



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

(21) PI 0715450-0 A2



\* B R P I 0 7 1 5 4 5 0 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 12/07/2007

(43) Data da Publicação: 11/06/2013  
(RPI 2214)

(51) Int.Cl.:

A61B 6/00

(54) Título: PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE COMPOSTOS DIAMINOFENOTIAZÍNIO

(30) Prioridade Unionista: 12/07/2006 FR 06 06330

(73) Titular(es): Provence Technologies

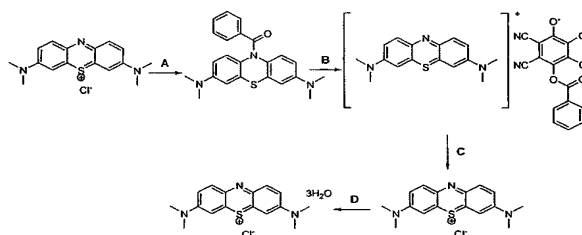
(72) Inventor(es): Babak Sayah, Michel Feraud

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen & Ipanema  
Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT FR2007001193 de  
12/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/006979de  
17/01/2008

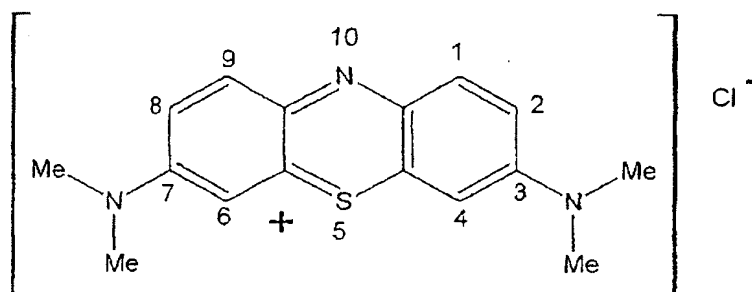
(57) Resumo: PROCESSP DE PREPARAÇÃO DE COMPOSTOS DIAMINOFENOTIAZÍNIO. A presente invenção refere-se a um processo de preparação de compostos do tipo diaminofenotiazínio que compreende uma etapa de purificação de derivados (II). Os produtos resultantes desse processo têm um grau de pureza elevado. Utilização desses compostos para a preparação de medicamentos.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE COMPOSTOS DIAMINOFENOTIAZÍNIO**".

A presente invenção tem como objetivo um novo processo de preparação de compostos do tipo diaminofenotiazínio, em especial um processo de purificação desses compostos. Ela se refere em especial ao azul de metileno, e ela tem também como objetivo os produtos que resultam desse processo cujo grau de pureza é mais elevado do que aqueles conhecidos pela técnica anterior. Ela tem ainda como objetivo a utilização desses compostos para a preparação de medicamentos.

O cloreto de metiltionínio, também conhecido sob os nomes de azul de metileno ou cloreto de 3,7-bis(dimetilamino)fenotiazin-5-ílio, é um composto orgânico que apresenta à fórmula abaixo:



Esse composto foi utilizado desde muito tempo como corante e indicador redox, como revelador óptico em sistemas biofísicos, em materiais nanoporosos como material separador, e em imagens fotoeletrocromáticas. Ele é também conhecido por suas aplicações como agente antisséptico, anti-infeccioso, como antídoto e como agente de diagnóstico. Ele encontra utilizações notadamente em ginecologia, neonatologia, cancerologia, oncologia, urologia, oftalmologia e gastroenterologia. Novas utilizações no domínio terapêutico são em decorrer de desenvolvimento, tal como a redução dos contaminantes patogênicos no sangue (GB2373787), a prevenção ou a inibição de uma reação hemodinâmica excessiva (WO03/082296).

Numerosos métodos de síntese foram descritos para esse composto, desde o mais antigo em 1877 (patente alemã Nº 1886). Todos esses métodos têm em comum utilizar compostos metálicos em pelo menos uma etapa de síntese:

A patente DE-1886 descreve um processo no qual é feito um acoplamento oxidante do N,N-dimetil-1,4-diaminobenzeno com  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{FeCl}_3$ .

Fiez David *e al.*, "Fundamental Processes of Dye Chemistry", 1949, Interscience, 308-314, descreve um processo no qual o ciclo tiazina é  
5 formado por tratamento com dióxido de manganês ou com sulfato de cobre. Esse processo compreende ainda um tratamento com cloreto de zinco e com dicromato de sódio e com tiosulfato de alumínio.

O documento WO 2005/054217 descreve derivados do azul de metileno e um processo para a preparação dos mesmos. O método de pre-  
10 paração desses compostos utiliza a fenotiazina como produto de partida. Ora todos os métodos de preparação conhecidos da fenotiazina recorrem a reagentes metálicos dos quais os átomos de metais vêm quelatar a fenotiazina no final da síntese. Os produtos obtidos por esse processo são portanto naturalmente contaminados por resíduos metálicos, além dos contaminantes  
15 orgânicos habituais como o azul B.

O documento WO 2006/032879 descreve um processo de preparação do azul de metileno que compreende uma etapa de redução com ferro, uma etapa de oxidação com dicromato de sódio, uma etapa de oxida-  
ção com sulfato de cobre.

20 Esses processos requerem que sejam efetuadas purificações fastidiosas e custosas a fim de reduzir as impurezas, notadamente as impurezas metálicas do azul de metileno. Apesar das etapas de purificações ulte-  
riores, esses diferentes processos levam inevitavelmente a um azul de metileno que compreende numerosas impurezas metálicas e também impurezas  
25 orgânicas, notadamente azul B, azul C e azul A.

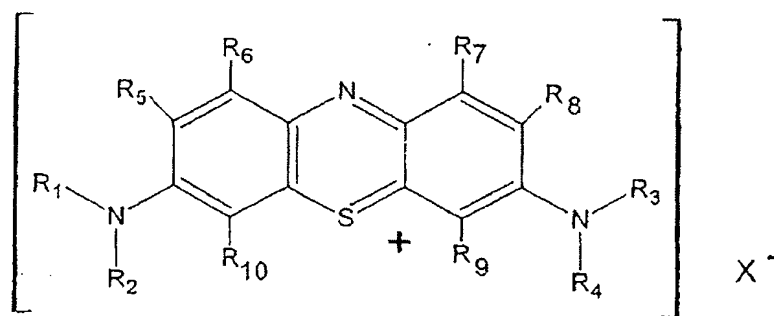
O documento WO 2006/032879 afirma poder atingir uma taxa de impurezas metálicas que representam 10 % do limite máximo fixado pela farmacopéia européia, mas de acordo com os exemplos é constatado que  
essa taxa não é obtida simultaneamente para todos os metais e que os re-  
30 sultados das etapas de purificação nem sempre são reprodutíveis. Uma análise detalhada dos conteúdos em metais de diferentes azuis de metileno disponíveis comercialmente é ilustrada nesse documento.

