



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

(21) **PI0610894-6 A2**



(22) Data de Depósito: 06/04/2006  
(43) Data da Publicação: 03/08/2010  
(RPI 2065)

(51) *Int.Cl.:*  
C07C 273/04

(54) Título: **PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE URÉIA E PLANTA RELACIONADA**

(30) Prioridade Unionista: 04/05/2005 EP 05009761.7

(73) Titular(es): UREA CASALE S.A

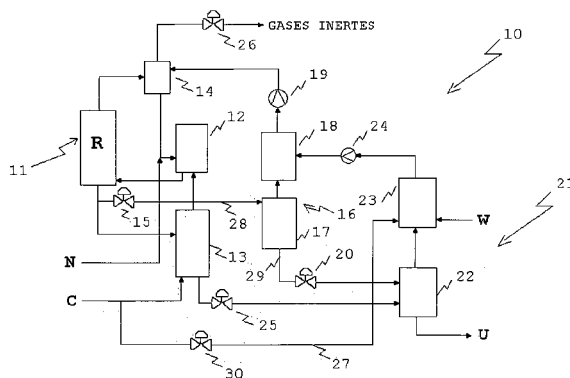
(72) Inventor(es): Federico Zardi, Paolo Brunengo, Paolo Sticchi

(74) Procurador(es): Magnus Aspeby/Claudio Marcelo Szabas

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006003121 de 06/04/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/117050 de 09/11/2006

(57) Resumo: Um processo para produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono, no qual parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida em uma unidade de síntese de uréia é submetida à dissociação em uma unidade de tratamento operando a uma pressão média pré-determinada para a recuperação do carbamato de amônio e da amônia contidos na mesma, compreende a etapa de submeter a solução aquosa de uréia, resultante da etapa de dissociação supracitada, à decomposição em uma unidade de recuperação de uréia a baixa pressão.





"PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE URÉIA E PLANTA RELACIONADA"

Campo da Invenção

Em seu aspecto mais geral, a presente invenção se refere a um processo para produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono, em que a reação ocorre a uma pressão alta pré-determinada em uma unidade de síntese apropriada.

Em particular, a invenção se refere a um processo do tipo mencionado acima no qual o produto da reação amônia/dióxido de carbono, consistindo essencialmente de uma solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia, é submetido a uma etapa de recuperação a alta pressão do carbamato de amônio e da amônia, que são reciclados para a unidade de síntese, enquanto a solução aquosa de uréia é enviada a uma unidade de recuperação de uréia operando a uma pressão baixa pré-determinada com o propósito de obter uréia com a mínima quantidade possível de prováveis resíduos de amônia e dióxido de carbono.

Mais especificamente, a presente invenção se refere a um processo do tipo mencionado, no qual a citada recuperação do carbamato e da amônia compreende as etapas de decomposição do carbamato e remoção ("*stripping*"), preferencialmente com um reagente gasoso (CO<sub>2</sub>, em particular), da amônia e do dióxido de carbono então produzidos, em uma respectiva zona de remoção, subsequente recondensação, em uma respectiva zona de condensação, dos referidos amônia e dióxido de carbono em carbamato, que é reciclado à unidade de síntese e no qual as ditas etapas, juntamente com a reação de síntese de uréia, são todas

realizadas, substancialmente, à mesma pressão alta (por exemplo, 135-175 bar), constituindo um loop conhecido na área técnica como "Loop a Alta Pressão" ("*High Pressure Loop*") ou "Loop de Síntese a Alta Pressão" ("*High Pressure Synthesis Loop*", ou simplesmente H.P. Loop).

### **Estado da técnica**

A produção de uréia em plantas industriais que realizam processos do tipo especificado acima é bem conhecida no estado da arte.

Também é notória a exigência para que a capacidade de tais plantas seja aumentada em relação à sua capacidade do projeto original, de modo que as mesmas sejam capazes de enfrentar as exigências cada vez maiores em relação à síntese de uréia.

Para tal finalidade, têm sido propostos processos nesta área que prevejam uma etapa de tratamento a média pressão (10-40 bar) de uma parte da solução aquosa compreendendo uréia proveniente da unidade de síntese, para a recuperação do carbamato de amônio e da amônia contidos na mesma.

Em particular, tal unidade de tratamento a média pressão compreende uma etapa de dissociação seguida por uma etapa de remoção com alimentação de CO<sub>2</sub> da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia, e uma etapa subsequente de condensação dos vapores (amônia, CO<sub>2</sub> e água) então obtidos com a adição de amônia à alimentação e de uma solução aquosa de carbamato (carbonato) oriunda da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão. A solução aquosa de carbamato obtida a partir da etapa de condensação

a média pressão é então reciclada ao loop de síntese a alta pressão (H.P. Loop).

Um processo deste tipo é descrito, por exemplo, no pedido WO-A-02909323, ou mesmo em NL-A-8900152.

