



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

(21) PI 0718027-6 A2



* B R P I 0 7 1 8 0 2 7 A 2 *

(22) Data de Depósito: 09/10/2007

(43) Data da Publicação: 12/11/2013

(RPI 2236)

(51) Int.Cl.:

C07C 273/12

(54) Título: PROCESSO INTEGRADO PARA
PRODUÇÃO DE URÉIA E MELAMINA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 04/11/2006 EP 06022990.3

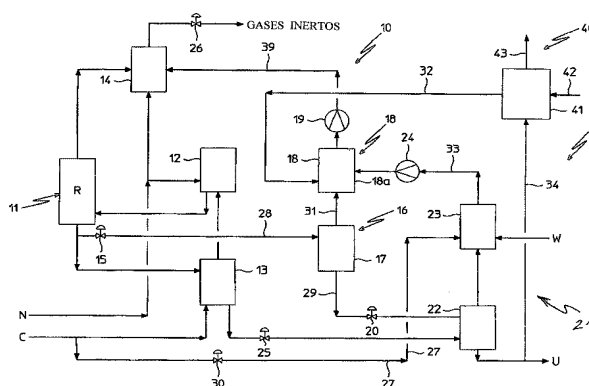
(73) Titular(es): Urea Casale S.A.

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

(74) Procurador(es): Magnus Aspeby e Claudio Szabas

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007008732 de
09/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/052640 de
08/05/2008



"PROCESSO INTEGRADO PARA PRODUÇÃO DE URÉIA E MELAMINA"

Campo Técnico

A presente invenção se refere a um processo para
5 produção integrada de uréia e melamina.

Em particular, a presente invenção concerne um
processo do tipo acima mencionado, em que é produzida uréia
em uma instalação de uréia, compreendendo uma seção de
síntese de uréia sob alta pressão e uma seção de
10 recuperação e em que os *off-gases* resultantes como
subprodutos da síntese de melamina são reciclados para a
dita seção de síntese de uréia sob alta pressão.

Na descrição seguinte e subsequêntes
reivindicações, a expressão "seção de síntese de uréia sob
15 alta pressão" é idealizada de significar uma seção operada
a uma pressão de pelo menos cerca de 120 bar, geralmente,
entre 130-260 bar.

Mais particularmente, o processo de acordo com a
presente invenção é do tipo em que os *off-gases* a serem
20 reciclados possuem uma pressão de pelo menos 2 bar,
geralmente, entre 2 e 30 bar.

A presente invenção também concerne com uma
instalação integrada para execução de tal processo.

De maneira geral, é conhecido no campo da uréia e
25 melamina, que existe uma crescente necessidade de se
proporcionar processos integrados, em que os *off-gases*
produzidos na síntese da melamina possam ser eficientemente
explorados para a produção de uréia.

30 Estado da Técnica

A fim de atender à exigência acima, têm sido
propostos processos integrados em que a melamina é
produzida em uma unidade, a chamada unidade de produção de
melamina, usando como matérias-primas (reagentes), NH_3 e

uréia, esta última sendo produzida em uma unidade de produção de uréia, também chamada de planta de uréia, para a qual os *off-gases* provenientes da unidade de melamina e contendo substancialmente NH_3 e CO_2 são reciclados como
5 matérias-primas (reagentes).

De acordo com esses processos, os *off-gases*, geralmente descarregados da unidade de melamina sob uma pressão compreendida entre 2 e 30 bar são apropriadamente tratados antes de serem alimentados na unidade de uréia.

10 Em particular, os *off-gases* são condensados sob uma pressão igual ou inferior a de sua pressão de descarga, com uma solução aquosa fraca de amônia, (concentração de amônia compreendida entre 0 e 15% em peso). A solução líquida de *off-gas* assim obtida é depois alimentada a uma
15 seção de tratamento de água residual da unidade de uréia, geralmente, operada a uma pressão de cerca de 2-5 bar, onde os compostos de NH_3 e CO_2 são recuperados da solução aquosa e reciclados para a seção de síntese de uréia sob alta pressão, através da seção de recuperação de uréia sob baixa
20 pressão, da unidade de uréia.

De modo alternativo, foi também proposto adequadamente comprimir a solução líquida de *off-gas* acima mencionada e reciclar a mesma diretamente para a seção de síntese sob alta pressão da unidade de uréia.

25 Embora de alguma maneira vantajosos, os processos acima mencionados apresentam diversos inconvenientes.

De fato, no primeiro caso, um alto consumo de energia é necessário para separar os compostos de NH_3 e CO_2 da solução líquida de *off-gas* na seção de tratamento de
30 água residual. Além disso, uma vez que a pressão em tal seção é, normalmente, muito mais baixa que a pressão dos *off-gases* descarregados da unidade de melamina, os *off-gases* devem ser expandidos antes de sua condensação e reciclagem para a seção de tratamento de água residual da

unidade de uréia, dessa forma, ocasionando também um desperdício de energia em termos de perda de pressão.

No segundo caso, uma adicional e significativa quantidade de água é alimentada na seção de síntese de uréia sob alta pressão através da solução líquida de *off-gas* reciclada. Uma vez que a água é um subproduto da síntese da uréia, sua presença na alimentação do reagente é prejudicial para a conversão do CO_2 em uréia. O rendimento da conversão, dessa forma, é negativamente afetado pela água contida na solução líquida de *off-gas* reciclada, com um adicional aumento no consumo de energia requerido para recuperação da uréia da solução de uréia que deixa a seção de síntese e para reciclagem dos reagentes não-convertidos de volta para a seção de síntese.

Além disso, esses processos para produção integrada de uréia e melamina são, geralmente, operados em conexão com as instalações existentes, respectivamente, para a síntese da uréia e melamina, permitindo, normalmente, um aumento significativo da capacidade da unidade de uréia, comparado com a capacidade de projeto para a qual tal unidade foi projetada. A fim de enfrentar a situação de aumento de capacidade, o estado da técnica proporciona a substituição de equipamentos subdimensionados, particularmente, os equipamentos para o circuito da síntese sob alta pressão, por novos equipamentos. Portanto, se conclui que a implementação de processos integrados de uréia/melamina citados pelo estado da técnica, além dos inconvenientes mencionados, é particularmente complicada, do ponto de vista econômico, funcional e de consumo de energia.

