



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

(11) PI 0913472-7 B1

(22) Data do Depósito: 01/09/2009

(45) Data de Concessão: 02/01/2018



(54) Título: "PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COMPOSTOS DIAMINAS"

(51) Int.Cl.: C07C 209/48; C07C 211/12; B01J 25/02

(30) Prioridade Unionista: 09/09/2008 FR 08/04935

(73) Titular(es): RHODIA OPERATIONS

(72) Inventor(es): DIDIER LETOURNEUR; STEPHAN VERDIER

“PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COMPOSTOS DIAMINAS”

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção trata de um processo de fabricação de compostos aminados, mais particularmente de compostos diaminas por
5 hidrogenação de compostos que compreendem funções nitrilas.

A presente invenção trata mais particularmente da fabricação de hexametilenodiamina por hidrogenação do dicianeto de tetrametileno.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A hexametileno diamina é um composto utilizado em diversas
10 aplicações entre as quais as principais são a fabricação de poliamidas tais como a poli-hexametileno adipamida, e a fabricação de di-isocianatos.

Foram propostos vários processos de fabricação da hexametileno
diamina que consistem geralmente em uma hidrogenação de um composto que
compreende funções nitrilas tais como o tetrametileno dicianeto em presença
15 de um catalisador de hidrogenação. Dois tipos de processo são explorados industrialmente que utilizam catalisadores e condições de temperatura e pressão diferentes.

Assim, um primeiro tipo de processo de hidrogenação explorado e descrito na literatura consiste em hidrogenar os compostos nitrilas em presença de
20 amoníaco e sob alta pressão, com um catalisador à base de rutênio, por exemplo.

Um segundo tipo de processo consiste em realizar a hidrogenação dos compostos nitrilas sob uma pressão próxima da pressão atmosférica e a uma temperatura pouco elevada, em presença de um composto básico e de um catalisador à base de níquel de Raney.

25 Nesse último tipo de processo, a hidrogenação dos compostos nitrilas em aminas é realizada em presença de um catalisador à base de níquel de Raney, eventualmente dopado. Esses catalisadores são preparados por lixiviação do alumínio, de ligas Ni-Al ricas em alumínio, em meio fortemente

alcalino. Os catalisadores obtidos são constituídos por aglomerados de cristalitos de níquel, que possuem uma superfície específica elevada e um teor residual de alumínio variável.

A modificação dos fatores estruturais e eletrônicos do níquel de Raney, pela adição de metais com liga níquel-alumínio, já foi considerada. Classicamente, a adição de um dopante é efetuada por introdução desse dopante em uma liga precursora Ni-Al em fusão. Trata-se da dopagem metalúrgica. Assim, a dopagem de níquel de Raney por diversos promotores metálicos (Fe, Co, Cr, Mn, V, Mo, Zr, Ta, Ti), bem como seus impactos sobre a atividade, a seletividade e a estabilidade do catalisador, são objeto de vasta literatura científica e técnica.

O artigo de FREIDLIN *et al* (*Russian Chemical-Review*, vol. 33, nº 6 de junho de 1964) trata da redução catalítica de dinitrilas e faz o inventário de um certo número de catalisadores de Raney dopados, utilizados em condições de hidrogenação (temperatura, pressão de hidrogênio (PH_2), meio reacional) variados. Catalisadores à base de níquel de Raney dopado com cromo, com cobre ou com titânio são citados em particular.

A patente FR-A 2 068 953 trata dos catalisadores Ni de Raney dopados com cromo por via metalúrgica.

Todavia, o uso de um níquel de Raney dopado com cromo não permite atingir teores insignificantes de impurezas no meio de hidrogenação de nitrilas como, por exemplo, uma baixa concentração de diaminociclo-hexano (DCH). Ora, essas impurezas como o DCH, são particularmente indesejáveis pois elas possuem sensivelmente a mesma temperatura de ebulição que as aminas em questão e são portanto muito difíceis de separar.

Existe, portanto, uma necessidade de otimização das condições de hidrogenação de nitrilas em aminas, em particular das dinitrilas em aminonitrilas e/ou diaminas, por meio de catalisadores de tipo Ni de Raney

dopados, em particular no que diz respeito às condições operatórias, bem como à atividade, à seletividade e à estabilidade do catalisador final.