5 Enquanto garantem que as exigências supracitadas sejam pelos menos parcialmente satisfeitas, tais processos para produção de uréia dos tipos mencionados anteriormente apresentam desvantagens relacionadas à necessidade de se exigir o uso de quantidades adicionais de água de  
10 condensação para a liquefação do CO<sub>2</sub> de alimentação utilizado como agente de remoção na etapa de separação a média pressão e da amônia de alimentação adicionada à etapa de condensação a média pressão.

Este uso adicional de água de condensação é  
15 prejudicial ao rendimento de conversão na unidade de síntese de uréia e, conseqüentemente, à eficiência e ao consumo de energia de tal unidade, assim como à eficiência e ao consumo de energia da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão.

20

### **Sumário da Invenção**

O problema técnico fundamental da presente invenção é o de projetar e fornecer um processo para a produção de uréia do tipo considerado acima, no qual uma alta  
25 capacidade de produção da planta projetada para realizá-lo possa ser alcançada ao mesmo tempo em que garanta um alto rendimento de conversão do dióxido de carbono à uréia de uma forma eficiente e com baixo consumo de energia, superando as desvantagens em relação ao estado da arte,  
30 mencionadas acima.

Este problema é resolvido, de acordo com a presente invenção, por um processo para a produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono, compreendendo as etapas de:

- 5 - alimentar amônia e dióxido de carbono em uma unidade de síntese de uréia operando a uma pressão alta pré-determinada;
- reagir a dita amônia e o dito dióxido de carbono na dita unidade de síntese, obtendo uma solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia;
- 10 - alimentar uma parte da dita solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia em uma unidade de tratamento operando a uma pressão média pré-determinada para a recuperação do carbamato de amônio e da amônia, contidos na mesma;
- 15 - submeter a dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia à dissociação na dita unidade de tratamento obtendo uma solução aquosa de uréia e uma fase vapor consistindo de amônia, dióxido de carbono e água;
- 20 - submeter a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água à condensação na dita unidade de tratamento, obtendo uma solução aquosa de carbamato de amônio;
- reciclar a dita solução aquosa de carbamato de amônio para a dita unidade de síntese de uréia;
- 25 - caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, as etapas de:
  - alimentar a dita solução aquosa de uréia obtida pela dissociação na dita unidade de tratamento em um

decompositor de uma unidade de recuperação de uréia operando a uma pressão baixa pré-determinada;

- submeter a dita solução aquosa de uréia à decomposição no dito decompositor da dita unidade de recuperação de uréia, obtendo uma solução de uréia concentrada e uma segunda fase vapor contendo amônia, dióxido de carbono e água;
- submeter a dita segunda fase vapor à condensação em um condensador da dita unidade de recuperação de uréia em comunicação com o fluido com o dito decompositor, obtendo uma solução aquosa de carbamato de amônio de reciclo.

Preferencialmente, o processo de acordo com a presente invenção também compreende as etapas de:

- alimentar dióxido de carbono ao dito condensador da dita unidade de recuperação de uréia;
- submeter o dito dióxido de carbono, com a dita segunda fase vapor, à condensação no dito condensador da dita unidade de recuperação de uréia, obtendo uma solução aquosa de carbamato de amônio de reciclo.

A este respeito, resultados particularmente vantajosos foram alcançados alimentando uma quantidade de dióxido de carbono compreendido entre 1 e 10%, em peso, de todo o dióxido de carbono alimentado ao dito condensador da dita unidade de recuperação de uréia.

Preferencialmente, a dita parte da solução aquosa consistindo de uréia, carbamato de amônio e amônia alimentada à dita unidade de tratamento operando à média pressão está compreendida entre 10 e 50%, em peso, da dita solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida na dita unidade de síntese.

Novamente preferencialmente, a dita unidade de tratamento a média pressão está compreendida entre 10 e 70 bar.

De acordo com uma realização preferida da presente invenção, a dita solução aquosa de carbamato de amônio do reciclo, obtida no dito condensador da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão, é alimentada à dita etapa de condensação da fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, na dita unidade de tratamento.

Preferencialmente, a dita etapa de condensação da fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água na dita unidade de tratamento é do tipo duplo efeito.

Graças ao processo de acordo com a presente invenção notou-se, surpreendentemente e vantajosamente, que a quantidade de água de condensação (em valor absoluto) necessária para reciclar a amônia não-reagida e o dióxido de carbono na forma de carbamato de amônio à unidade de síntese é substancialmente menor em relação à quantidade de água de condensação (em valor absoluto) requerida para realizar tal reciclagem com os processos do estado da arte, nos quais os reagentes dióxido de amônio e amônia são alimentados à unidade de tratamento a média pressão.

Isto é devido ao fato de que, com a mesma capacidade de produção da planta para produção de uréia, a quantidade de amônia e dióxido de carbono que devem ser reciclados à unidade de síntese na forma de carbamato de amônio é substancialmente menor com o processo de acordo com a presente invenção, quando comparada com os processos do estado da arte.

Como conseqüência disto há um aumento significativo no rendimento de conversão da unidade de síntese de uréia, assim como no rendimento global do H.P. Loop, com a grande vantagem da eficiência e do consumo de energia da planta projetada para executar o processo de acordo com a presente invenção.