A farmacopéia européia foi modificada recentemente (abril de 2006) no sentido de um aumento dos limites de tolerância das impurezas metálicas pois nenhum produtor de azul de metileno era capaz de produzir, e ainda menos de produzir em quantidade industrial, um azul de metileno de uma qualidade que reponde a suas precedentes exigências.

Um primeiro objetivo da invenção foi portanto o desenvolvimento de um processo de preparação do azul de metileno que dá acesso a um azul de metileno de uma grande pureza, notadamente que compreende uma taxa de impurezas metálicas e orgânicas muito pequena, que seja explorável em escala industrial em condições econômicas satisfatórias, e que não seja sujeito a variações de qualidade. De acordo com uma variante, o processo da invenção é um processo de purificação do azul de metileno.

O processo que foi desenvolvido se aplica não somente ao azul de metileno, mas também a outros derivados de tipo diaminofenotiazínio.

O processo da presente invenção é um processo de preparação de compostos que respondem à fórmula (I) abaixo:



(I)

na qual cada um de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$ ,  $R_{10}$  pode ser escolhido, independentemente dos outros, entre o grupo constituído:

- pelo átomo de hidrogênio,
- pelos grupamentos alquila com  $C_1$ - $C_6$ , lineares, ramificados ou cíclicos, saturados ou insaturados, eventualmente substituídos por uma ou várias funções escolhidas entre um átomo de halogênio, uma função alcóxi com  $C_1$ - $C_6$ , alquiloxicarbonila com  $C_1$ - $C_6$ ,  $-CONH_2$ ,
- pelos grupamentos arila eventualmente substituídos por uma

•

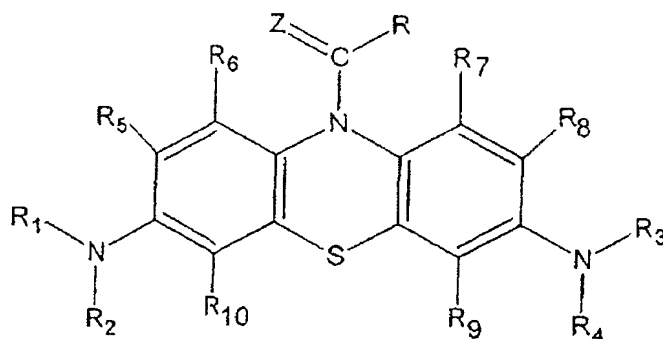
5

10

100

15

20



(11)

é submetido a uma etapa de purificação em condições que permitem separar compostos metálicos dos compostos de fórmula (II), os grupos R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> tendo a mesma definição

que na fórmula (I) e R representa um grupamento escolhido entre:

- um grupamento fenila ou benzila, eventualmente substituídos por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alquila com  $C_1-C_4$ , um átomo de halogênio, uma halogenoalquila com  $C_1-C_4$ , um grupamento nitro,

5

- um grupamento alquila com  $C_1-C_8$ , linear, ramificado ou cíclico,

- um grupamento alquilamino com  $C_1-C_8$ ,

- um grupamento alcóxi com  $C_1-C_8$ ,

- um grupamento fenilóxi ou benzilóxi eventualmente substituído

no núcleo aromático por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alquila com  $C_1-C_4$ , um átomo de halogênio, uma halogenoalquila com  $C_1-C_4$ , um grupamento nitro,

10

Z representa um átomo escolhido entre O e S.

A purificação dos compostos de fórmula (II) é feita em condições que permitem separar os compostos metálicos dos compostos de fórmula (II): filtração em um suporte suscetível de reter os compostos metálicos, cristalização em um solvente apropriado ou qualquer outro método conhecido pelo profissional.

15

Quando a purificação é feita por filtração em um suporte suscetível de reter os compostos metálicos, um tal suporte pode ser escolhido entre; uma sílica-gel, um gel de alumina (neutro, básico ou ácido), um diatomito eventualmente modificada, celite, uma membrana microporosa, as resinas enxertadas com grupamentos captadores de metais e as fibras enxertadas com grupamentos captadores de metais, tais como funções tiol, ácido carboxílico, amina terciária, ou qualquer outro suporte que tem a propriedade de reter os metais. Entre as fibras enxertadas, podem ser citados notadamente os produtos comercializados pela sociedade Johnson Matthey sob a marca Smopex®. Entre os diatomitos, podem ser citados os produtos comercializados pela sociedade CECA sob a marca Clarcel®.

20

25

O composto de fórmula (II) pode ser obtido a partir do composto de fórmula (I), por redução do composto de fórmula (I) e depois por reação da função amina do ciclo fenotiazínio com um grupamento protetor apropriado R-CZ-Y no qual R e Z têm a mesma definição que acima e Y representa

30

um grupo que parte escolhido entre: um átomo de halogênio tal como F, Cl, I, Br, um grupamento alcóxi com C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, um grupamento -OCOR (anidrido), um grupamento hidroxila, eventualmente em presença de um ativador do tipo dicicloexilcarbodiimida (DCC). Vantajosamente R é escolhido entre um

5

grupamento fenila, um grupamento toluila.

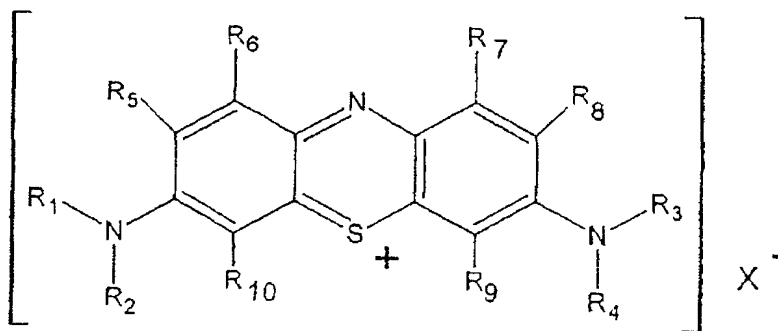
Quando o composto de fórmula (II) é obtido a partir do composto de fórmula (I), o processo global é uma purificação do composto de fórmula (I). No entanto, o composto de fórmula (II) pode ser obtido por outros processos que não utilizam o produto (I) como produto de partida.