Essa otimização constitui um dos objetos essenciais da presente invenção, que consiste em um processo de hidrogenação de nitrilas em aminas fácil de realizar, não poluente, econômico e que permite, de um lado, atingir seletividades à amina superiores a 90% expressas em relação ao substrato nitrila de partida e, de outro lado, reduzir ao máximo a formação de impurezas, em particular a formação do DCH.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

10 A presente invenção tem em particular por objeto um processo de fabricação de compostos diaminas por hidrogenação de compostos que compreendem funções nitrilas tais como compostos dinitrilas por reação com hidrogênio ou um gás que contém hidrogênio molecular em presença de um catalisador de hidrogenação à base de níquel de Raney, em que o catalisador
15 compreende níquel de Raney e como elementos metálicos dopantes ferro, cromo e zinco.

De acordo com uma característica preferencial da presente invenção, a composição ponderal do catalisador expressa em massa de elemento metálico é a seguinte:

20 Concentração em peso de ferro compreendida entre 0,3% e 3%
Concentração em peso de cromo compreendida entre 0,5% e 5%
Concentração em peso de zinco compreendida entre 0,5% e 5%
Concentração em peso de alumínio compreendida entre 2% e 10%
O complemento para 100% é níquel

25 Mais vantajosamente ainda, a concentração ponderal do catalisador de acordo com a presente invenção é a seguinte:

Concentração em peso de ferro compreendida entre 1% e 2%
Concentração em peso de cromo compreendida entre 1,5% e 2,5%

Concentração em peso de zinco compreendida entre 1% e 3%

Concentração em peso de alumínio compreendida entre 5% e 7%

O complemento para 100% é níquel

O catalisador Ni de Raney dopado utilizado nesse processo
5 provém geralmente de uma liga precursora Ni-Al (teor de Ni de 28 a 59% em peso), colocado em fusão e com adição dos elementos metálicos dopantes: o ferro, o cromo e o zinco, de acordo com um procedimento de dopagem denominado "metalúrgico". Após resfriamento, a liga precursora dopada é submetida, de modo tradicional, a um ataque alcalino que provoca uma
10 eliminação mais ou menos significativa do alumínio e, eventualmente, de uma fração do elemento dopante.

—As ligas de partida utilizadas são, vantajosamente, escolhidas entre as seguintes formas de associações binárias níquel/alumínio: NiAl_3 , Ni_2Al_3 e proeutética Al/NiM₃.

15 A dopagem do catalisador Ni de Raney pode igualmente ser realizada por via química. Assim, pelo menos um dos dopantes pode ser adicionado à composição por esse modo de dopagem. É também possível introduzir a totalidade dos dopantes por essa dopagem chamada "química".

De acordo com um primeiro modo de realização de dopagem
20 química, o catalisador Ni de Raney é impregnado com uma solução que contém um precursor do elemento dopante. Os diferentes modos de impregnação usuais, conhecidos pelo técnico no assunto, são possíveis. A impregnação consiste em misturar o catalisador com uma solução do precursor do dopante. A maior parte do solvente é evaporada e, em seguida, o
25 catalisador é tratado termicamente e eventualmente lavado com água.

De acordo com um segundo modo de realização do processo de dopagem química, o elemento dopante é precipitado sobre o catalisador Ni de Raney. Nesse caso, o catalisador Ni de Raney é posto em suspensão em um

solvente. Um composto, precursor do dopante é adicionado à suspensão e depois precipitado sobre o catalisador. Em função da natureza do precursor, a precipitação é obtida por, por exemplo, modificação do pH da suspensão por adição de uma base ou por aumento da temperatura do meio durante um período que varia de 0,5 a 10h a uma temperatura compreendida entre a temperatura ambiente (aproximadamente 20-25 °C) e o ponto de ebulição do solvente utilizado. Após decantação do catalisador, o líquido sobrenadante é extraído e o catalisador é lavado com água.