De acordo com um aspecto adicional da invenção ora em tela, o presente problema técnico é resolvido por uma planta para realização do processo supracitado, compreendendo uma unidade de síntese de uréia a alta pressão, uma unidade de tratamento a média pressão de uma parte da solução de uréia produzida na dita unidade de síntese, compreendendo um separador e um condensador, e uma unidade de recuperação de uréia a baixa pressão, compreendendo um decompositor e um condensador, tais unidades estando em comunicação de fluido uma com a outra, a planta sendo caracterizada pelo fato de que compreende um duto de conexão entre o dito separador da unidade de tratamento a média pressão e o dito decompositor da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão.

De acordo com a presente invenção, a planta para a produção de uréia, de acordo com o processo supracitado, pode ser uma nova variedade de planta ou pode ser obtida até mesmo modificando uma planta pré-existente de modo a aumentar a sua capacidade.

Neste último caso, de acordo com um aspecto adicional da presente invenção, é fornecido um método para reforço de uma planta pré-existente para a produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono do tipo compreendendo uma unidade de síntese de uréia a alta pressão e uma unidade de

recuperação de uréia a baixa pressão, incluindo um decompositor e um condensador, tais unidades estando em comunicação de fluido uma com a outra, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, as etapas de:

- 5 - fornecer à unidade de tratamento a média pressão uma parte da solução de uréia produzida na dita unidade de síntese, compreendendo um separador e um condensador, a dita unidade de tratamento a média pressão sendo disposta em comunicação de fluido com a dita unidade de síntese de uréia a alta pressão e com a dita unidade de recuperação de uréia a baixa pressão, respectivamente; e
- alocar um duto de conexão entre o dito separador da unidade de tratamento a média pressão e o dito decompositor da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão.

15 Características e vantagens adicionais do processo para produção de uréia, de acordo com a presente invenção, deverão se tornar mais claros a partir da seguinte descrição de uma realização preferida do mesmo, apresentada para indicar, e não limitar, os propósitos com relação aos desenhos em anexo.

#### **Breve Descrição dos Desenhos**

Figura 1 representa esquematicamente uma planta para produção de uréia que realiza o processo da presente invenção.

#### **Descrição detalhada de uma realização preferida**

Com relação à Figura 1, é mostrada uma planta para produção de uréia, denominada de um modo geral por (10), que executa o processo de acordo com a presente invenção.

De acordo com o processo mencionado acima para produção de uréia, amônia (N) e dióxido de carbono (C) são alimentados em uma unidade de síntese apropriada (11). No exemplo da Figura 1, a unidade de síntese de uréia  
5 compreende um único reator (R).

Em particular, de acordo com tal exemplo, a amônia (N) é alimentada ao reator (R) através de um condensador (12) e o dióxido de carbono (C) é, por sua vez, alimentado ao reator (R) através de um separador (13) e de um  
10 condensador (12).

A unidade de síntese (11) (reator R), o condensador (12), o separador (13), juntamente com um purificador (14) (que será descrito em maior detalhe em seguida), todos operam basicamente a mesma pressão alta, constituindo assim  
15 o loop de síntese a alta pressão (H.P. Loop) do processo da presente invenção.

No reator (R) ou, de preferência, na unidade de síntese (11), a amônia e o dióxido de carbono reagem na pressão alta pré-determinada, conforme mencionado  
20 anteriormente (compreendida, por exemplo, entre 130 e 170 bar), e na temperatura alta pré-determinada (compreendida, por exemplo, entre 160 e 200°C). No reator (R) obtém-se uma solução aquosa consistindo de uréia, carbamato de amônio e amônia.

Uma parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia que emerge do reator (R) é descomprimida, apropriadamente, de uma forma convencional  
25 *per se*, por exemplo, por meio de uma válvula (15), e alimentada a uma unidade de tratamento (16) das mesmas uma  
30 solução aquosa operando a uma pressão média pré-determinada

compreendida, por exemplo, entre 10 e 70 bar, preferencialmente entre 15 e 25 bar, e ainda mais preferencialmente entre 18-20 bar.

Para a recuperação do carbamato de amônio e da amônia, a parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia apropriadamente descomprimida é alimentada a um separador a média pressão (17) na unidade de tratamento (16) e submetida a uma dissociação, obtendo uma solução aquosa de uréia e uma fase vapor consistindo de amônia, dióxido de carbono e água. Em particular, tal parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia é submetida a uma dissociação térmica no separador (17).

A fase vapor assim obtida consistindo de amônia, dióxido de carbono e água é então alimentada e submetida à condensação em um condensador a média pressão (18) da unidade de tratamento (16). No condensador (18) é obtida uma solução aquosa de carbamato de amônio que emerge do condensador (18) e é reciclada à unidade de síntese de uréia (11) (reator R).