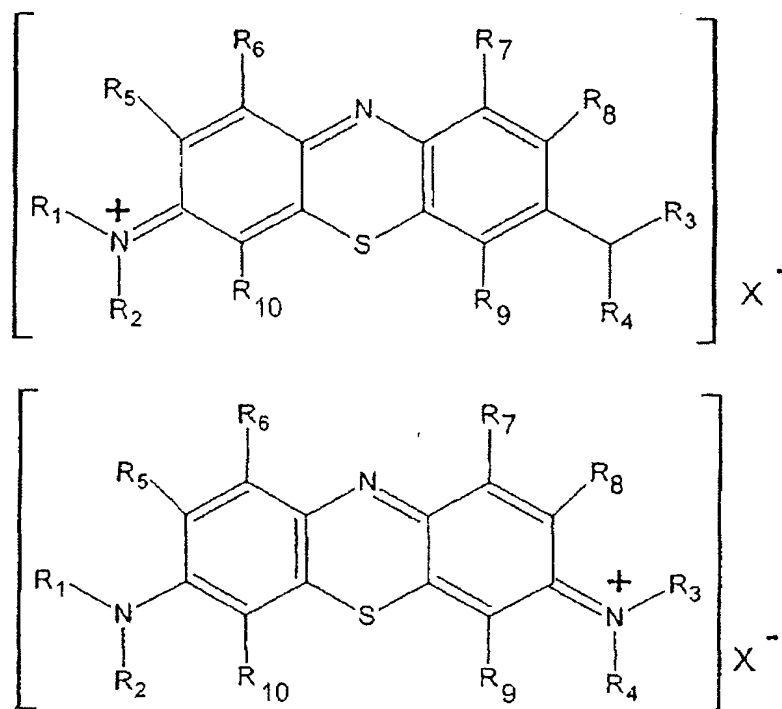
10

Certos compostos de fórmula (II) tais como o benzoil leuco azul de metileno são disponíveis comercialmente.

O composto representado pela fórmula (I), pode ser representado por várias estruturas ressonantes equivalentes. A título de ilustração e de modo não limitativo, são mostradas abaixo outras estruturas que são equivalentes àquela da fórmula (I):

15





4.

Na fórmula (I) e na fórmula (II), de preferência  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  e  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$ ,  $R_{10}$ , idênticos ou diferentes são escolhidos entre o átomo de hidrogênio e uma alquila com  $C_1$ - $C_4$ . Vantajosamente  $R_5$ ,  $R_8$ ,  $R_9$  e  $R_{10}$  representam H.

Vantajosamente ainda, uma ou várias das condições seguintes são verificadas:

- X representa Cl ou OH,
- $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ , idênticos ou diferentes são escolhidos entre um átomo de hidrogênio e a metila,
- $R_6$  representa um átomo de hidrogênio,
- $R_7$  representa um átomo de hidrogênio,
- Z representa O.

De modo vantajoso, o composto de fórmula (I) é o cloreto de tetratiltionina ou azul de metileno.

De acordo com uma outra variante o composto de fórmula (I) é o cloreto de dimetiltionina ou Azul A, ou o cloreto de trimetiltionina ou Azul B, ou o cloreto de monometiltionina ou Azul C.



De acordo com a invenção o processo de preparação do composto de fórmula (I), compreende pelo menos uma etapa de purificação de um composto de fórmula (II), em especial essa purificação compreende pelo menos uma etapa de filtração de um composto de fórmula (II) sobre um suporte suscetível de reter os compostos metálicos, tal como uma sílica-gel, de alumina (neutro, básico ou ácido), um diatomito eventualmente modificado, uma resina funcionalizada por captadores de metais, fibras funcionalizadas por captadores de metais, celite, uma membrana microporosa ou qualquer outro suporte capaz de reter os compostos metálicos.

De modo mais detalhado, de acordo com essa variante, o composto de fórmula (II) é colocado em solução em um solvente apropriado, prepara-se um filtro com o suporte de filtração que é introduzido em um recipiente apropriado, tal como uma coluna de vidro, um filtro feito de vidro sinterizado ou uma centrífuga industrial. O recipiente cheio com o suporte de filtração escolhido é umidificado, preferencialmente com o mesmo solvente que aquele no qual é dissolvido o composto de fórmula (II).

A solução que contém o composto de fórmula (II) é colocada sobre o filtro, a solução que atravessa o filtro é recuperada, o filtro é enxaguado várias vezes com um solvente idêntico ou diferente daquele que serviu para solubilizar o composto de fórmula (II). As frações eluídas são recuperadas e eventualmente concentradas.

Entre os solventes utilizáveis para solubilizar os compostos de fórmula (II) podem ser citados preferencialmente: os solventes clorados, como por exemplo o diclorometano ou o clorofórmio, os álcoois tais como o isopropanol, etanol, metanol ou acetonitrila, acetato de etila, tetrahidrofurano, ou uma mistura desses solventes.

A solução do composto de fórmula (I) é vantajosamente uma concentração que vai de 1 g/L a  $10^3$  g/L. Concentrações mais baixas levam a utilizar volumes de solvente muito grandes com conseqüências sobre a segurança e o tamanho do material. Concentrações maiores podem dificilmente ser consideradas em razão da solubilidade dos produtos.

É previsto utilizar cerca de 0,1 a 10 kg de suporte de filtração por

kg de produto a filtrar. É previsto vantajosamente enxaguar o filtro com 0,1 a 50 L de solvente por kg de produto de fórmula (II) até a eluição total do produto de fórmula (II). O processo da invenção apresenta a vantagem de livrar o produto de fórmula (II) de suas impurezas metálicas.

5 Quando é escolhido purificar o composto de fórmula (II) por cristalização, escolhe-se vantajosamente um solvente entre: um álcool como o etanol, um solvente clorado como o cloreto de metileno.

De modo vantajoso, a fabricação do composto de fórmula (II) é feita a partir do composto de fórmula (I) que faz-se reagir com um grupamen-  
10 to de proteção R-CZ-Y no qual Y é vantajosamente escolhido entre: F, Cl, Br, I, um grupamento alcóxi com C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, um grupamento -OCOR (anidrido), um grupamento hidroxila, eventualmente na presença de um ativador do tipo dicitcloexilcarbodiimida (DCC).

A reação é feita de modo clássico em meio básico ou neutro em  
15 água ou em uma mistura de água e de um outro solvente tal como por exemplo acetonitrila, tetrahydrofurano, diclorometano ou qualquer outro solvente orgânico apropriado.