Nesses dois modos de realização de dopagem química, o solvente utilizado é, de preferência, a água. O uso de solventes orgânicos é possível em função da solubilidade do composto precursor do dopante. Como precursores do dopante, podem ser utilizados compostos orgânicos ou inorgânicos. Como exemplos de compostos orgânicos, podem ser citados os carboxilatos ou os alcoolatos metálicos. Como exemplos de compostos inorgânicos, podem ser citados os cloretos, os nitratos, os sulfatos, os hidróxidos ou os óxidos. Como base, podem ser utilizados compostos básicos tais com as aminas ou os carbonatos e hidróxidos alcalinos ou alcalino-terrosos. A soda ou a potassa são utilizadas de preferência.

Finalmente, de acordo com um último modo de realização, o composto precursor do dopante pode ser introduzido durante o ataque alcalino da liga de Raney. A liga de Raney é posta em suspensão em uma solução aquosa de soda para obter um pH superior a 10, de preferência superior a 12. O composto precursor do dopante é adicionado à suspensão e a temperatura é ajustada entre 90 e 100 °C durante um período de 0,5h a 10h. Após decantação ou sedimentação do catalisador, o líquido sobrenadante é extraído e o catalisador é lavado com água.

O processo de hidrogenação da presente invenção aplica-se, mais particularmente, mas não limitativamente, aos compostos nitrilas de fórmula (I):

NC— R— CN (I)

Na qual R representa um grupo alquilenos ou alcenileno, linear ou ramificado, que possui de 1 a 12 átomos de carbono, ou um grupo arileno ou aralquilenos ou aralcenileno substituído ou não.

De preferência, são utilizados no processo da presente invenção compostos dinitrilas de fórmula (I) na qual R representa um radical alquilenos, linear ou ramificado que possui de 2 a 6 átomos de carbono.

Como exemplos desses compostos dinitrilas, podem ser citados em particular a adiponitrila ou o dicianeto de tetrametileno, a metilglutaronitrila, a etilsuccinonitrila, a malononitrila, a succinonitrila e a glutaronitrila e suas misturas, em particular as misturas adiponitrila, metilglutaronitrila, etilsuccinonitrila que provêm de um mesmo processo de síntese da adiponitrila.

A introdução do substrato nitrila, por exemplo a adiponitrila, no meio reacional é feita respeitando uma concentração compreendida entre 0,001 % e 30 % em peso em relação ao peso total (p/p) do meio reacional e de preferência entre 0,1 % e 20 % p/p.

De modo privilegiado, a base forte utilizada é escolhida entre os seguintes compostos: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH e suas misturas.

Na prática, são utilizados preferencialmente NaOH e KOH, para um bom compromisso desempenho-preço.

O meio reacional de hidrogenação é de preferência líquido. Ele pode conter um solvente apto a solubilizar o substrato nitrila a ser hidrogenado, sabendo que essa transformação é mais bem realizada quando o referido substrato se encontra em solução.

De acordo com um modo preferencial do processo da presente invenção, é utilizado um meio reacional líquido pelo menos parcialmente aquoso sem solvente. A água está geralmente presente em uma quantidade inferior ou igual a 50 % em peso, vantajosamente inferior ou igual a 20 % em

peso em relação ao meio reacional total. Mais preferencialmente ainda, o teor de água do meio reacional está compreendido entre 0,1 e 15 % em peso em relação à totalidade dos constituintes do referido meio.

Como complemento ou em substituição da água, pode-se eventualmente prever pelo menos um outro solvente, do tipo álcool e/ou amida. Os álcoois mais particularmente apropriados são, por exemplo, o metanol, o etanol, o propanol, o isopropanol, o butanol, os glicóis, tais como o etileno e/ou o propileno glicol, polióis e/ou misturas dos referidos compostos.

No caso do solvente ser constituído por uma amida, pode se tratar, por exemplo, da dimetilformamida ou da dimetilacetamida.

Quando é empregado com água, o solvente, de preferência alcoólico, representa de duas a quatro partes em peso para uma parte em peso de água e de preferência três partes para uma parte de água.

De acordo com outra característica preferida da presente invenção, a amina cuja preparação é objeto do processo é incorporada, ao meio reacional. Trata-se, por exemplo, da hexametilenodiamina, quando o substrato nitrila for a adiponitrila.

A concentração da amina objeto da presente invenção no meio reacional está vantajosamente compreendida entre 50 % e 99 % em peso em relação à totalidade do meio reacional e, mais preferencialmente ainda, está compreendida entre 60 % e 99 % em peso.

A quantidade de base no meio reacional varia em função da natureza do meio reacional.