No exemplo da Figura 1, a solução aquosa de carbamato que deixa o condensador à média pressão (18) é adequadamente comprimida de uma forma convencional *per se*, por exemplo, por meio de uma bomba (19) e reciclada ao reator (R) da unidade de síntese de uréia a alta pressão (11) através do purificador (14) e do condensador a alta pressão (12). De acordo com uma realização alternativa da presente invenção, não representada, pelo menos uma parte da solução aquosa de carbamato que deixa o condensador à média pressão (18) é alimentado, adequadamente comprimido,

diretamente ao condensador a alta pressão (12) e só então é enviado ao reator (R).

De acordo com a presente invenção, o processo para produção de uréia prevê, vantajosamente, a etapa adicional de alimentar a solução aquosa de uréia, obtida por dissociação no separador a média pressão (17) da unidade de tratamento (16), a um decompositor (22) de uma unidade de recuperação de uréia (21) operando a uma pressão baixa pré-determinada compreendida, por exemplo, entre 1,5 e 9,5 bar, preferencialmente entre 3 e 5 bar.

Para este propósito, a solução aquosa de uréia que deixa o separador (17) é apropriadamente descomprimida de uma forma convencional *per se*, por exemplo, por meio de uma válvula (20).

Em particular, como representado na realização preferida do processo de acordo com a presente invenção da Figura 1, a solução aquosa de uréia que deixa o separador (17) da unidade de tratamento (16) é alimentada diretamente ao decompositor (22) da unidade de recuperação de uréia (21).

Ademais, novamente de acordo com o exemplo da Figura 1, uma parte do reagente dióxido de carbono (C) é, preferencialmente e vantajosamente, alimentada a um condensador (23) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21).

Para este propósito, a tal parte do reagente dióxido de carbono (C) enviada ao condensador (23) é descomprimida adequadamente de uma maneira convencional *per se*, por exemplo, através de uma válvula (30).

No decompositor (22) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21), a solução aquosa de uréia oriunda do separador (17) da unidade de tratamento a média pressão (16) é submetida à decomposição, obtendo-se uma  
5 solução de uréia concentrada (U) e uma segunda fase vapor consistindo de amônia, dióxido de carbono e água.

A solução de uréia concentrada (U), com uma concentração de uréia compreendida, por exemplo, entre 60 e 80%, em peso, emerge do decompositor (22) da unidade de  
10 recuperação de uréia (21) que será submetida às etapas de tratamento final da uréia (convencional *per se* e, portanto, não representada) do processo para produção de uréia, tal como a etapa de decomposição a vácuo e a etapa de granulação ou peletização da uréia fundida então obtida.

Conforme o processo de acordo com a presente invenção, a segunda fase vapor contendo amônia, dióxido de carbono e água, obtida no decompositor (22) da unidade de  
15 recuperação de uréia (21), é, por outro lado, enviada ao condensador (23) da mesma unidade (21) e vantajosamente submetida à condensação, obtendo uma solução aquosa de  
20 carbamato de reciclo.

Preferencialmente, como representado no exemplo da Figura 1, a segunda fase vapor, compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, é submetida à condensação  
25 juntamente com o reagente dióxido de carbono (C) alimentado ao dito condensador (23).

Uma quantidade apropriada de uma solução aquosa de carbamato (carbonato) possuindo um conteúdo de água de condensação compreendida entre 40 e 80%, em peso, também é  
30 alimentada ao condensador (23) da unidade de recuperação da

uréia a baixa pressão (21), de modo a permitir que a segunda fase vapor e o reagente dióxido de carbono (C), respectivamente, formem um condensado de carbamato de amônio.

5 A solução aquosa de carbamato (carbonato, W) é proveniente, geralmente, de uma unidade de tratamento do condensado do processo e/ou de um reservatório de licor de amônia convencional *per se*, e não representada na Figura 1.

Preferencialmente, como representado no exemplo da  
10 Figura 1, a solução aquosa de carbamato do reciclo, obtida no condensador (23) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21) é, de acordo com o presente processo, alimentada no condensador a média pressão (18) da unidade de tratamento (16) para a absorção (condensação) da fase  
15 vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água provenientes do separador a média pressão (17).

Neste caso, a etapa de compressão da solução aquosa de carbamato do reciclo que deixa o condensador (23), até a pressão de operação da unidade de tratamento (16) também é  
20 prevista de uma maneira convencional *per se*, por exemplo, por meio de uma bomba (24).

De acordo com uma realização alternativa do processo de acordo com a presente invenção, não representada, a etapa de condensação no condensador (18) da unidade de  
25 tratamento a média pressão (16) é do tipo duplo efeito, na qual o calor de condensação, ao invés de ser dissipado em um fluido de resfriamento (normalmente água de resfriamento), é vantajosamente aproveitado para posteriormente concentrar a solução concentrada de uréia

(U) que deixa o decompositor (22) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão.

Neste caso, o calor de condensação que se desenvolve durante a condensação da fase vapor é transmitido por troca indireta de calor à solução de uréia concentrada (U), permitindo a decomposição e, assim, a separação de uma parte do carbamato de amônio, da amônia e da água ainda presentes em tal solução e, como consequência, concentrando a uréia contida na mesma.