A reação é exotérmica, e são utilizados de preferência meios de resfriamento que permitem manter a temperatura da mistura nas proximida-  
20 des da temperatura ambiente.

O produto de partida (I) é ou comercial, ou preparado por métodos conhecidos, tais como aqueles descritos em WO 2006/032879.

De um modo geral os produtos de fórmula (I) são preparados por processos de síntese que recorrem à utilização de derivados metálicos que  
25 são encontrados como impurezas nos produtos (I). Esse é o caso do azul de metileno, mas também do azul A, do azul B e do azul C.

Os compostos de fórmula (I) não podem ser desembaraçados de suas impurezas metálicas e orgânicas de modo direto, simples e eficaz. Os métodos da técnica anterior recorrem a recristalizações sucessivas que não  
30 têm rendimentos satisfatórios e que levam a produtos cuja taxa de impurezas residuais é difícil de controlar.

Por outro lado os produtos de fórmula (I) têm a propriedade de

quelatar os metais enquanto que os produtos (II) são não quelatantes. Sua purificação é portanto muito mais eficaz do que a purificação direta dos compostos de fórmula (I).

5 Nas diferentes etapas do processo da invenção, tem-se o cuidado de empregar materiais não-metálicos, reagentes e solventes desprovidos de resíduos metálicos de modo a não introduzir contaminação externa.

Depois que o produto de fórmula (II) tenha sido purificado, em especial submetido a uma filtração, de acordo com o processo da invenção, procede-se vantajosamente a uma etapa de desproteção da amina do ciclo  
10 fenotiazina do composto de fórmula (II). Essa desproteção é feita por qualquer meio conhecido pelo profissional, evitando-se a introdução de contaminantes metálicos e em condições que evitam a degradação do composto de fórmula (I). Entre os meios utilizáveis para a desproteção do grupo R-CZ-  
15 1,4-benzoquinona (DDQ),  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , um tratamento com radiações ultravioletas. De preferência é utilizada uma quinona para essa etapa, e de modo muito preferencial a 2,3-dicloro-5,6-diciano-1,4-benzoquinona. De modo vantajoso, essa reação de desproteção é feita em um solvente escolhido entre: o acetato de etila, a acetonitrila, o tetrahidrofurano, a acetona. O solvente preferido para essa etapa é a acetonitrila.  
20

Condições de desproteção vantajosas preveem o emprego de 0,80 a 1,1 equivalentes molares de DDQ em relação ao composto (II), ainda mais vantajosamente de 0,85 a 1,05 equivalentes molares de DDQ em relação ao composto (II), vantajosamente de 0,90 a 1 equivalente molar. Preferencialmente, essa desproteção é feita a uma temperatura compreendida  
25 entre  $-40^\circ\text{C}$  e  $-5^\circ\text{C}$ . Ainda que não totalmente excluídas, uma temperatura mais baixa teria o inconveniente de alongar os tempos de reação, uma temperatura mais elevada poderia levar à formação de produtos secundários.

Em função do meio de desproteção empregado é possível ser  
30 levado a fazer uma troca de íons para chegar ao composto de fórmula (I) que compreende um anion  $\text{X}^-$  desejado. De preferência, essa troca de íons é feita por tratamento com  $\text{HCl}$ , vantajosamente no acetato de etila. Outros

solventes poderiam ser utilizados, mas alguns são suscetíveis de levar à formação de produtos secundários.

As condições de desproteção dos compostos de fórmula (II) expostas acima são especialmente vantajosas pelo fato de que elas permitem  
5 chegar a um composto de fórmula (I) sem introduzir no decorrer dessa etapa impurezas metálicas ou formar impurezas orgânicas. De acordo com uma variante da invenção, é possível prever purificar o composto de fórmula (II) por outros meios que não sejam a filtração sobre um suporte suscetível de  
10 reter os metais, como por exemplo por cristalização em um solvente apropriado. De acordo com essa variante, desprotege-se em seguida o composto de fórmula (II) com o auxílio de qualquer meio de desproteção que não implica a utilização de compostos metálicos, em especial com o auxílio de uma quinona, em especial o DDQ, de preferência nas condições expostas acima.

Um outro objetivo da invenção é portanto um processo de preparação  
15 de compostos que respondem à fórmula (I) descrita acima, caracterizado pelo fato de que ele compreende pelo menos uma etapa de desproteção do grupo R-CZ- da amina do ciclo fenotiazina do composto de fórmula (II) com o auxílio de meios de desproteção que não implicam a utilização de compostos metálicos.

20 Por "meios de desproteção que não implicam a utilização de compostos metálicos" entende-se o emprego de reagentes não-metálicos, de solventes que não compreendem resíduos metálicos (de preferência < 0,01 ppm), em reatores que não compreendem partes metálicas, como reatores esmaltados por exemplo.

25 Entre os meios utilizáveis para a desproteção do grupo R-CZ- podem ser citados: as quinonas como por exemplo a 2,3-dicloro-5,6-diciano-1,4-benzoquinona (DDQ), HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, I<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, um tratamento com radiações ultravioletas. De preferência é utilizada uma quinona para  
30 essa etapa, e de modo muito preferencial a 2,3-dicloro-5,6-diciano-1,4-benzoquinona. Vantajosamente são empregadas as condições de utilização do DDQ que foram descritas acima.

O método de desproteção do composto (II) em composto (I)

permite chegar a um composto (I) que não compreende impurezas metálicas adicionais em relação ao produto (II). Por outro lado, essas condições de desproteção evitam a formação de produtos de degradação orgânica. De fato, os compostos de fórmula (I) são de uma estabilidade limitada e a utilização de certas condições de tratamento leva a degradações, por exemplo do azul de metileno em Azul A, B e C, que são em seguida dificilmente separáveis.

O processo da invenção permite ter acesso a um composto de fórmula (I) desprovido de contaminantes metálicos e de uma alta pureza química, de modo confiável, reprodutível e aplicável na escala industrial. Essas qualidades são essenciais para poder fornecer um produto de fórmula (I) de qualidade farmacêutica.

Notadamente o processo de preparação ou de purificação da invenção é o único que permita obter em quantidades industriais e de modo reprodutível um azul de metileno ou cloreto de tetrametilitionina que compreenda 0,02  $\mu\text{g/g}$  ou menos de cádmio por g de azul de metileno. Um tal produto constitui um outro objeto da invenção.

