauCl₄) com temperatura de reação de 10 a 50°C, tempo de reação de 1 a 5 h e tamanho das nanopartículas de ouro de 1 a 10nm. A diferença da presente invenção para o documento referenciado é o fato de que a invenção presente faz uso do polieletrólito catiônico PAH como agente estabilizante adicional, além do ácido 3-mercaptopropiônico (tiol). Vale ressaltar que a presente invenção tende a formar também nanopartículas
20 poliméricas, além das nanopartículas metálicas. Além disso, a invenção acima menciona o agente estabilizante como tendo um domínio ligante e outro domínio com carga, fazendo menção ao tiol como agente estabilizante.

Os documentos US 2010/008854 A1 e KR 2010 007665 A mencionam a síntese de um nanocompósito metálico tendo uma ou mais nanopartículas metálicas tendo um
25 polímero catiônico associado a uma superfície hidrofóbica. Essa invenção acima mencionada diferencia-se da presente invenção, pois a nossa invenção utiliza um polímero da classe de polieletrólito catiônico associado a uma superfície hidrofílica (tiol com ponta de ácido carboxílico e pequena cadeia C-C) em vez de hidrofóbica.

O documento WO 2010/036961 A1 menciona um sistema de matriz com um
30 agente terapêutico para liberação controlada de fármacos em pacientes com ponto lesionado. Esta invenção mencionada faz uso de nanopartículas como a presente invenção. No entanto, apesar de apresentar polímeros na nanopartícula, faz uso de polímeros biodegradáveis excretáveis e não excretáveis, enquanto que a presente invenção utiliza o polieletrólito catiônico polialilamina.

35 O documento WO 2009/077599 menciona a síntese de um nanocluster para uso no tratamento de câncer que faz uso de nanopartículas de metais nobres como o óxido

de Fe (III) e (IV) mas estende a patente para metais como ouro e prata como é o caso da presente invenção, porém estabilizado por polímeros biodegradáveis pouco solúveis em água, diferente da presente invenção que utiliza o polieletrólito catiônico polialilamina.

5 Outro problema encontrado na área de síntese de nanopartículas diz respeito à estabilidade das soluções de nanopartículas metálicas, em especial as de ouro, em que os sistemas preparados tendem a agregar, dificultando seu uso nas mais diversas aplicações.

OBJETO DA INVENÇÃO

10 É um objeto da presente invenção uma rota de síntese química, na qual polieletrólitos e tióis são usados como *templates* para sintetizar nanocompósitos de ouro, por meio de um método mais simples, eficiente e benigno para o meio ambiente. A rota de síntese oferece, além da rapidez, a vantagem distinta de conseguir soluções altamente estáveis de nanopartículas de ouro em um esquema de um só passo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

15 A Figura 1 apresenta a imagem das nanopartículas formadas obtida por microscopia eletrônica de transmissão:

A Figura 2 é um gráfico de espectroscopia UV-Vis obtida das soluções, antes (linha cheia) e depois da formação da nanopartícula de ouro estabilizada por PAH e o tiol ácido 3-mercaptopropiônico (3-MPA) (linha tracejada):

20

DESCRIÇÃO DETALHADA

Dependendo do grau de estabilidade do sistema de nanopartículas, composto por nanopartículas dispersas numa solução aquosa, obtido pela rota de síntese da presente invenção, pode-se tentar imobilizar a solução na forma de filmes automontados (sistema layer-by-layer) para futuras aplicações em dispositivos.

25

Diante da premissa, os inventores da presente invenção procuraram desenvolver um sistema que fosse benéfico ao meio ambiente com utilização da água como solvente do sistema de nanopartículas apresentado. Além de ser um processo de síntese rápido e simples, já que é feito em uma só etapa, ele é mais estável podendo ter um maior tempo de estocagem para diversas aplicações como, por exemplo, no corpo humano ou para estocagem em laboratório.

30

Os inventores da presente invenção consideraram, então, que o desenvolvimento de sistema de nanopartículas metálicas estabilizadas por tiol e polieletrólito e depois imobilizada na forma de filmes automontados para uso em dispositivos proporciona um sistema de nanopartículas mais estável, no que se diz respeito a não agregação das nanopartículas e a manutenção de suas propriedades e estruturas (ver Figura 1).