10 A parte remanescente da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia, que emerge do reator (R) e não é enviada à unidade de tratamento a média pressão (16), é submetida à fase de recuperação do carbamato de amônio e da amônia presentes em tal solução, no loop a alta  
15 pressão do presente processo.

Em particular, a parte remanescente da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia, que emerge do reator (R) da unidade de síntese (11) é alimentada ao separador à alta pressão, onde é submetida à  
20 decomposição e à remoção com o reagente dióxido de carbono (C). A amônia e o dióxido de carbono, assim produzidos, são então recondensados em carbamato de amônio no condensador a alta pressão (12) e reciclados na forma de carbamato de amônio ao reator (R) da unidade de síntese de uréia (11).

25 A condensação no condensador a alta pressão (12) da amônia e do dióxido de carbono provenientes do separador (13) ocorre pela absorção de tais gases com o reagente amônia (N) no estado líquido e com a solução aquosa de carbamato, adequadamente comprimida, oriunda do condensador

(18) da unidade de tratamento a média pressão (16), através do purificador (14).

A solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida no separador (13), seguindo as 5 etapas supracitadas de decomposição e remoção com CO<sub>2</sub>, é adequadamente descomprimida de uma forma convencional *per se*, por exemplo, por meio de uma válvula (25) na pressão de operação da unidade de recuperação de uréia (21), e alimentada ao decompositor à baixa pressão (22) de tal 10 seção (21). Neste ponto, tal solução é submetida à decomposição, juntamente com a dita solução aquosa de uréia proveniente do separador (17) da unidade de tratamento a média pressão (16), obtendo a solução de uréia concentrada (U) e a segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de 15 carbono e água, descrita acima.

O dióxido de carbono e a amônia não-reagidos e a água em fase vapor presentes na unidade de síntese de uréia (11), ou, de preferência, no reator (R), são liberados deste e alimentados ao purificador a alta pressão (14). 20 Estes vapores também compreendem, geralmente, gases inertes (por exemplo, ar) presentes no reagente dióxido de carbono (C).

No purificador (14), os vapores supracitados são submetidos a um tratamento de lavagem com a solução aquosa 25 de carbamato adequadamente comprimida, oriunda do condensador (18) da unidade de tratamento a média pressão (16), para a recuperação do dióxido de carbono e da amônia presentes nos mesmos e para a separação dos gases inertes. Os gases inertes assim separados são então liberados na 30 atmosfera de uma maneira convencional *per se*, prevendo,

além disso, a descompressão adequada dos mesmos, por exemplo, por meio de uma válvula (26). Alternativamente, tais gases inertes podem ser reciclados em outras partes da planta (não representado). O dióxido de amônio e a amônia, absorvidos na solução aquosa de carbamato proveniente do condensador (18) são, por outro lado, reciclados à unidade de síntese de uréia (11) ou, de preferência, ao reator (R), através do condensador a alta pressão (12).

Com o processo de acordo com a presente invenção, resultados particularmente vantajosos têm sido obtidos alimentando uma quantidade do reagente dióxido de carbono (C) compreendida entre 1 e 5%, em peso, ainda mais preferencialmente compreendida entre 2 e 3%, em peso, de todo o reagente dióxido de carbono (C) alimentado à planta (10), ao condensador (23) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21).

Além do mais, a parte da solução aquosa contendo uréia, carbamato de amônio e amônia, enviada à unidade de tratamento a média pressão (16), está compreendida, preferencialmente, entre 10 e 50%, em peso, ainda mais preferencialmente entre 10 e 25%, em peso, da solução aquosa proveniente da unidade de síntese de uréia (11).

Com relação à Figura 1, as características estruturais da planta (10) para a produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono de acordo com o processo da presente invenção, conforme descrito, será especificado melhor a seguir.

De acordo com a presente invenção, a planta (10) compreende uma unidade de síntese de uréia a alta pressão (11), uma unidade de tratamento a média pressão (16) e uma

unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21),  
dispostas em comunicação de fluido uma com a outra.

A unidade de tratamento (16) compreende,  
vantajosamente, um separador a média pressão (17) e um  
5 condensador a média pressão (18) em comunicação de fluido  
um com o outro. Por sua vez, a unidade de recuperação de  
uréia (21) compreende um decompositor a baixa pressão (22)  
e um condensador a baixa pressão (23) em comunicação de  
fluido um com o outro.

10 Na planta (10), são previstos dutos de alimentação  
correspondentes para os reagentes (dióxido de carbono (C) e  
amônia (N)), e para a solução aquosa de carbamato  
(carbonato (W)), que compreende água de condensação, assim  
como dutos de conexão entre as diferentes seções e os  
15 correspondentes dispositivos, representados  
esquemáticamente na Figura 1 pelas diferentes linhas de  
escoamento.

Em particular, na planta (10) dutos de conexão (28 e  
29) são vantajosamente previstos para a conexão direta  
20 entre a unidade de síntese de uréia (11) e o separador (17)  
da unidade de tratamento a média pressão (16), e entre este  
dispositivo e o decompositor (22) da unidade de recuperação  
de uréia a baixa pressão (21), respectivamente.