Um processo integrado para produção de uréia e melamina é divulgado no documento de patente WO 2005/080321.

Resumo da Invenção

O problema técnico em que se baseia a presente invenção é de prover um processo integrado para produção de uréia e melamina, tendo características funcionais de
5 totalmente superar os inconvenientes citados pelo estado da técnica, e em que uma maior capacidade de produção para a unidade de uréia pode ser conseguida, garantindo, ao mesmo tempo, um mais alto rendimento de conversão de dióxido de carbono em uréia, de maneira eficiente e com baixo consumo
10 de energia.

O problema acima é solucionado, de acordo com a invenção, mediante um processo integrado para produção de uréia e melamina, em que a uréia é produzida em uma unidade de produção de uréia, a qual compreende uma seção de
15 síntese de uréia sob alta pressão, a partir da qual se obtém uma solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia, e uma seção de recuperação de uréia sob baixa pressão, e a melamina é produzida em uma unidade de melamina, em que os *off-gases* resultantes como subprodutos
20 da síntese de melamina são descarregados sob média pressão e reciclados para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão, o processo sendo caracterizado pelo fato de compreender ainda as etapas de:

- alimentar pelo menos uma parte da dita solução aquosa
25 compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia proveniente da dita seção de síntese de uréia para uma seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia, para recuperação do carbamato de amônio e amônia contidos na mesma;
- 30 - submeter a dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia à dissociação na dita seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma solução aquosa de uréia e uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água;

- alimentar a dita solução aquosa de uréia obtida da dissociação na dita seção de tratamento a um dispositivo de decomposição de uma seção de recuperação de uréia que opera a uma predeterminada baixa pressão;
- 5 - submeter a dita solução aquosa de uréia à decomposição no dito dispositivo de decomposição da dita seção de recuperação de uréia, obtendo-se uma solução concentrada de uréia e uma segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água;
- 10 - submeter a dita segunda fase vapor à condensação em um condensador da dita seção de recuperação de uréia, em comunicação fluida com o dito dispositivo de decomposição, obtendo-se uma porção reciclada de uma solução aquosa de carbamato de amônio;
- 15 - alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita unidade de melamina e dita porção reciclada de solução de carbamato de amônio a uma seção de condensação da dita seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia;
- condensar os ditos *off-gases* com a dita porção reciclada de solução aquosa de carbamato no dito condensador da seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma solução aquosa de carbamato concentrada; e
- 20 - reciclar a dita solução aquosa de carbamato para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão.

25 Preferivelmente, a dita seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia opera sob uma pressão substancialmente igual ou inferior a dos ditos *off-gases* descarregados da dita unidade de melamina.

No caso da pressão da porção reciclada da solução aquosa de carbamato que deixa a seção de recuperação de uréia ser inferior à pressão operacional da seção de condensação do *off-gas* da seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia, então, o processo de acordo com a presente invenção, compreende ainda a etapa de

30

compressão da dita porção reciclada da solução aquosa de carbamato para uma pressão substancialmente correspondente à pressão operacional da dita seção de condensação de off-gas, anterior à alimentação do mesmo na dita seção de
5 condensação.

O processo da presente invenção compreende ainda a etapa de comprimir a dita solução aquosa de carbamato concentrada proveniente da dita seção de condensação de *off-gas*, para uma pressão substancialmente correspondente à
10 pressão operacional da dita seção de síntese de uréia sob alta pressão, anteriormente à alimentação (reciclagem) da mesma para a dita seção de síntese de uréia.

De acordo com uma modalidade preferida da presente invenção, a dita seção de condensação da seção de
15 tratamento sob média pressão compreende um único condensador e o processo compreende ainda as etapas de:

- alimentar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, os ditos *off-gases* e a dita porção reciclada da solução aquosa de carbamato no dito único
20 condensador da seção de tratamento sob média pressão;

- condensar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, assim como, os ditos *off-gases*, com a dita porção reciclada de solução aquosa de carbamato no
dito único condensador da dita seção de tratamento sob
25 média pressão, obtendo-se uma solução aquosa de carbamato de amônio concentrada; e

- reciclar a dita solução aquosa de carbamato de amônio concentrada para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão.

30 De acordo com outra modalidade da invenção, a dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão compreende um primeiro condensador e um segundo condensador em comunicação fluida entre si, e o processo compreende ainda as etapas de:

- alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita unidade de melamina e a dita porção reciclada de solução de carbamato de amônio para o dito primeiro condensador da seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia;
- 5 - condensar os ditos *off-gases* com a dita porção reciclada da solução aquosa de carbamato no dito primeiro condensador da seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma primeira solução aquosa de carbamato de amônio concentrada;
- alimentar a dita primeira solução aquosa de carbamato de amônio concentrada no dito segundo condensador da seção de
10 tratamento sob média pressão;
- alimentar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água obtida da dissociação da dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e
15 amônia, no dito segundo condensador da seção de tratamento sob média pressão;
- condensar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água com a dita primeira solução aquosa de carbamato de amônio concentrada no dito segundo condensador
20 da seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma segunda solução aquosa de carbamato de amônio concentrada;
- e
- reciclar a dita segunda solução aquosa de carbamato de amônio concentrada para a dita seção de síntese de uréia
25 sob alta pressão.

Preferivelmente, o processo de acordo com a invenção compreende ainda as etapas de:

- alimentar dióxido de carbono ao dito condensador da dita seção de recuperação de uréia;
- 30 - submeter o dito dióxido de carbono e a dita segunda fase vapor à condensação no dito condensador da dita seção de recuperação de uréia, obtendo-se uma porção reciclada de solução aquosa de carbamato de amônio.