35

Um sistema de nanopartículas metálicas novo e melhorado foi desenvolvido

usando o tiol ácido 3-mercaptopropiônico seguido pelo polieletrólito catiônico polialilamina como agentes estabilizantes, tendo o borohidreto de sódio como agente redutor. Tal sistema mostrou-se bastante estável, por um período superior a três meses, o que foi comprovado por medidas de espectroscopia na região do UV-visível, com banda plasmônica característica em 540 nm aproximadamente .

Como o sistema acima descrito mostrou-se bastante estável, o mesmo foi imobilizado na forma de filmes automontados utilizando nanopartículas de ouro com ácido 3-mercaptopropiônico e polialilamina como solução catiônica e o ácido polivinilsulfônico como solução aniônica para formação das bicamadas dos filmes pela técnica layer-by-layer.

Os filmes mostraram-se estáveis e versáteis no que diz respeito ao seu transporte e armazenamento num possível uso como dispositivos futuramente.

Na figura 2 é mostrado um gráfico de absorção eletrônica (espectroscopia UV-Vis) obtida das soluções, antes (linha cheia) e depois da formação da nanopartícula de ouro estabilizada por PAH e o tiol ácido 3-mercaptopropiônico (3-MPA) (linha tracejada). Nesse caso, os espectros são obtidos para comprovar a formação das nanopartículas. A solução antes da formação das nanopartículas não apresenta nenhuma banda de absorção, pois os componentes da solução e os íons de ouro não absorvem luz. Contudo, após a formação das nanopartículas, devido ao efeito de ressonância da banda plasmônica, essas passam a absorver luz, o que é comprovado pelo aparecimento de uma banda (pico) de absorção por volta de 510 nm.

As nanopartículas metálicas são sintetizadas com a adição de tiol seguida por polieletrólito sobre o sal de ouro, e finalmente, reduzidos por borohidreto de sódio. Tal sistema é altamente estável e apresenta um longo período de estocagem sem sofrer alterações, pode ser aplicado na forma de filmes automontados apresentando uma versatilidade de aplicações como aplicações catalíticas, biomédicas e eletrônicas, como dispositivos eletrônicos e biossensores, por exemplo; e também em nanomedicina.

Esta invenção tem como objetivo proporcionar uma rota de síntese simples, rápida e amigável ao meio ambiente de nanopartículas metálicas altamente estáveis utilizando tiol e polieletrólito como agentes estabilizantes. A estratégia oferece, além da rapidez, a vantagem distinta de conseguir soluções estáveis de nanopartículas de ouro num esquema de síntese de um só passo.

Preferencialmente, foi focalizada a síntese das nanopartículas de ouro (AuNps) que foram preparadas pela redução química do HAuCl₄ usando borohidreto de sódio (NaBH₄) como agente redutor. O polieletrólito cloreto de polialilamina (PAH) também é usado como agente estabilizador na presença ou ausência do ácido 3-

mercaptopropiônico (3 MPA), o tiol específico utilizado. A idéia é que o sal de ouro, precursor da síntese, uma vez reduzido a nanopartícula é estabilizado pelo tiol (3 MPA) pelo elemento enxofre. Já a extremidade oposta do tiol, que apresenta ácido carboxílico, se liga ao nitrogênio presente na extremidade do polieletrólito catiônico polialilamina (PAH) formando uma nanoestrutura híbrida contendo tanto nanopartículas de ouro como nanopartículas do polieletrólito PAH.

Portanto, é um objetivo específico desta invenção um processo de síntese de nanopartículas de ouro (AuNPs) recobertas com ácido mercaptopropiônico (3 MPA) seguida de polieletrólito PAH formando uma nanoestrutura híbrida estável por longos períodos de tempo.

Os exemplos mostrados a seguir têm o intuito de exemplificar uma maneira escolhida de realizar a invenção. Métodos semelhantes que produzam resultados equivalentes são também objeto da presente invenção.

Nanopartículas Metálicas

As nanopartículas metálicas sintetizadas partem de um metal de transição que inicialmente, como precursor, está na forma de um sal, com estado de valência maior que zero.

Tal sal é escolhido do grupo que compreende, sem contudo limitar, os sais de prata, sais de cobre, sais de níquel, sais de ouro, sais de molibdênio, sais de tungstênio, sais de platina, sais de titânio, sais de paládio, sais de zinco, sais de manganês, sais de níobio, sais de zircônio, sais de escândio, sais de vanádio, sais de cromo, sais de cobalto, sais de ítrio, sais de tecnécio, sais de rutênio, sais de ródio, sais de cádmio, sais de ósmio, sais de irídio, sais de índio, sais de gálio, sais de tálio, sais de estanho, sais de germânio, bem como sais de outros metais e/ou combinações dos mesmos. Em especial, a presente invenção utiliza um sal de ouro, em especial o HauCl_4 (ácido tetracloroáurico) como precursor das nanopartículas de ouro de interesse.