Ademais, de acordo com a concretização preferida da  
25 presente invenção, representada na Figura 1, também é  
previsto um duto (27) para a alimentação do reagente  
dióxido de carbono (C) ao condensador (23) da unidade de  
recuperação de uréia a baixa pressão (21).

De acordo com uma concretização alternativa, não  
30 representada, da planta (10) de acordo com a presente

invenção, o condensador a média pressão (18) compreende um conjunto de tubos convencionais, em comunicação de fluido, no interior, isto é, do lado do tubo, com a solução de uréia concentrada (U) que emerge do decompositor a média pressão (22), e em comunicação de fluido, no lado externo, isto é, do lado da casca, com a fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água provenientes do separador a média pressão (17), assim como com a solução aquosa de carbamato de reciclo proveniente do condensador a baixa pressão, para obter o duplo efeito descrito acima.

A partir da descrição anterior nota-se claramente que o processo para produção de uréia, de acordo com a invenção, resolve o problema técnico e alcança numerosas vantagens, a primeira das quais se refere ao fato de que um maior rendimento de conversão global é obtido no loop de alta pressão e, em particular, na unidade de síntese de uréia, compreendido, por exemplo, entre 58 e 62%, em peso, independentemente da capacidade de produção requerida da planta fornecida para realizá-lo.

Desse modo, o processo reivindicado é particularmente vantajoso para plantas de alta capacidade, por exemplo, para produzir entre 3000 e 4500 toneladas métricas/dia de uréia.

Uma vantagem adicional é que, graças à presente invenção e, em particular, ao alto rendimento de conversão, é possível reduzir o consumo de energia do loop de síntese de alta pressão, assim como o da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão, em relação aos processos divulgados no estado da arte. Portanto, com o mesmo consumo de energia e tamanho dos dispositivos que constituem a planta para

produção de uréia, o processo de acordo com a presente invenção permite que tal planta seja operada com uma maior capacidade de produção em relação ao que é permitido com os processos de acordo com o estado da arte. Em outras 5 palavras, com a mesma capacidade de produção, a planta projetada para realizar o processo de acordo com a presente invenção é menor em tamanho e, portanto, mais efetiva em termos de custos e, operacionalmente, menos onerosa em relação à planta necessária para obter tal capacidade com 10 os métodos do estado da arte.

Além disso, o acionamento do processo é particularmente simples e seguro, e não requer maiores gastos em investimento.

As vantagens supramencionadas estão relacionadas 15 principalmente ao fato de que, graças aos estudos realizados pelo Requerente descobriu-se surpreendentemente que, submetendo a solução aquosa de uréia obtida pela dissociação na unidade de tratamento a média pressão (16) à decomposição a baixa pressão, a quantidade (em valor 20 absoluto) da água de condensação contida na solução aquosa de carbamato (carbonato, W) requerida para condensar o carbamato de amônio é substancialmente menor do que a quantidade de água de condensação necessária com os métodos de acordo com o estado da técnica.

25 Considerando que tal água de condensação é reciclada para a unidade de síntese de uréia juntamente com o carbamato de amônio, e considerando que a água é um produto da reação na síntese da uréia e que, portanto, possui uma influência negativa sobre a conversão dos reagentes, o fato 30 de controlá-la com o propósito de reduzir substancialmente

tal quantidade de água de condensação, tem envolvido de forma vantajosa um aumento correspondente no rendimento de conversão com relação aos processos de acordo com o estado da arte.

5           Em particular, ao contrário da presente invenção, os processos de acordo com o estado da arte prevêm, necessariamente, na unidade de tratamento a média pressão (16), uma etapa de remoção com o reagente dióxido de carbono da solução aquosa de uréia previamente obtida por  
10   dissociação térmica em tal unidade e uma etapa de condensação com a adição de reagente amônia. Para que seja possível condensar eficiente e totalmente tais quantidades de reagente dióxido de amônio e amônia introduzidos na unidade de tratamento à média pressão a carbamato de  
15   amônio, é então necessário alimentar uma quantidade substancialmente maior (em valor absoluto) de água de condensação à unidade de recuperação de uréia a baixa pressão do que a exigida com o processo de acordo com a presente invenção.

20           Como exemplo, notou-se vantajosamente que, com as mesmas condições operacionais, a quantidade de água de condensação supracitada contida na solução aquosa de carbamato (carbonato, W) é 10-25%, em peso, menor em relação ao processo de acordo com a presente invenção com  
25   relação ao estado da arte, com um aumento correspondente no rendimento de conversão na unidade de síntese de uréia a alta pressão de 2-3%.

Contra as numerosas vantagens alcançadas pela presente invenção, é importante citar a possibilidade de  
30   aumentar a capacidade de produção das plantas pré-

existentes para produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono, com relação à sua capacidade original de projeto, de uma forma simples, efetiva e confiável, sem que com isso influencie negativamente o rendimento de conversão global, os custos de operação e o consumo de energia da planta pré-existente. Vantajosamente, isto também é possível para aumentos substanciais na capacidade, por exemplo, de 30-50%, com relação à capacidade de projeto da planta pré-existente.