Um outro objeto da invenção é um azul de metileno ou cloreto de tetrametilitionina que tem uma taxa de pureza superior a 97 %, preferencialmente superior a 98 %, ainda melhor superior a 99 %, medida em CLHP (cromatografia líquida de alto desempenho) nas condições da farmacopéia européia 5.4 (edição de abril de 2006) e que compreende menos de 4,5  $\mu\text{g/g}$  de alumínio, vantajosamente menos de 3  $\mu\text{g/g}$  de alumínio, ainda mais vantajosamente menos de 2,5  $\mu\text{g/g}$  de alumínio por g de azul de metileno.

O processo da invenção é também o único a dar acesso a um azul de metileno ou cloreto de tetrametilitionina que tem uma taxa de pureza superior a 97 %, preferencialmente superior a 98 %, ainda melhor superior a 99 %, medida em CLHP nas condições da farmacopéia européia 5.4 (edição de abril de 2006) e que compreende menos de 0,5  $\mu\text{g/g}$  de estanho por g de azul de metileno. Um tal produto constitui um outro objeto da invenção.

O processo da invenção é também o único a dar acesso a um azul de metileno ou cloreto de tetrametilitionina que tem uma taxa de pureza

superior a 97 %, preferencialmente superior a 98 %, ainda melhor superior a 99 %, medida em CLHP nas condições da farmacopéia européia 5.4 (edição de abril de 2006) e que compreende menos de 0,95 µg/g de cromo, vantajosamente menos de 0,90 µg/g, ainda melhor, menos de 0,80 µg/g por g de azul de metileno.

O processo da invenção é o único a dar acesso, em quantidade industrial, a um azul de metileno ou cloreto de tetrametiltionina que compreende menos de 3 % de impurezas, preferencialmente menos de 2 %, ainda melhor menos de 1 %, medido em CLHP nas condições da farmacopéia européia 5.4 (edição de abril de 2006) e uma taxa de impurezas metálicas inferior a 20 µg/g, vantajosamente inferior a 15 µg/g, ainda mais vantajosamente inferior a de 10 µg/g.

Um outro objeto da invenção é um composto de fórmula (I), com exclusão do azul de metileno ou cloreto de tetrametiltionina e que compreende uma taxa de impurezas metálicas global inferior a 100 µg/g, vantajosamente inferior a 50 µg/g, em especial inferior a 30 µg/g. De preferência esse composto satisfaz uma ou várias das condições seguintes:

- pureza superior a 97 %, preferencialmente superior a 98 %, ainda melhor superior a 99 %, medida em CLHP nas condições da farmacopéia européia 5.4 (edição de abril de 2006),

- taxa de alumínio inferior a 5 µg/g, vantajosamente inferior a 4 µg/g, ainda mais vantajosamente inferior a 3 µg/g,

- taxa de cádmio inferior a 0,1 µg/g, vantajosamente inferior a 0,05 µg/g, ainda melhor inferior a 0,02 µg/g,

- taxa de estanho inferior a 0,5 µg/g, vantajosamente inferior a 0,4 µg/g e ainda mais vantajosamente inferior a 0,3 µg/g.

O azul de metileno é utilizado há décadas no tratamento de diversas infecções. Ele é utilizado como agente antisséptico, anti-infeccioso, como antídoto e como agente de diagnóstico. De modo recente sua atividade anti-viral foi colocada em evidência, e ele poderia ser utilizado na preparação de um medicamento destinado a lutar contra uma patologia tal como uma infecção, notadamente um choque séptico, a presença de contaminan-

tes patogênicos no sangue ou no plasma, uma reação hemodinâmica excessiva, uma infecção pelo HIV, pelo vírus West Nile, pelo vírus da hepatite C, a doença de Alzheimer, a malária, o câncer do seio, as perturbações maniaco-depressivas.

5 Finalmente ele poderia também ser utilizado em cosmética ou para produtos destinados a uma aplicação oftálmica.

Para todas essas aplicações terapêuticas, e em especial no contexto da prevenção e do tratamento da doença de Alzheimer, é necessário dispor de um azul de metileno que tem um grau de pureza elevado e em especial que compreende muito poucas impurezas metálicas.

Um medicamento que compreende um azul de metileno da invenção, em um suporte farmacêuticamente aceitável, constitui um outro objeto da invenção.

O suporte e as qualidades de azul de metileno a administrar são bem-conhecidas pelo profissional.

A invenção tem por outro lado um processo de preparação de um medicamento que compreende um composto de fórmula (I), caracterizado pelo fato de que esse processo compreende pelo menos uma etapa de processo tal como descrita acima, em especial uma etapa de purificação do composto de fórmula (I) e/ou uma etapa de desproteção do composto (II) em (I).

## PARTE EXPERIMENTAL

Um azul de metileno comercial é purificado de acordo com o processo da figura 1.

### 25 1 - Síntese do benzoil leuco azul de Metileno (Etapa A)

Em um reator de duplo invólucro de 120 L munido de uma agitação e sob nitrogênio são introduzidos:

- 80 L de água destilada,
- 4,2 kg (10,7 mols) de azul de metileno comercializado pela sociedade LEANCARE LTD sob a referência CI 52015, que compreende grandes quantidades de impurezas metálicas (Al, Fé, Cu, Cr).

Deixa-se 15 min sob agitação e depois adicionam-se 9,9 kg de

sódio hidrossulfito  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  em solução aquosa a 85 %. A coloração passa do azul para o bege. Deixa-se 45 min suplementares sob agitação, e depois adiciona-se 2,69 kg de soda sob a forma de pastilhas. A temperatura da reação é mantida entre 18 e 20°C. O tempo de adição é de 30 min e deixa-se sob agitação 30 min suplementares. Em seguida adiciona-se gota a gota 7,90 L de cloreto de benzoíla. A mistura de reação passa para uma coloração verde-bege. A duração de adição é de 2 h e em seguida deixa-se sob agitação durante 20 h.

#### Tratamento:

Depois de paralisação da agitação deixa-se decantar 15 min e aspira-se o sobrenadante. Adiciona-se 80 L de água (25 volumes) e depois de agitação e decantação aspira-se de novo o sobrenadante. Adiciona-se 24 L de EtOH e depois de uma agitação de cerca de 5 min adiciona-se 16 L de água. Depois de ter agitado durante 15 min, a mistura é filtrada por procedimento. Essa operação é repetida 3 vezes. Depois de secagem obtêm-se 2,9 kg (Rdt: 66 %) de benzoil leuco azul de metileno.