Devido ao fato em que o meio reacional só contém água e a objeto da presente invenção, como meio solvente líquido, a quantidade de base é vantajosamente superior ou igual a 0,1 mol/kg de catalisador, de preferência compreendida entre 0,1 e 2 mol/kg de catalisador e mais preferencialmente ainda entre 0,5 e 1,5 mol/kg de catalisador.

No caso em que o meio reacional compreende água e um álcool e/ou uma amida, a quantidade de base é superior ou igual a 0,05 mol/kg de catalisador, está compreendida de preferência entre 0,1 e 10,0 mol/kg e mais preferencialmente ainda entre 1,0 e 8,0 mol/kg.

5 Uma vez estabelecida a composição do meio reacional e a escolha do catalisador, procede-se a uma mistura desses dois elementos, e em seguida essa mistura é aquecida a uma temperatura reacional inferior ou igual a 150 °C, de preferência inferior ou igual a 120 °C e, mais preferencialmente ainda, inferior ou igual a 100 °C.

10 Concretamente, essa temperatura está compreendida entre a temperatura ambiente (20°C aproximadamente) e 100 °C.

Previa, simultânea ou posteriormente ao aquecimento, o recinto reacional é traduzido à pressão em hidrogênio apropriada, ou seja, na prática, compreendida entre 0,10 e 10 MPa.

15 A duração da reação é variável em função das condições reacionais e do catalisador.

Em um modo de funcionamento descontínuo, ela pode variar de alguns minutos a várias horas.

20 Em um modo de funcionamento contínuo, que é perfeitamente possível para o processo de acordo com a presente invenção, a duração não é evidentemente um parâmetro definível.

Deve-se notar que o técnico no assunto pode modificar a cronologia das etapas do processo de acordo com a presente invenção, de acordo com as condições operatórias. A ordem dada acima constitui apenas
25 uma forma preferida, mas não limitativa, do processo de acordo com a presente invenção.

As outras condições que regem a hidrogenação (em modo contínuo ou descontínuo) de acordo com a presente invenção, dependem de

disposições técnicas tradicionais e conhecidas em si.

Graças a todas as disposições vantajosas mencionadas acima, o processo da presente invenção permite hidrogenar substratos nitrilas em aminas, de modo seletivo, rápido, cômodo e econômico, com uma formação de impurezas, em particular de DCH muito inferior à que é obtida com um catalisador Níquel de Raney dopado com cromo ou ferro e cromo.

Esse processo está perfeitamente adaptado para transformar a adiponitrila em hexametilenodiamina, monômero utilizado em particular na síntese da poliamida-6,6.

A presente invenção será mais bem compreendida e suas vantagens e variantes de realização aparecerão bem nos exemplos a seguir que ilustram, de modo não limitativo, o processo de hidrogenação de acordo com a presente invenção

EXEMPLO 1

Neste exemplo, está descrita a preparação de um catalisador Ni de Raney dopado com ferro e cromo. Esse catalisador será utilizado como catalisador de referência.

FABRICAÇÃO DA LIGA:

Em um cadinho 75 kg de alumínio em lingotes são fundidos a uma temperatura de aproximadamente 800 °C. 75 kg de níquel e 2,7 kg de uma liga ferro-cromo são adicionados no cadinho e a temperatura é levada em 1450 °C. O meio é homogeneizado. A liga em fusão obtida é moldada em lingoteiras, resfriada, desmoldada, triturada e moída para obter um pó. A composição mássica da liga é a seguinte:

Ni:	47,80%
Al:	50,15%
Fe:	0,85%
Cr:	1,20%

ATAQUE ALCALINO:

Em um reator dotado de uma agitação, são introduzidos 0,5 L de soda aquosa a 30 % em peso. A temperatura do meio é levada a 97 °C e o topo do reator é varrido com argônio. 50 g de pó de liga são progressivamente introduzidos no reator sempre sob varredura de argônio. Terminada a adição de liga, o ataque alcalino continua durante 3h. Após sedimentação do catalisador, o líquido sobrenadante é extraído. O catalisador é lavado com água até a obtenção de um pH de 7 e armazenado em seguida em uma solução de soda a 0,05 mol/L.