Processo de Preparo

Esta invenção sugere um processo de preparo de nanopartículas metálicas, em especial, nanopartículas de ouro através de uma rota de um só passo, que consiste nos seguintes procedimentos em conjunto:

- 1) adição de tiol ácido mercaptopropiônico (3 MPA) ao sal de ouro (ácido tetracloroáurico);
- 2) adição de polieletrólito polialilamina (PAH) à mistura;
- 3) adicionar mistura dos dois itens anteriores ao agente redutor borohidreto de sódio (NaBH_4).

Esta invenção proporciona um processo de síntese das nanopartículas metálicas

estabilizadas em tiois e polímeros que compreende uma única etapa reacional. Essa etapa reacional consiste em misturar-se em um recipiente adequado (bequer) uma solução compreendendo um tiol, uma solução do polímero, uma solução do sal do metal a ser depositado e o agente redutor, e manter sob agitação, até que a coloração da reação mude, evidenciando a redução do metal.

A estabilização das nanopartículas de ouro é dada pela adição do tiol e polieletrólito como agentes estabilizantes. A concentração do tiol utilizado – ácido 3-mercaptopropiônico – varia de 0,001M a 1M. Em especial, esta invenção utiliza uma solução de ácido 3-mercaptopropiônico a 0,002M.

A concentração dos polímeros (que incluem os polímeros já mencionados anteriormente) utilizados como agentes estabilizantes varia de 1mM a 1M. Em especial, o polímero polialilamina (PAH) é utilizado em uma solução de concentração 10mM.

Os agentes redutores usados aqui incluem os agentes comumente conhecidos, como ácido fórmico, citrato, peróxido de hidrogênio, entre outros. Em especial, o agente utilizado foi borohidreto de sódio. As concentrações do tiol, do polímero, do sal do metal a ser depositado e do agente redutor estão compreendidas na faixa que vai de 0,001 M a 1 M, para cada componente.

As nanopartículas formadas possuem diâmetros variados dependendo de diversos fatores como força do agente redutor, concentração do sal do metal precursor, tipo de polímero utilizado, concentração do tiol utilizado, tipo de tiol utilizado, força iônica do meio, entre outros, podendo gerar partículas variando de 1nm a 100nm de diâmetro. Em especial, as nanopartículas de ouro formadas nesta invenção possuem 4nm de diâmetro enquanto que o polímero, por sua vez, também formou nanopartículas, de cerca de 100nm de diâmetro.

Uma vez obtida a solução de nanopartículas estabilizadas com tiol e polímero, foi possível a imobilização das mesmas na forma de filmes finos.

Os versados na arte valorizarão os ensinamentos da presente invenção e compreenderão que pequenas variações na forma de concretizar a invenção aqui descrita devem ser consideradas como dentro do espírito da invenção e do escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de preparo de nanopartículas metálicas de ouro por uma rota de um só passo, caracterizado por consistir na:
adição de tiol a sal de ouro para formar uma mistura;
5 adição de polieletrólito catiônico à mistura de tiol e sal de ouro; e
 adição à mistura de tiol e sal de ouro tendo o polieletrólito adicionado o agente redutor para obter nanopartículas sintetizadas de ouro, em que as referidas adições são efetuadas em conjunto em um só passo.
2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o tiol ser
10 ácido mercaptopropiônico (3 MPA).
3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o sal de ouro ser ácido tetracloroáurico.
4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o polieletrólito catiônico ser polialilamina (PAH).
- 15 5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o agente redutor ser borohidreto de sódio (NaBH_4).
6. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a adição de tiol e polieletrólito proporcionar a estabilização das nanopartículas de ouro.
7. Processo, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por a
20 concentração do tiol variar de 0,001M a 1M.
8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por a concentração do tiol ser de 0,002M.
9. Processo, de acordo com as reivindicações 1 e 4, caracterizado por a concentração do polieletrólito catiônico polialilamina (PAH) estar na faixa de 1mM a 1M.
- 25 10. Processo, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por a concentração do polieletrólito catiônico polialilamina (PAH) ser de 10mM.
11. Processo, de acordo com as reivindicações 3 e 5, caracterizado por a concentração do agente redutor e do sal de ouro variar de 0,001M a 1M para cada componente.
- 30 12. Nanopartículas de ouro estabilizadas para aplicação em nanomedicina, caracterizadas por serem obtidas pelo processo definido nas reivindicações 1 a 11 e em que as nanopartículas formadas possuem diâmetros variando de 1nm a 100nm de diâmetro.
13. Nanopartículas, de acordo com a reivindicação 11, caracterizadas por as
35 nanopartículas de ouro formadas possuírem diâmetro de 4nm.
14. Nanopartículas, de acordo com a reivindicação 12, caracterizadas por as

nanopartículas estabilizadas serem immobilizadas em forma de filmes finos.