Nesse contexto, resultados particularmente vantajosos foram obtidos mediante alimentação de uma quantidade de dióxido de carbono de 1 a 10% em peso, da totalidade da alimentação de dióxido de carbono, ao dito
5 condensador da dita seção de recuperação de uréia.

Preferivelmente, a dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia alimentada à dita seção de tratamento que opera sob média pressão, é compreendida entre 10 e 50% em peso da dita
10 solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida na dita seção de síntese.

Novamente, é preferível que a dita média pressão da seção de tratamento seja compreendida entre 10 e 70 bar.

Preferivelmente, a dita etapa de condensação dos
15 *off-gases* com a dita porção reciclada da solução de carbamato na dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão é do tipo de duplo efeito.

Graças ao processo conforme a presente invenção, foi surpreendentemente e vantajosamente descoberto que a
20 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 para a seção de síntese da unidade de uréia é substancialmente inferior à quantidade de água de condensação (em valor absoluto)
25 requerida para a realização de tal reciclagem mediante os processos mencionados no estado da técnica, em que a alimentação de dióxido de carbono e amônia é feita na seção de tratamento sob média pressão.

Isso se deve ao fato de que com a mesma
30 capacidade de produção da unidade de produção de uréia, a quantidade de amônia e dióxido de carbono a ser reciclada para a seção de síntese na forma de carbamato de amônio é substancialmente menor usando o processo de acordo com a

presente invenção, se comparado com os processos mencionados no estado da técnica.

Portanto, se conclui que ocorre um significativo aumento no rendimento da conversão da seção de síntese de uréia, assim como, no rendimento global do circuito de alta pressão ("H.P. Loop"), proporcionando grande vantagem para a eficiência e o consumo de energia da unidade idealizada para contemplar o processo de acordo com a presente invenção.

10 Além disso, vantajosamente, a condensação dos *off-gases* é realizada mediante exploração da baixa quantidade de água já contida na porção reciclada da solução aquosa de carbamato obtida na seção de recuperação de uréia da unidade de uréia e que, de qualquer modo, é
15 reciclada para a seção de síntese de uréia sob alta pressão. Portanto, ao contrário dos processos mencionados no estado da técnica, nenhuma quantidade adicional de água é adicionada aos *off-gases* quando da reciclagem dos mesmos a partir da unidade de melamina para a unidade de uréia.
20 Portanto, graças à presente invenção, uma solução de carbamato mais concentrada é reciclada para a seção de síntese de uréia sob alta pressão da unidade de uréia, com a consequência de que o rendimento da conversão é vantajosamente aumentado e o consumo de energia requerido
25 para recuperação de uréia e reciclagem dos reagentes não-convertidos para a seção de síntese é, vantajosamente, substancialmente reduzido.

De acordo com um adicional aspecto da presente invenção, o presente problema técnico é solucionado
30 mediante uma instalação integrada para implementação do dito processo, em que é produzido uréia em uma unidade de produção de uréia, a qual compreende uma seção de síntese de uréia sob alta pressão e uma seção de recuperação de uréia sob baixa pressão que compreende um dispositivo de

decomposição e um condensador, ditas seções estando em comunicação fluida entre si, e a melamina é produzida em uma unidade de produção de melamina, em que os *off-gases* resultantes como subprodutos da síntese de melamina são

5 descarregados da mesma a uma pressão de 2 bar e reciclados para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão, a instalação sendo caracterizada pelo fato de compreender ainda:

- 10 - uma seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia compreendendo um dissociador e uma seção de condensação;
- meios de conexão entre a dita seção de síntese de melamina e a dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão para alimentar os ditos *off-*
- 15 *gases* provenientes da dita seção de síntese de melamina para a dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão;
- meios de conexão entre o dito condensador da seção de recuperação de uréia e a dita seção de condensação da seção
- 20 de tratamento sob média pressão, para alimentar uma porção reciclada de carbamato de amônio proveniente do dito condensador da seção de recuperação de uréia para a dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão; e
- 25 - meios de conexão entre o dito dissociador da seção de tratamento sob média pressão e o dito dispositivo de decomposição da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão, para alimentar uma solução aquosa de uréia obtida da dissociação na dita seção de tratamento para o dito
- 30 dispositivo de decomposição da seção de recuperação de uréia.

De acordo com uma modalidade da invenção, a dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão compreende um único condensador.

De acordo com outra modalidade da invenção, a dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão compreende um primeiro condensador e um segundo condensador e a instalação integrada compreende ainda:

- 5 - meios de conexão entre a dita seção de síntese de melamina e o dito primeiro condensador da seção de tratamento sob média pressão, para alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita seção de síntese de melamina para o dito primeiro condensador da seção de tratamento sob
10 média pressão;
- meios de conexão entre o dito condensador da seção de recuperação de uréia e o dito primeiro condensador da seção de tratamento sob média pressão, para alimentar uma porção reciclada de uma solução aquosa de carbamato de amônio
15 proveniente do dito condensador da seção de recuperação de uréia para o dito primeiro condensador da seção de tratamento sob média pressão;
- meios de conexão entre o dito primeiro condensador e o dito segundo condensador da seção de tratamento sob média
20 pressão, para alimentar uma solução aquosa de carbamato proveniente do dito primeiro condensador para o dito segundo condensador;
- meios de conexão entre o dito dissociador e o dito segundo condensador da seção de tratamento sob média
25 pressão para alimentar uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, proveniente do dito dissociador, para o dito segundo condensador da seção de tratamento sob média pressão.

Adicionais características e vantagens do
30 processo para produção integrada de uréia e melamina de acordo com a invenção, serão resultantes da descrição seguinte de duas modalidades preferidas da invenção, fornecidas por meio de exemplos não-limitativos, e ainda com referência aos desenhos anexos.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 mostra, esquematicamente, uma instalação integrada para produção de uréia e melamina, implementando o processo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 2 mostra, esquematicamente, uma instalação integrada para produção de uréia e melamina, implementando o processo de acordo com outra modalidade da presente invenção.