10 A composição mássica do catalisador obtido é a seguinte:

Ni: 88,1%

Al: 8,0%

Fe: 1,5%

Cr: 2,4%

15 Ou seja, relações mássicas:

Al/Ni: 9,0%

Fe/Ni: 1,7%

Cr/Ni: 2,7%

EXEMPLO 2

20 Neste exemplo está descrita a preparação de um catalisador Ni de Raney dopado com ferro, cromo e zinco. Em um reator dotado de uma agitação, são introduzidos 415 mL de uma solução de soda a 20 % peso e 1,0 g de óxido de zinco. A temperatura do meio é levada a 90 °C e o topo do reator é varrido com argônio. 81 g de liga obtida de acordo com o exemplo 1 são introduzidos no reator com uma vazão de 0,7 g/min. Terminada a adição de 25 liga, o ataque alcalino continua durante 3h a uma temperatura de 98 °C. Após sedimentação do catalisador, o líquido sobrenadante é extraído. O catalisador é lavado com água até a obtenção de um pH de 7 e armazenado em seguida

em uma solução de soda a 0,05 mol/L.

A composição mássica do catalisador obtido é a seguinte:

Ni: 87,80%

Al: 8,00%

5 Fe: 1,05%

Cr: 2,15%

Zn: 1,00%

Ou seja, relações mássicas:

Al/Ni: 9,10%

10 Fe/Ni: 1,20%

Cr/Ni: 2,45%

Zn/Ni: 1,15%

EXEMPLO 3

15 Neste exemplo está descrita a preparação de um catalisador Ni de Raney dopado com ferro, cromo e zinco.

Em um reator dotado de uma agitação, são introduzidos 415 mL de uma solução de soda a 20 % peso e 1,67 g de cloreto de zinco anidro. A temperatura do meio é levada a 90 °C e o topo do reator é varrido com argônio. 80 g de liga obtida de acordo com o exemplo 1 são introduzidos no reator com
20 uma vazão de 0,7 g/min. Terminada a adição de liga, o ataque alcalino continua durante 3h a uma temperatura de 98 °C. Após sedimentação do catalisador, o líquido sobrenadante é extraído. O catalisador é lavado com água até a obtenção de um pH de 7 e armazenado em seguida em uma solução de soda a 0,05 mol/L.

25 A composição mássica do catalisador obtido é a seguinte:

Ni: 87,95%

Al: 8,30%

Fe: 1,10%

Cr: 2,10%

Zn: 1,05%

Cl: <10 ppm

Ou seja, relações mássicas

5

Al/Ni: 9,40%

Fe/Ni: 1,25%

Cr/Ni: 2,40%

Zn/Ni: 1,20%

EXEMPLO 4

10

Este exemplo descreve o teste catalítico de hidrogenação da adiponitrila (AdN) em hexametilenodiamina (HMD) pelo hidrogênio em presença do catalisador-Ni de Raney de acordo com o exemplo 1.

A reação de hidrogenação é efetuada em um reator inox de 300 mL dotado de:

15

- de uma sonda de temperatura
- de uma turbina de Rushton autoaspirante
- de um regulador de pressão que permite manter a pressão constante no reator

20

- de uma bomba que permite introduzir o AdN de modo contínuo
- de um empurra seringa que permite introduzir a solução aquosa de potassa (KOH) de modo contínuo

25

- de uma válvula de amostragem sequenciada que permite retirar o meio reacional. Nesse reator, são introduzidos na partida:

- 114,5 g de HMD e 16,5 g de água desmineralizada
- 13,5 g de catalisador obtido de acordo com o exemplo 1
- 0,42 g de uma solução de potassa 6,8 mol/L

A temperatura do reator é fixada em 80 °C. A turbina é acionada a 1300 rpm. O reator é purgado com nitrogênio antes de ser colocado sob 25

bars de pressão de hidrogênio.

No momento $t=0$, os dispositivos de injeção e a retirada em modo contínuo são acionados:

- injeção de AdN no reator com uma vazão de 0,45 mL/min
- injeção de solução de potassa 400 ppm com uma vazão de 0,05 mL/min
- retirada de 0,63 mL pela válvula de amostragem de minuto em minuto.

O hidrogênio é alimentado de modo contínuo no reator por meio do regulador de pressão. O consumo de hidrogênio é acompanhado ao longo do tempo por controle da perda de pressão no reservatório de alimentação com hidrogênio o que permite medir a atividade do catalisador.