De acordo com a realização preferida da presente invenção, representada na Figura 1, a planta (10) para produção de uréia é obtida a partir de um método de reforço (modernização) de uma planta pré-existente para produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono do tipo compreendendo uma unidade de síntese de uréia a alta pressão (11) e uma unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21), incluindo um decompositor (22) e um condensador (23), tais unidades (11, 21) estando em comunicação de fluido uma com a outra, caracterizado pelo fato de que o mesmo compreende, adicionalmente, as etapas de:

- fornecer à unidade de tratamento a média pressão (16) uma parte da solução de uréia produzida na dita unidade de síntese (11), compreendendo um separador (17) e um condensador (18), a dita unidade de tratamento a média pressão (16) estando em comunicação de fluido com a dita unidade de síntese de uréia a alta pressão e com a dita unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (11, 21), respectivamente;

- alocar um duto de conexão direta (29) entre o dito separador (17) da unidade de tratamento a média pressão (16) e o dito decompositor (22) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21).

5 Preferencialmente, o método de acordo com a presente invenção prevê a etapa adicional de equipar o dito condensador (23), da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21), com um duto (27) para alimentar o reagente dióxido de carbono (C).

10 É óbvio que um técnico versado na arte pode adicionar numerosas modificações e variações ao processo para produção de uréia descrito acima, de modo a satisfazer exigências contingentes e específicas, estando todas, em qualquer caso, cobertas pelo escopo de proteção da presente  
15 invenção, como definido pelas reivindicações a seguir.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Processo para produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono, compreendendo as etapas de:

- 5 - alimentar amônia e dióxido de carbono em uma unidade de síntese de uréia operando a uma pressão alta pré-determinada;
- reagir a dita amônia e o dito dióxido de carbono na dita unidade de síntese, obtendo uma solução aquosa
- 10 compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia;
- alimentar uma parte da dita solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia em uma unidade de tratamento operando a uma pressão média pré-determinada para a recuperação do carbamato de amônio e da amônia
- 15 contidos na mesma;
- submeter a dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia à dissociação na dita unidade de tratamento obtendo uma solução aquosa de uréia e uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e
- 20 água;
- submeter a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água à condensação na dita unidade de tratamento, obtendo uma solução aquosa de carbamato de amônio;
- 25 - reciclar a dita solução aquosa de carbamato de amônio para a dita unidade de síntese de uréia;
- caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, as etapas de:
- alimentar a dita solução aquosa de uréia obtida pela
- 30 dissociação na dita unidade de tratamento em um

decompositor de uma unidade de recuperação de uréia operando a uma pressão baixa pré-determinada;

- submeter a dita solução aquosa de uréia à decomposição no dito decompositor da dita unidade de recuperação de uréia, obtendo uma solução de uréia concentrada e uma segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água;

5 - submeter a dita segunda fase vapor à condensação em um condensador da dita unidade de recuperação de uréia em comunicação de fluido com o dito decompositor, obtendo uma  
10 solução aquosa de carbamato de amônio de reciclo.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, as etapas de:

- alimentar dióxido de carbono ao dito condensador da dita  
15 unidade de recuperação de uréia;

- submeter o dito dióxido de carbono, com a dita segunda fase vapor, à condensação no dito condensador da dita unidade de recuperação de uréia, obtendo uma solução aquosa de carbamato de amônio de reciclo;

20 3. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que uma quantidade de dióxido de carbono compreendida entre 1 a 10% em peso de todo o dióxido de carbono alimentado é enviado ao dito condensador da dita unidade de recuperação da dita uréia.

25 4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia alimentada à dita unidade de tratamento operando à pressão média, está compreendida entre 10 e 50% em peso da dita

solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida na dita unidade de síntese.

5 5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita pressão média da unidade de tratamento está compreendida entre 10 e 70 bar.

10 6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito reciclo da solução aquosa de carbamato de amônio obtida no dito condensador da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão é alimentado à dita etapa de condensação da fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água na dita unidade de tratamento.

15 7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de condensação da fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água na dita unidade de tratamento é do tipo efeito duplo.

20 8. Planta (10) para produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono de acordo com o processo da reivindicação 1, compreendendo uma unidade de síntese de uréia a alta pressão (11), uma unidade de tratamento a média pressão (16) de uma parte da solução de uréia produzida na dita unidade de síntese (11), compreendendo um separador (17) e um condensador (18), e uma unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21) compreendendo um decompositor (22) e um condensador (23), tais unidades (11, 25 16, 21) estando em comunicação de fluido uma com a outra, a planta sendo caracterizada pelo fato de que compreende, adicionalmente, um duto de conexão (29) entre o dito separador (17) da unidade de tratamento a média pressão

(16) e o dito decompositor (22) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21).

9. Planta (10) de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que compreende, adicionalmente, 5 um duto (27) para a alimentação do reagente dióxido de carbono (C) ao dito condensador (23) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21).