10

Descrição Detalhada de uma Modalidade Preferida

Com relação à figura 1, a referência numérica (1) é global e esquematicamente indicada para uma instalação integrada para produção de uréia e melamina, de acordo com a presente invenção. A instalação integrada (1) compreende uma unidade (40) para produção de melamina e uma unidade (10) para produção de uréia.

A unidade de produção de melamina (40) da presente invenção pode ser do tipo de baixa pressão catalítica (até 70 bar), ou do tipo de alta pressão não-catalítica (acima de 70 bar), desde que os *off-gases* descarregados da unidade de melamina tenham uma pressão de pelo menos 10 bar (média pressão). A unidade (40) compreende uma seção de síntese de melamina sob baixa pressão ou sob alta pressão, globalmente indicada pela referência numérica (41).

Preferivelmente, mas não exclusivamente, a unidade de melamina (40) é do tipo de alta pressão não-catalítica, em que os *off-gases* descarregados como subprodutos da síntese de melamina apresentam uma pressão compreendida entre 10 e 70 bar, preferivelmente, entre 20 e 30 bar, por exemplo, 25 bar. Logicamente, os *off-gases* descarregados da unidade de melamina, de acordo com a presente invenção, podem também apresentar uma pressão

muito mais alta, dependendo da pressão em que a melamina é produzida.

A unidade de uréia (10) da presente invenção é do tipo de reciclagem total e compreende - de acordo com um primeiro aspecto da presente invenção - uma seção de síntese (11) operando em uma predeterminada alta pressão (pelo menos de 120 bar, geralmente, de cerca de 130-260 bar), uma seção de tratamento (16) operando sob uma média pressão (preferivelmente, de 10-70 bar) e uma seção de recuperação de uréia (21) operando em uma predeterminada baixa pressão (cerca de 2-10 bar), ditas seções (11), (16) e (21) estando em comunicação fluida entre si.

No processo integrado de acordo com a presente invenção, a amônia (N) e dióxido de carbono (C) para produção de uréia são alimentados em uma apropriada seção de síntese (11). No exemplo da figura 1, a seção de síntese de uréia 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), por sua vez, é alimentado ao reator (R) através de um dispositivo extrator (13) e do condensador (12).

A seção de síntese (11) (reator (R)), o condensador (12), o dispositivo extrator (13), juntamente com um dispositivo lavador/purificador (14) (o qual será descrito adiante em maiores detalhes), todos operam, substancialmente, sob a mesma alta pressão, constituindo, dessa forma, o circuito de síntese de alta pressão (H.P. Loop) do processo da presente invenção.

No reator (R) ou ainda na seção de síntese (11), a amônia e o dióxido de carbono são obrigados a reagir na acima mencionada predeterminada alta pressão (por exemplo, compreendida entre 130 e 170 bar) e a uma predeterminada alta temperatura (por exemplo, compreendida entre 160 e

200°C). A partir do reator (R), se obtém uma solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia.

Uma parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia que sai do reator (R) é
5 adequadamente aliviada da pressão de uma maneira convencional per si, por exemplo, por meio de uma válvula (15) e alimentada a uma seção de tratamento (16) da tal solução aquosa, operando a uma predeterminada média pressão, por exemplo, compreendida entre 10 e 70 bar,
10 preferivelmente, compreendida entre 15 e 30 bar, ainda mais preferivelmente, compreendida entre 18 e 20 bar.

Para a recuperação do carbamato de amônio e da amônia, a parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia adequadamente aliviada de
15 pressão é alimentada a um dispositivo dissociador sob média pressão (17), na seção de tratamento (16) e submetida à dissociação, obtendo-se uma solução aquosa de uréia e uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água. Em particular, essa parte da solução aquosa que compreende
20 uréia, carbamato de amônio e amônia é submetida no dispositivo dissociador (17) a um procedimento de dissociação térmica.

A fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água assim obtida é depois alimentada e submetida
25 a um procedimento de condensação em um condensador de média pressão (18) da seção de tratamento (16), de uma maneira que será explicada posteriormente.

No exemplo da figura 1, a unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16)
30 compreende um único condensador (18a).

De acordo com um adicional aspecto da presente invenção, o processo integrado para produção de uréia e melamina, vantajosamente, proporciona a etapa de alimentação da solução aquosa de uréia obtida por

dissociação no dissociador (17) da seção de tratamento sob média pressão (16), para um dispositivo de decomposição (22) de uma seção de recuperação de uréia (21) que opera a uma determinada baixa pressão, por exemplo, compreendida entre 1,5 e 9,5 bar, preferivelmente, compreendida entre 3 e 5 bar.

Para esse fim, a solução aquosa de uréia que deixa o dispositivo dissociador (17) é adequadamente aliviada da pressão de uma maneira convencional per si, por exemplo, por meio de uma válvula (20).

Em particular, conforme representado na modalidade preferida mostrada na figura 1 do processo de acordo com a presente invenção, a solução aquosa de uréia que deixa o dispositivo dissociador (17) da seção de tratamento (16) é diretamente alimentada ao dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia (21).

Além disso, novamente, em conformidade com o exemplo da figura 1, uma parte da alimentação de dióxido de carbono (C), preferivelmente e vantajosamente, é alimentada a um condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21).

Para tal fim, essa parte da alimentação de dióxido de carbono (C) enviada ao condensador (23) é adequadamente aliviada de pressão de uma maneira convencional per si, por exemplo, por meio de uma válvula (30).

No dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21), a solução aquosa de uréia proveniente do dispositivo dissociador (17) da seção de tratamento sob média pressão (16) é submetida à decomposição, obtendo-se uma solução de uréia concentrada (U) e uma segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água.

Vantajosamente, a solução concentrada de uréia (U), por exemplo, com uma concentração de uréia compreendida entre 60 e 80% em peso, deixa o dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia (21) e é usada, pelo menos parcialmente, como reagente na unidade melamina (40).