#### 2 - Purificação

são utilizados 4,25 kg de benzoil leuco azul de metileno proveniente da primeira etapa, solubilizado em 30 L de  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Filtra-se em 3 partes de sílica (Merck Gerudan Si60) (11,5 kg) e 0,5 kg de areia de Fontainebleau, enxágua-se com 30 litros de  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Elimina-se  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  por evaporação sob vácuo. Adiciona-se 6 L de etanol. Deixa-se sob agitação a frio e depois filtra-se por procedimento. Seca-se sob vácuo. Obtém-se 3,4 kg de benzoil leuco azul de metileno purificado (Rdt: 80 %).

Pureza: +99 % CLHP

Metais: o conteúdo em metais (em  $\mu\text{g/g}$ ) é dado por 3 ensaios na tabela 1.

Tabela 1

Ensaio	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3
Al	0,5	0,5	0,1
Cu	0	0	0,4
Fe	0	0	0,1



Zn	0,9	0,7	0,5
Ni	0,1	0,1	0,1
Cr	0,3	0,3	0,03
Mo	0,1	0,1	0,1
Mn	0,02	0	0
Sn	0,5	0,4	0,5
Pb	5	3,2	2,4
Cd	0,2	0,2	0,07

### 3 – Desbenzoilação

Em um reator de duplo invólucro esmaltado de 100 L em temperatura ambiente, são introduzidos:

5                   - 45 L de acetonitrila (ACN)

- 1,6 kg do benzoil leuco azul de metileno proveniente da segunda etapa e coloca-se sob agitação. Deixa-se agitar 30 min em temperatura ambiente e depois baixa-se a temperatura a -18°C. Adiciona-se em uma porção 950 g de DDQ solubilizados em 4 L de ACN. Deixa-se agitar 2 h a -18°C. Filtra-se. Obtém-se um complexo do 3,7-bis(dimetil amino)fenotiazina com o DDQ que é utilizado diretamente na etapa seguinte.

### 4 – Salificação

No reator de duplo invólucro esmaltado, reintroduz-se a torta proveniente da terceira etapa em vários pedaços. Adiciona-se 4 L de AcOEt. Deixa-se girar durante 30 min em temperatura ambiente. Baixa-se a temperatura para 0-18°C. Adiciona-se 2,5 kg de HCl em 16 L de AcOEt (solução 4N). Agita-se 2 h a -18°C. Filtra-se e depois reintroduz-se a torta no reator. Adiciona-se 30 L de AcOEt a -18°C e filtra-se de novo.

### 5 – Neutralização

20                   Adiciona-se 30 L de acetona e depois uma solução de 200 g de NaOH solubilizados em 500 ml de água. Filtra-se. Introduz-se o produto proveniente da quarta etapa no reator com 30 L de acetona. Agita-se o meio durante 1 h em temperatura ambiente. O pH é de 4,0. Filtra-se. Deixa-se sob vácuo por procedimento.

### 6 – Purificação e hidratação

- em um reator esmaltado de 40 L sob N<sub>2</sub>, em temperatura ambiente, foram introduzidos 1,9 kg do produto da quinta etapa e 30 L da mistura 50/50 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/EtOH. Aquece-se em refluxo (43°C). Filtra-se a quente com um
- 5 filtro de microfibras (Whatman GF/D). Essa operação é efetuada 2 vezes. Limpa-se o reator com água desmineralizada. Reintroduz-se o filtrado dentro do reator. Destila-se sob vácuo a 28°C 24 litros de solvente (3 h). O meio é recolocado dentro do reator. Adiciona-se 1 L de água microfiltrada. Resfria-se a -18°C. Adiciona-se 40 L de AcOEt e deixa-se a noite sob agitação a frio.
- 10 Filtra-se. Empasta-se com 10 L de AcOEt. Obtém-se 1,4 kg de azul de metileno purificado sob a forma triidratada.

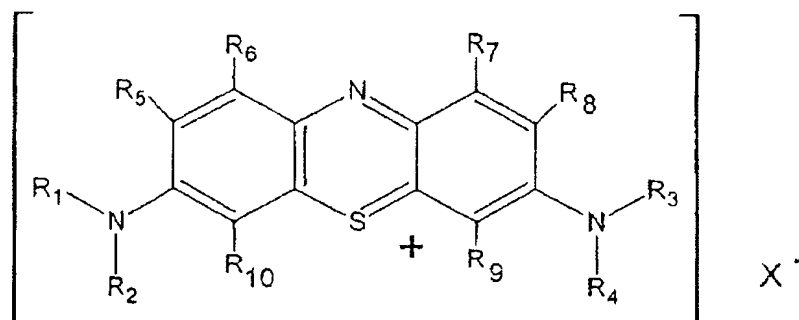
As impurezas metálicas são analisadas e relatadas na tabela 2.

Elemento	Quantidade (µg/g)
Al	1,3
Cu	0,5
Fe	1,9
Zn	1,7
Ni	0,5
Cr	0,8
Mo	0,2
Mn	0,08
Sn	0,4
Pb	0,1
Cd	0,04

Tabela 2

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo de preparação de um composto que apresenta à fórmula (I) abaixo:



(I)

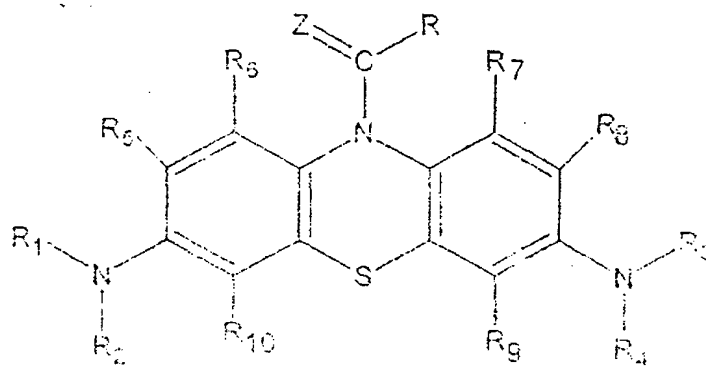
na qual cada um de R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> pode ser escolhido, independentemente dos outros, entre o grupo constituído:

- pelo átomo de hidrogênio,
- pelos grupamentos alquila com C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, lineares, ramificados ou cíclicos, saturados ou insaturados, eventualmente substituído por uma ou várias funções escolhidas entre um átomo de halogênio, uma função alcóxi com C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, alquilocarbonila com C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, -CONH<sub>2</sub>,
- pelos grupamentos arila eventualmente substituídos por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um átomo de halogênio, uma função alcóxi com C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, alquilocarbonila com C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, -CONH<sub>2</sub>,

por outro lado, cada um de R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> pode ser escolhido, independentemente dos outros, entre os átomos de halogênio: F, Cl, Br, I,

X representa um anion orgânico ou inorgânico,

caracterizado pelo fato de que ele compreende pelo menos uma etapa no decorrer da qual um composto de fórmula (II):



(II)

na qual R representa um grupamento escolhido entre:

- um grupamento fenila ou benzila, eventualmente substituídos por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um átomo de halogênio, uma halogenoalquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um grupamento nitro,

5

- um grupamento alquila com C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>, linear, ramificado ou cíclico,

- um grupamento alquilamino com C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>,

- um grupamento alcóxi com C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>,

- um grupamento fenilóxi ou benzilóxi eventualmente substituído no núcleo aromático por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alqui-

10

- la com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um átomo de halogênio, uma halogenoalquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um grupamento nitro,

Z representa um átomo escolhido entre O e S,

é submetido a uma etapa de purificação em condições que permitem separar compostos metálicos dos compostos de fórmula (II).

15

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub>, idênticos ou diferentes, são escolhidos entre o átomo de hidrogênio e uma alquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>.

3. Processo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma ou várias das condições seguintes são verificadas:

20

- R<sub>5</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> e R<sub>10</sub> representam H.

- X representa Cl ou OH,

- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, idênticos ou diferentes são escolhidos entre um

átomo de hidrogênio e a metila,

- R<sub>6</sub> representa um átomo de hidrogênio,
- R<sub>7</sub> representa um átomo de hidrogênio,
- Z representa O.

5           4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o composto de fórmula (I) é o cloreto de tetrametiltionina ou azul de metileno.

10           5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o composto de fórmula (I) é escolhido entre:

- o cloreto de dimetiltionina Azul A,
- o cloreto de trimetiltionina ou Azul B,
- o cloreto de monometiltionina ou Azul C.

15           6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a etapa de purificação compreende pelo menos uma filtração sobre um suporte suscetível de reter os compostos metálicos.

20           7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o suporte de filtração é escolhido entre: uma sílica-gel, um gel de alumina neutro, básico ou ácido, um diatomito eventualmente modificado, celite, uma membrana microporosa, uma resina enxertada por grupamentos captadores de metais, fibras enxertadas por grupamentos captadores de metais.

25           8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 e 7, caracterizado pelo fato de que para a filtração o composto de fórmula (II) é colocado em solução em um solvente escolhido entre os solventes clorados, como o diclorometano ou o clorofórmio, os álcoois tais como etanol, isopropanol, metanol, a acetonitrila, o acetato de etila, o tetrahidrofurano, ou uma mistura desses solventes.

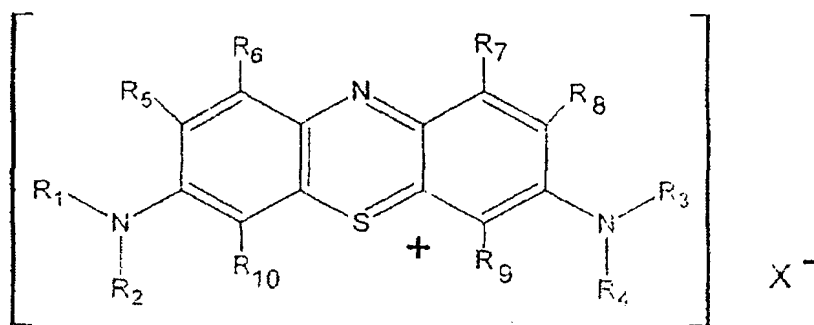
30           9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que ele compreende por outro lado uma etapa de desproteção da amina do ciclo fenotiazina do composto de fórmula (II).

10. Processo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a desproteção é feita por um meios escolhido entre: as quinonas, como a 2,3-dicloro-5,6-diciano-1,4-benzoquinona,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , um tratamento com radiações ultravioletas.

5 11. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a desproteção é feita pela 2,3-dicloro-5,6-diciano-1,4-benzoquinona.

10 12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado pelo fato de que ele compreende por outro lado uma etapa de troca de íon, por tratamento com  $\text{HCl}$ .

13. Processo de preparação de um composto que responde à fórmula (I) abaixo:



(I)

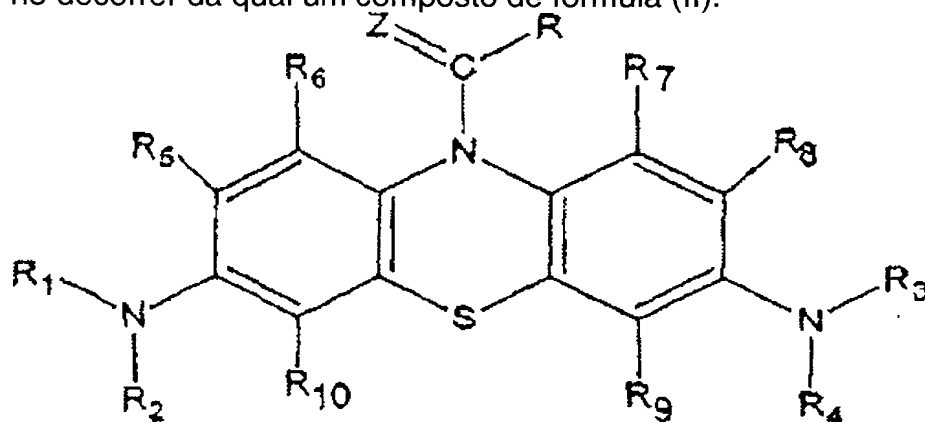
na qual cada um de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$ ,  $R_{10}$  pode ser escolhido, independentemente dos outros, entre o grupo constituído:

- 15      - pelo átomo de hidrogênio,
- pelos grupamentos alquila com  $\text{C}_1\text{-C}_6$ , lineares, ramificados ou cíclicos, saturados ou insaturados, eventualmente substituídos por uma ou várias funções escolhidas entre um átomo de halogênio, uma função alcóxi com  $\text{C}_1\text{-C}_6$ , alquilocarbonila com  $\text{C}_1\text{-C}_6$ ,  $-\text{CONH}_2$ ,
- 20      - pelos grupamentos arila eventualmente substituídos por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alquila com  $\text{C}_1\text{-C}_4$ , um átomo de halogênio, uma função alcóxi com  $\text{C}_1\text{-C}_6$ , alquilocarbonila com  $\text{C}_1\text{-C}_6$ ,  $-\text{CONH}_2$ ,

por outro lado, cada um de  $R_5$ ,  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$ ,  $R_{10}$  pode ser esco-

lhido, independentemente dos outros, entre os átomos de halogênio: F, Cl, Br, I,

- X representa um anion orgânico ou inorgânico,  
 caracterizado pelo fato de que ele compreende pelo menos uma  
 5 etapa no decorrer da qual um composto de fórmula (II):



(II)

na qual R representa um grupamento escolhido entre:

- um grupamento fenila ou benzila, eventualmente substituídos por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um átomo de halogênio, uma halogenoalquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um grupamento nitro,
- 10      - um grupamento alquila com C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>, linear, ramificado ou cíclico,
- um grupamento alquilamino com C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>,
- um grupamento alcóxi com C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>,
- um grupamento fenilóxi ou benzilóxi eventualmente substituído no núcleo aromático por uma ou várias funções escolhidas entre: uma alqui-
- 15      la com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um átomo de halogênio, uma halogenoalquila com C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, um grupamento nitro,

Z representa um átomo escolhido entre O e S,

- é submetido a uma etapa de desproteção da amina do ciclo com o auxílio de meios de desproteção que não implicam a utilização de compos-  
 20 tos metálicos.

14. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que os meios de desproteção são escolhidos entre: as quino-  
 nas, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, I<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, um tratamento com radiações ul-

travioletas.

15. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o meio de desproteção é a 2,3-dicloro-5,6-diciano-1,4-benzoquinona (DDQ).

5 16. Processo de preparação de um medicamento que compreende um composto de fórmula (I) tal como definido pela reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que esse processo compreende pelo menos uma etapa de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15.

10 17. Processo de preparação de um medicamento que compreende Azul de metileno, caracterizado pelo fato de que esse processo compreende pelo menos uma etapa de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15.

15 18. Azul de metileno (cloreto de 3,7-bis(dimetilamino)fenotiazin-5-ílio) caracterizado pelo fato de que ele compreende uma quantidade de 0,02 µg/g ou menos por g de azul de metileno.

19. Azul de metileno (cloreto de 3,7-bis(dimetilamino)fenotiazin-5-ílio) que tem uma taxa de pureza superior a 97 %, e que compreende menos de 4,5 µg/g de alumínio, vantajosamente menos de 3 µg/g de alumínio, ainda mais vantajosamente menos de 2,5 µg/g de alumínio.

20 20. Azul de metileno (cloreto de 3,7-bis(dimetilamino)fenotiazin-5-ílio) que tem uma taxa de pureza superior a 97 %, e que compreende menos de 0,5 µg/g de estanho, vantajosamente menos de 0,3 µg/g de estanho.

25 21. Azul de metileno (cloreto de 3,7-bis(dimetilamino)fenotiazin-5-ílio) caracterizado pelo fato de que ele compreende uma quantidade de cromo de 0,95 µg/g ou menos por g de azul de metileno.

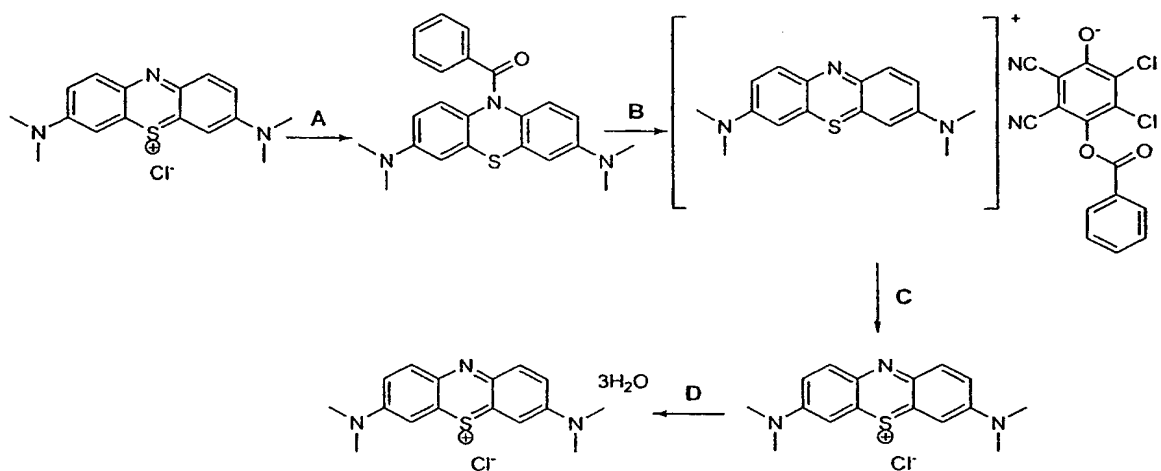
22. Azul de metileno (cloreto de 3,7-bis(dimetilamino)fenotiazin-5-ílio) que compreende menos de 3 % de impurezas e uma taxa de impurezas metálicas inferior a 20 µg/g, vantajosamente inferior a 15 µg/g, ainda mais vantajosamente inferior a 10 µg/g.

30 23. Medicamento que compreende um azul de metileno de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 22 em um suporte farmacêuticamente aceitável.



24. Utilização de um azul de metileno de acordo com uma qualquer das reivindicações 18 a 22 para a preparação de um medicamento destinado à prevenção ou ao tratamento de uma patologia selecionada entre:

- 5        uma infecção, um choque séptico, a presença de contaminantes patogênicos no sangue ou no plasma, uma reação hemodinâmica excessiva, uma infecção pelo HIV, pelo vírus West Nile, pelo vírus da hepatite C, a doença de Alzheimer, a malária, o câncer do seio, as perturbações maníaco-depressivas.

**Fig.1**

A.  $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ , Cloreto de benzoil

B.  $\text{DDQ}/\text{CH}_3\text{CN}$

C. Troca de íon e depois  $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$  pH 4

D. Hidratação ( $\text{H}_2\text{O}$ )

## RESUMO

Patente de Invenção: "**PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE COMPOSTOS DIAMINOFENOTIAZÍNIO**".

5 A presente invenção refere-se a um processo de preparação de compostos do tipo diaminofenotiazínio que compreende uma etapa de purificação de derivados (II). Os produtos resultantes desse processo têm um grau de pureza elevado. Utilização desses compostos para a preparação de medicamentos.