10. Planta (10) de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o dito condensador (18) da 10 unidade de tratamento (16) a média pressão compreende um conjunto de tubos em comunicação de fluido, um tubo lateral, com uma solução de uréia concentrada (U) na saída do dito decompositor (22) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21), e um corpo lateral, com uma 15 fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água na saída do dito separador (17) da unidade de tratamento (16) a média pressão, assim como com uma solução aquosa de carbamato de reciclo na saída do dito condensador (23) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21).

20 11. Método de reforço de uma planta pré-existente para a produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono do tipo compreendendo uma unidade de síntese de uréia a alta pressão (11) e uma unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21), incluindo um decompositor (22) 25 e um condensador (23), tais unidades (11, 21) estando em comunicação de fluido uma com a outra, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, as etapas de:

- fornecer à unidade de tratamento a média pressão (16) uma parte da solução de uréia produzida na dita unidade de 30 síntese (11), compreendendo um separador (17) e um

condensador (18), a dita unidade de tratamento a média pressão (16) estando em comunicação de fluido com a dita unidade de síntese de uréia a alta pressão e com a dita unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (11, 21),

5 respectivamente;

- alocar um duto de conexão (29) entre o dito separador (17) da unidade de tratamento a média pressão (16) e o dito decompositor (22) da unidade de recuperação de uréia a baixa pressão (21).

10 12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, a etapa de:

- fornecer um duto (27) para a alimentação do dióxido de carbono (C) ao dito condensador (23) da unidade de  
15 recuperação de uréia (21) a baixa pressão.

## DESENHOS

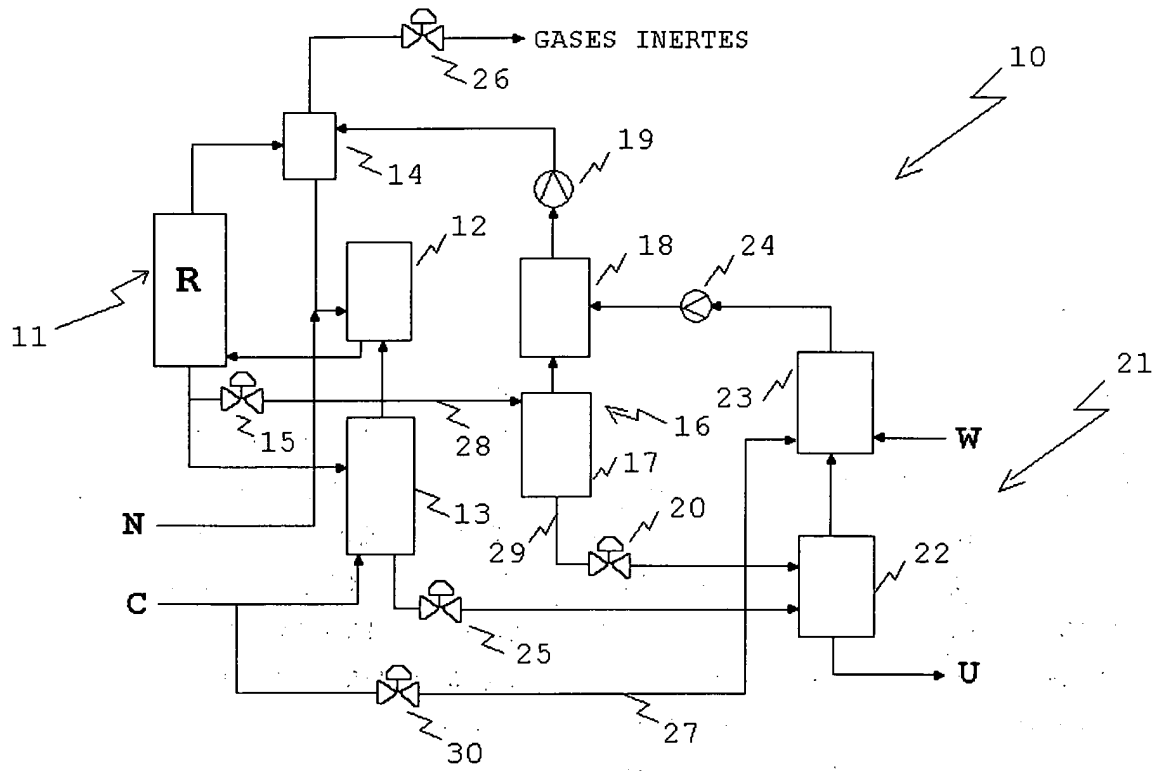


FIGURA 1

## RESUMO

**"PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE URÉIA E PLANTA RELACIONADA"**

5 Um processo para produção de uréia a partir de amônia e dióxido de carbono, no qual parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida em uma unidade de síntese de uréia é submetida à dissociação em uma unidade de tratamento operando a uma pressão média

10 pré-determinada para a recuperação do carbamato de amônio e da amônia contidos na mesma, compreende a etapa de submeter a solução aquosa de uréia, resultante da etapa de dissociação supracitada, à decomposição em uma unidade de recuperação de uréia a baixa pressão.