Como alternativa, a uréia é alimentada na seção de síntese de melamina (41) na forma de uréia fundida, proveniente da seção de tratamento final de uréia (não mostrado), provida a jusante da seção de recuperação de uréia (16).

Para tal fim, a solução concentrada de uréia ou uma porção da mesma é alimentada, através da linha de fluxo (34), para a seção de síntese de melamina (41). No exemplo da figura 1, nem toda a uréia produzida na unidade (10) é utilizada para a síntese de melamina e, assim, uma porção da solução concentrada de uréia é submetida às etapas finais de tratamento de uréia (que são convencionais, portanto, não sendo mostradas) do processo de produção de uréia, como, por exemplo, as etapas de decomposição a vácuo e granulação ou formação de pérolas, a partir da uréia fundida obtida.

Para controlar a síntese da melamina, a seção (41) pode, também, ser opcionalmente alimentada com um adicional fluxo de amônia, indicado na figura 1 pela linha de fluxo (42).

A partir da seção de síntese de melamina (41), é descarregada uma solução de melamina através da linha de fluxo (43), para posterior processamento, como, por exemplo, resfriamento (não mostrado), onde a melamina é convertida em um pó e deixa a instalação integrada (1).

Ao invés disso, os off-gases consistindo essencialmente de dióxido de carbono e amônia que também são obtidos na seção (41) como subprodutos da síntese da

melamina, deixam a dita seção (41) através da linha de fluxo (32). Geralmente, antes de deixar a seção de síntese de melamina (41), os off-gases são adequadamente lavados (purificados) (não mostrado), com a alimentação da solução concentrada de uréia, a fim de remover possível melamina líquida arrastada nesses gases.

Em conformidade com outro aspecto do processo integrado de acordo com a presente invenção, a segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água obtida no dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia (21) é enviada para o condensador (23) da mesma seção (21) e, vantajosamente, submetida à condensação, obtendo-se uma porção reciclada de solução aquosa de carbamato.

Preferivelmente, conforme representado no exemplo da figura 1, a segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água é submetida à condensação juntamente com a alimentação de dióxido de carbono (C) feita ao dito condensador (23).

Uma adequada quantidade de solução aquosa de carbamato (W) (carbonato) tendo um teor de água de condensação compreendido entre 30 e 80% em peso, é também alimentada ao condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21), para permitir, respectivamente, à segunda fase vapor e alimentação de dióxido de carbono (C) se condensarem em carbamato de amônio.

A solução aquosa de carbamato (W) (carbonato) geralmente é originária de uma seção de tratamento do condensado do processo e/ou de um reservatório de licor de amônia, convencional per si, dessa forma, não representado na figura 1.

Em conformidade com a presente invenção, conforme representado no exemplo da figura 1, a porção reciclada de

solução aquosa de carbamato obtida no condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21) é, de acordo com o presente processo, alimentada ao condensador (18a) da seção de tratamento sob média pressão (16) para a
5 condensação da fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água proveniente do dissociador de pressão média (17), assim como, dos off-gases descarregados da seção de síntese de melamina (41) da unidade de melamina (40).

Para tal fim, os ditos *off-gases* são alimentados
10 ao condensador (18a) da seção de tratamento sob média pressão (16), através da dita linha de fluxo (32), enquanto a dita fase vapor proveniente do dissociador (17) e a dita porção reciclada da solução de carbamato são alimentadas ao dito condensador (18) através das linhas de fluxo (31) e
15 (33), respectivamente.

Preferivelmente, o condensador (18a) da seção de tratamento sob média pressão (16) é operado, substancialmente, na mesma pressão dos *off-gases* descarregados da seção de síntese de melamina (41).

20 No caso da pressão dos *off-gases* provenientes da seção de síntese de melamina (41) ser maior que a pressão da porção reciclada da solução aquosa de carbamato descarregada da seção de recuperação de uréia (16), esta última solução, conforme mostrado na figura 1, é
25 vantajosamente comprimida através de uma primeira seção de compressão (24) para a pressão dos ditos *off-gases*, isto é, para a pressão operacional do condensador (18) da seção de tratamento sob média pressão (16).

De acordo com uma modalidade alternativa do
30 processo da presente invenção, não mostrada, a etapa de condensação no condensador (18a) da seção de tratamento sob média pressão (16) é do tipo de duplo efeito, em que o calor de condensação, ao invés de ser dissipado em um fluido de resfriamento (geralmente água fria), é

vantajosamente explorado para posterior concentração da solução concentrada de uréia (U) que deixa o dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão.

5 Nesse caso, o calor de condensação produzido durante a condensação da fase vapor é transmitido para a solução concentrada de uréia mediante troca térmica indireta, permitindo a decomposição e seguinte separação da
10 parte do carbamato de amônio, amônia e água ainda presente na dita solução, com posterior concentração da uréia nela contida.

 No exemplo da figura 1, a solução aquosa de carbamato concentrada que deixa o condensador de média pressão (18a) é devidamente comprimida em uma segunda seção
15 de compressão (19), de uma maneira convencional per si, sendo depois reciclada para o reator (R) da seção de síntese de uréia sob alta pressão (11) através do dispositivo lavador/purificador (14) e do condensador de alta pressão (12).

20 De acordo com uma modalidade alternativa da presente invenção, não mostrada, pelo menos uma parte da solução aquosa de carbamato que deixa o condensador de média pressão (18a) é alimentada diretamente, devidamente comprimida, ao condensador de alta pressão (12), circulando
25 depois para o reator (R).

 A parte restante da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia que deixa o reator (R) e que não é enviada para a seção de tratamento sob média pressão (16), é submetida à fase de recuperação do
30 carbamato de amônio e da amônia presentes na dita solução, no circuito de alta pressão do presente processo.

 Em particular, a parte restante da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia que deixa o reator (R) da seção de síntese (11) é alimentada ao

dispositivo extrator (13), onde é submetida à decomposição e extração com a alimentação de dióxido de carbono (C). A amônia e dióxido de carbono assim produzidos são depois novamente condensados (parcialmente) em carbamato de amônio no condensador de alta pressão (12) e reciclados na forma de carbamato de amônio para o reator (R) da seção de síntese de uréia (11).