O meio reacional retirado é coletado em um frasco sob gás inerte termostatada a 60 °C durante as 3h de teste.

As amostras retiradas periodicamente durante o teste são analisadas por cromatografia em fase gasosa (CPG) a fim de monitorar a formação das impurezas formadas durante a hidrogenação do AdN em HMD, mais particularmente as duas impurezas a seguir:

- o diaminociclo-hexano (DCH)
- a bis-hexametilenotriamina (BHT)

A análise CPG é efetuada com um cromatógrafo Hewlett Packard HP 6890 dotado de uma coluna capilar CAM de 30 m de J&W Scientific. As condições experimentais são as seguintes:

- gás vetor H₂
- injetor a 250 °C
- detector ionização de chama FID a 250 °C
- relação de split 80%
- programação de temperatura: manutenção a 60°C/4min /

aumento de 4°C/min até 100°C / manutenção a 100°C/5min / aumento de 10°C/min até 210°C / manutenção a 210°C/2min / aumento de 10°C/min até 220°C / manutenção a 220°C/27min

A mistura para CPG é preparada misturando:

- 5
- aproximadamente 2 g pesados precisamente de meio reacional
 - aproximadamente 30 mg pesados precisamente de nonilamina (padrão interno)
 - e aproximadamente 0,5 a 1 mL de metanol

EXEMPLO 5

10 Este exemplo descreve o teste catalítico de hidrogenação da adiponitrila (AdN) em hexametilenodiamina (HMD) pelo hidrogênio em presença do catalisador Ni de Raney de acordo com o exemplo 2.

Procede-se como no exemplo 4 mas introduzindo o catalisador de acordo com o exemplo 2.

15

EXEMPLO 6

Este exemplo descreve o teste catalítico de hidrogenação da adiponitrila (AdN) em hexametilenodiamina (HMD) pelo hidrogênio em presença do catalisador Ni de Raney de acordo com o exemplo 3.

20 Procede-se como no exemplo 4 mas introduzindo o catalisador de acordo com o exemplo 3.

A Tabela 1 a seguir reúne os resultados obtidos durante os testes de hidrogenação dos exemplos 4, 5 e 6.

	Exemplo 4	Exemplo 5	Exemplo 6
Catalisador	Exemplo 1	Exemplo 2	Exemplo 3
Atividade inicial do catalisador (10 ⁻⁵ mol H ₂ /g/s)	110	125	120
Concentração de DCH	1700	1250	-
Concentração de BHT (ppm)	800	475	-

Esses ensaios demonstram claramente que o catalisador de acordo com a presente invenção apresenta uma atividade catalítica equivalente ou superior à do catalisador conhecido e permite obter uma reação mais seletiva diminuindo sensivelmente a formação de impurezas.

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COMPOSTOS DIAMINAS, caracterizado pelo fato de ser por hidrogenação de compostos que compreendem funções nitrilas por reação com o hidrogênio ou um gás que contém hidrogênio em presença de um catalisador de hidrogenação à base de níquel de Raney, em que o catalisador de hidrogenação compreende níquel de Raney, ferro, cromo e zinco como elementos dopantes.

2. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição ponderal expressa em peso de elemento metálico do catalisador de hidrogenação é:

- Al: de 2% a 10%
- Fe: de 0,3% a 3%
- Cr: de 0,5% a 5%
- Zn: de 0,5% a 5%
- Ni: complemento para 100%

3. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a composição ponderal do catalisador de hidrogenação é:

- Al: de 5% a 7%
- Fe: de 1% a 2%
- Cr: de 1,5% a 2,5%
- Zn: de 1% a 3%
- Ni: complemento para 100%

4. PROCESSO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o composto que compreende funções nitrilas é o dicianeto de tetrametileno.

5. PROCESSO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o composto diamina é a hexametileno

diamina.

6. PROCESSO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a hidrogenação é realizada em presença de um composto básico.

5 7. PROCESSO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a reação de hidrogenação é realizada sob uma pressão compreendida entre 0,1 e 10 MPa

8. PROCESSO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a reação de hidrogenação é realizada a
10 uma temperatura compreendida entre 20 e 100°C.