15. Nanopartículas, de acordo com a reivindicação 12, caracterizadas por serem estáveis por um período de tempo específico de 3 meses ou mais.

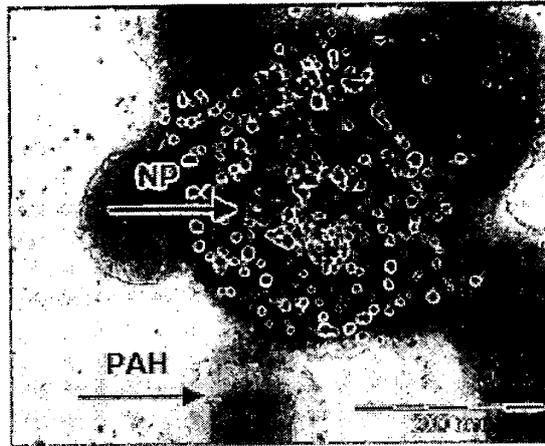


FIG. 1

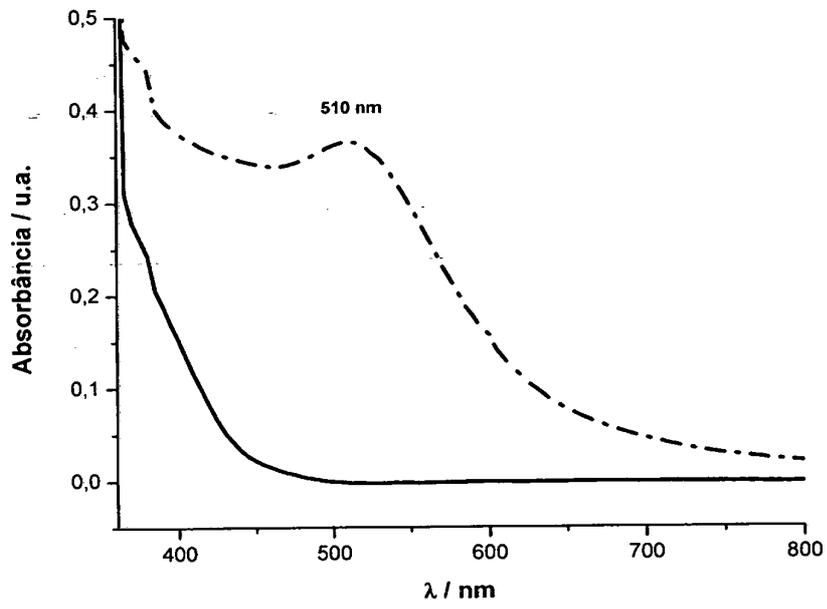


FIG. 2

RESUMO**PROCESSO DE PREPARO DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS DE OURO POR UMA ROTA DE UM SÓ PASSO E NANOPARTÍCULAS DE OURO ESTABILIZADAS PARA APLICAÇÃO EM NANOMEDICINA**

5 Processo de preparo de nanopartículas metálicas de ouro por uma rota de um só passo, caracterizado por consistir na adição de tiol a sal de ouro para formar uma mistura; adição de polieletrólito catiônico à mistura de tiol e sal de ouro; e adição à
10 mistura de tiol e sal de ouro tendo o polieletrólito adicionado o agente redutor para obter nanopartículas sintetizadas de ouro, em que as referidas adições são efetuadas em conjunto em um só passo. As nanopartículas metálicas são sintetizadas com a adição de tiol seguida por polieletrólito sobre o sal de ouro, e finalmente, reduzidas por borohidreto de sódio. As nanopartículas são altamente estáveis e apresentam um longo período de estocagem sem sofrer alterações, podendo ser aplicadas na forma de filmes automontados apresentando uma versatilidade de aplicações como aplicações
15 catalíticas, biomédicas e eletrônicas, como dispositivos eletrônicos e biossensores, por exemplo.