A condensação no condensador de alta pressão (12) da amônia e dióxido de carbono vindos do dispositivo extrator (13) é obrigada a se realizar por absorção desses gases com a alimentação de amônia (N) (líquida) e com a solução aquosa de carbamato vindo, adequadamente comprimidas, do condensador (18) da seção de tratamento sob média pressão (16), através do dispositivo lavador/purificador (14).

A solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida no dispositivo extrator (13), seguinte às acima mencionadas etapas de decomposição e extração com CO_2 é adequadamente aliviada de pressão de uma maneira convencional per si, por meio, por exemplo, de uma válvula (25) na pressão de operação da seção de recuperação de uréia (21) e alimentada para o dispositivo de decomposição (22) de baixa pressão de tal seção (21). Aqui, essa solução é submetida à decomposição, juntamente com a dita solução aquosa de uréia proveniente do dissociador (17) da seção de tratamento sob média pressão (16), obtendo-se a solução concentrada de uréia (U) e a segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, conforme descrito acima.

O dióxido de carbono não-reagido e a amônia e a água na fase vapor presentes na seção de síntese de uréia (11) ou, então, no reator (R), são obrigados a deixar este último e serem alimentados ao dispositivo lavador/purificador de alta pressão (14). Esses vapores,

geralmente, também compreendem gases inertes (por exemplo, ar) presentes na alimentação do dióxido de carbono (C).

No dispositivo lavador/purificador (14), os vapores acima mencionados são submetidos a um tratamento de lavagem com a solução aquosa de carbamato, vinda, adequadamente comprimida, do condensador (18a) da seção de tratamento sob média pressão (16), para a recuperação do dióxido de carbono e amônia ali presentes, e a seguinte separação dos gases inertes. Os gases inertes assim separados são então liberados para a atmosfera de uma maneira convencional per se, além disso, proporcionando uma adequada descompressão dos mesmos, por exemplo, por meio de uma válvula (26). Alternativamente, esses gases inertes podem ser reciclados para outras partes da instalação (10) (não representado). O dióxido de carbono e amônia absorvidos na solução aquosa de carbamato proveniente do condensador (18a) são, por outro lado, recicladas para a seção de síntese de uréia (11) ou, então, para o reator (R), através do condensador de alta pressão (12).

Na figura 2, através da referência numérica (110) é global e esquematicamente indicada uma instalação integrada para produção de uréia e melamina, de acordo com outra modalidade da presente invenção.

Na instalação integrada (110), os elementos que são estrutural ou funcionalmente equivalentes a correspondentes elementos da instalação integrada (1) descrita acima, irão receber as mesmas referências numéricas e, para que se possa tornar mais resumido, não serão mais descritos.

A instalação integrada (110) difere da instalação (1) descrita acima pelo fato de que a unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) da unidade de uréia (10) compreende um primeiro condensador (18b) e um segundo condensador (50) em

comunicação fluida entre si, ao invés de um único condensador.

Além disso, no primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16) são alimentados os *off-gases* provenientes da seção de síntese (41) da unidade de melamina, através da linha de fluxo (32) e a porção reciclada da solução de carbamato proveniente do condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21), através da linha de fluxo (33), enquanto a fase vapor proveniente do dissociador (17) é alimentada através da linha de fluxo (31) para o segundo condensador (50) da seção de tratamento sob média pressão (16).

No segundo condensador (50) a dita fase vapor é condensada através da dita solução aquosa de carbamato concentrada, obtida da condensação dos *off-gases* no primeiro condensador (18b), cuja solução de carbamato concentrada é alimentada para o segundo condensador através da linha de fluxo (51).

Uma solução de carbamato mais concentrada é então obtida na saída do segundo condensador (50), a qual é reciclada para a seção de síntese de uréia (11) da maneira indicada acima, com referência à instalação integrada (1).

Preferivelmente, na instalação integrada (110), a etapa de condensação no condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16) é do tipo de duplo efeito, em que o calor de condensação, ao invés de ser dissipado em um fluido de resfriamento (geralmente, água fria) é, vantajosamente, explorado para posterior concentração da solução concentrada de uréia (U) que deixa o dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão.

Nas instalações integradas descritas acima, as linhas de fluxo indicadas nas figuras 1 e 2 com as referências (27-29), (31-34), (39), (42), (43) e (51)

representam, esquematicamente, condutos e/ou dutos convencionais per si.

De acordo com o processo da presente invenção, resultados particularmente vantajosos foram obtidos mediante alimentação de uma quantidade de dióxido de carbono (C), compreendida entre 1 e 5% em peso, ainda mais preferivelmente, compreendida entre 2 e 3% em peso, de toda a alimentação de dióxido de carbono (C) alimentada à instalação (10) para o condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21).

Além disso, a parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia enviada para a seção de tratamento sob média pressão (16) é, preferivelmente, compreendida entre 10 e 50% em peso, ainda mais preferivelmente, compreendida entre 10 e 25% em peso, em relação à solução aquosa proveniente da seção de síntese de uréia (11).

Com referência às figuras 1 e 2, as características estruturais das instalações (1) e (110) para a produção integrada de uréia e melamina de acordo com o processo da presente invenção agora descrito não devem ser mais bem especificadas.

Em conformidade com a presente invenção, as instalações (1) e (110) compreendem uma unidade de uréia (10), a qual compreende uma seção de síntese de uréia sob alta pressão (11), uma seção de tratamento sob média pressão (16) para uma parte da solução de uréia produzida na dita seção de síntese (11), compreendendo um dissociador (17) e uma unidade de condensação (18), e uma seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21) que compreende um dispositivo de decomposição (22) e um condensador (23), ditas seções (11), (16) e (21) estando em comunicação fluida entre si, e uma unidade de melamina (40) compreendendo uma seção de síntese de melamina (41), onde

os *off-gases* resultantes como subprodutos da síntese de melamina são descarregados da dita instalação (40) sob uma pressão de pelo menos 2 bar e reciclados para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão.

5 As instalações (1) e (110) compreendem ainda:

- meios de conexão (32) entre a dita seção de síntese de melamina (41) e a dita seção de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão, para alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita seção de síntese de melamina
10 (41) para a dita seção de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16);

- meios de conexão (33) entre o dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) e a dita seção de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão
15 (16), para alimentar uma porção reciclada de carbamato de amônio proveniente do dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) para a dita seção de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16); e

- meios de conexão (29) entre o dito dissociador (17) da
20 seção de tratamento sob média pressão e o dito dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21), para alimentar uma solução aquosa de uréia obtida da dissociação na dita seção de tratamento (16) para o dito dispositivo de decomposição (22) da seção
25 de recuperação de uréia.

De acordo com uma modalidade da invenção, a dita seção de condensação da seção de tratamento sob média pressão compreende um único condensador.

As instalações (1) e (110) compreendem meios de
30 conexão (31) entre o dito dissociador (17) e a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16), para alimentar uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água proveniente do dito

dissociador (17) para o dito condensador (18) da seção de tratamento sob média pressão.

Nas instalações (1) e (110), os ditos meios de conexão consistem, essencialmente, de condutos e/ou dutos
5 convencionais per si.

As instalações (1) e (110) compreendem uma primeira seção de compressão (24) localizada, em comunicação fluida, entre o condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) e a unidade de condensação (18)
10 da seção de tratamento sob média pressão (16), para compressão de uma porção reciclada de uma solução de carbamato proveniente do dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) para uma pressão correspondente à pressão operacional da dita unidade de condensação (18) da
15 seção de tratamento sob média pressão (16), assim como, uma segunda seção de compressão (19), localizada entre a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) e a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão (11), para comprimir uma solução de carbamato
20 concentrada proveniente da dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) para uma pressão correspondente à pressão operacional da dita seção de síntese de uréia sob alta pressão (11).

Nas instalações (1) e (110), a dita primeira
25 seção de compressão (24) e a dita segunda seção de compressão (19) compreendem, pelo menos, uma bomba convencional per si.

De acordo com uma modalidade da invenção (instalação integrada (1) da figura 1), a unidade de
30 condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) compreende um único condensador (18a).

De acordo com outra modalidade da invenção (instalação integrada (110) da figura 2), a unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão

(16) compreende um primeiro condensador (18b) e um segundo condensador (50). Além disso, a instalação integrada (110) compreende:

- 5 - meios de conexão (32) entre a dita seção de síntese de melamina (41) e o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16), para alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita seção de síntese de melamina (41) para o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16);
- 10 - meios de conexão (33) entre o dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) e o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão, para alimentar uma porção reciclada de uma solução aquosa de carbamato de amônio proveniente do dito condensador (23)
- 15 da seção de recuperação de uréia (21) para o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16);
- meios de conexão (51) entre o dito primeiro condensador (18b) e o dito segundo condensador (50) da seção de
- 20 tratamento sob média pressão (16), para alimentar uma solução aquosa de carbamato proveniente do dito primeiro condensador (18b) para o dito segundo condensador (50); e
- meios de conexão entre o dito dissociador (17) e o dito segundo condensador (50) da seção de tratamento sob média
- 25 pressão (16), para alimentar uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água proveniente do dito dissociador (17) para o dito segundo condensador (50) da seção de tratamento sob média pressão.

Além disso, de acordo com a invenção, as

30 instalações integradas (1) e (110) compreendem meios de conexão (39) entre o dito único condensador (18) ou o dito segundo condensador (50) da seção de tratamento sob média pressão (16) e dita seção de síntese de uréia (11), para alimentar uma solução de carbamato proveniente do dito

único condensador (18) ou dito segundo condensador (50) na dita seção de síntese de uréia (11), assim como, meios de conexão (27) para alimentar dióxido de carbono (C) ao dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa
5 pressão (21).

Preferivelmente, na instalação (1) da figura 1, o único condensador (18a) da seção de tratamento sob média pressão (16) compreende um feixe de tubos convencional, em comunicação fluida, sobre o lado dos tubos, com a solução
10 concentrada de uréia (U) que deixa o dispositivo de decomposição sob baixa pressão (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21) e sobre o lado do casco, com a fase vapor que compreende amônia, dióxido de carbono e água, proveniente do dissociador (17) da seção de
15 tratamento sob média pressão (16), com os *off-gases* provenientes da seção de síntese de melamina (41), assim como, com a porção reciclada da solução aquosa de carbamato proveniente do condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21).

20 Preferivelmente, na instalação (110) da figura 2, o primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16) compreende um feixe de tubos convencional, em comunicação fluida, sobre o lado dos tubos, com a solução concentrada de uréia (U) que deixa o
25 dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21) e, sobre o lado do casco, com os *off-gases* provenientes da seção de síntese de melamina (41), assim como, com a porção reciclada da solução aquosa de carbamato proveniente do condensador (23) da seção de
30 recuperação de uréia sob baixa pressão (21).

Da descrição anterior pode ser claramente visto que o processo integrado para produção de uréia e melamina de acordo com a invenção soluciona o problema técnico e relaciona numerosas vantagens, a primeira das quais

residindo no fato de que se obtém um alto rendimento global de conversão no circuito de alta pressão e, em particular, na seção de síntese de uréia, por exemplo, compreendido entre 58 e 62% em peso, mesmo no caso de reforma ou
5 modernização de instalações integradas de alta capacidade existentes, nas quais, por exemplo, instalações de uréia que produzem entre 3000 e 4500 toneladas métricas/dia de uréia.

Uma adicional vantagem reside no fato de que uma
10 solução aquosa de carbamato mais concentrada pode ser reciclada para a seção de síntese da instalação de uréia, obtendo-se, vantajosamente, um mais alto rendimento de conversão de uréia e uma redução do consumo de energia, uma vez que a condensação dos off-gases é executada mediante
15 exploração da baixa quantidade de água contida na porção reciclada da solução aquosa de carbamato obtida na seção de recuperação de uréia da unidade de uréia que, de qualquer modo, é reciclada para a seção de síntese sob alta pressão da unidade de uréia.

20 Uma adicional vantagem é que graças à presente invenção e, em particular, ao alto rendimento de conversão, é possível se reduzir o consumo de energia do circuito de síntese de alta pressão, assim como, da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão, com relação aos
25 processos descritos pelo estado da técnica. Diante disso, segue que com o mesmo consumo de energia e tamanho dos equipamentos que constituem a instalação de produção de uréia, o processo de acordo com a presente invenção, permite uma operação em tal instalação com uma maior
30 capacidade de produção, em relação ao que é permitido com os processos de acordo com o descrito no estado da técnica. Em outras palavras, com a mesma capacidade de produção, a instalação idealizada para contemplar a realização do processo de acordo com a presente invenção é de menor

tamanho e, assim de custo mais efetivo e de menos custos de operação, em relação à instalação necessária para se obter tal capacidade com os métodos citados no estado da técnica.

Além disso, a ativação do processo é particularmente simples e confiável, não necessitando de grandes custos de investimento.

Entre as numerosas vantagens obtidas pela presente invenção, deve ser também destacadamente citado a possibilidade de reformar ou modernizar instalações já existentes para a produção integrada de uréia e melamina, com a finalidade de aumentar a capacidade de produção e o rendimento de produção da instalação de uréia, assim como, a redução do relativo consumo de energia, segundo o processo de acordo com a invenção.

Logicamente, um especialista versado na técnica pode contribuir com numerosas modificações ou mudanças para o processo de produção integrada de uréia e melamina descrito acima, para satisfazer exigências específicas e contingenciais, todas se enquadrando dentro do escopo de proteção da presente invenção, conforme definido pelas seguintes reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo integrado para produção de uréia e melamina, em que a uréia é produzida em uma unidade de produção de uréia, a qual compreende uma seção de síntese de uréia sob alta pressão, a partir da qual se obtém uma solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia, e uma seção de recuperação de uréia sob baixa pressão, e a melamina é produzida em uma unidade de melamina, em que os *off-gases* resultantes como subprodutos da síntese de melamina são descarregados sob média pressão e reciclados para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão, o processo sendo **caracterizado** pelo fato de compreender ainda as etapas de:
- alimentar pelo menos uma parte da dita solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia proveniente da dita seção de síntese de uréia para uma seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia, para recuperação do carbamato de amônio e amônia contidos na mesma;
 - submeter a dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia à dissociação na dita seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma solução aquosa de uréia e uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água;
 - alimentar a dita solução aquosa de uréia obtida da dissociação na dita seção de tratamento a um dispositivo de decomposição de uma seção de recuperação de uréia que opera a uma determinada baixa pressão;
 - submeter a dita solução aquosa de uréia à decomposição no dito dispositivo de decomposição da dita seção de recuperação de uréia, obtendo-se uma solução concentrada de uréia e uma segunda fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água;

- submeter a dita segunda fase vapor à condensação em um condensador da dita seção de recuperação de uréia, em comunicação fluida com o dito dispositivo de decomposição, obtendo-se uma porção reciclada de uma solução aquosa de carbamato de amônio;
- alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita unidade de melamina e dita porção reciclada de solução de carbamato de amônio a uma seção de condensação da dita seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia;
- condensar os ditos *off-gases* com a dita porção reciclada de solução aquosa de carbamato na dita unidade de condensação da seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma solução aquosa de carbamato concentrada; e
- reciclar a dita solução aquosa de carbamato para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a dita seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia opera a uma pressão substancialmente igual ou inferior à pressão dos ditos *off-gases*.

3. Processo, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a dita porção reciclada de solução de carbamato proveniente da seção de recuperação de uréia é alimentada diretamente para a dita seção de tratamento sob média pressão para condensar os ditos *off-gases*.

4. Processo, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a dita porção reciclada da solução de carbamato proveniente da seção de recuperação de uréia é comprimida a uma pressão substancialmente correspondente à pressão de operação da dita seção de tratamento sob média pressão, para condensar os ditos *off-gases*, antes da alimentação dos mesmos na dita unidade de condensação.

5. Processo, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a dita solução aquosa de carbamato concentrada proveniente da dita unidade de condensação da seção de recuperação de uréia é comprimida a uma pressão substancialmente correspondente à pressão de operação da dita seção de síntese de uréia, antes da alimentação da mesma na dita seção de síntese de uréia.

6. Processo de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a dita unidade de condensação da seção de tratamento sob média pressão compreende um único condensador e em que o processo compreende ainda as etapas de:

- alimentar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, os ditos *off-gases* e a dita porção reciclada da solução de carbamato de amônio no dito único condensador da seção de tratamento sob média pressão;
- condensar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água, assim como, os ditos *off-gases*, com a dita porção reciclada da solução de carbamato de amônio no dito único condensador da dita seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma solução aquosa de carbamato de amônio concentrada; e
- reciclar a dita solução aquosa de carbamato de amônio concentrada para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão.

7. Processo, de acordo com quaisquer das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a dita unidade de condensação da seção de tratamento sob média pressão compreende um primeiro condensador e um segundo condensador em comunicação fluida entre si, e em que o processo compreende ainda as etapas de:

- alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita unidade de melamina e a dita porção reciclada de solução de

- carbamato de amônio para o dito primeiro condensador da seção de tratamento sob média pressão da unidade de uréia;
- condensar os ditos *off-gases* com a dita porção reciclada da solução aquosa de carbamato no dito primeiro condensador da seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma primeira solução aquosa de carbamato de amônio concentrada;
 - alimentar a dita primeira solução aquosa de carbamato de amônio concentrada no dito segundo condensador da seção de tratamento sob média pressão;
 - alimentar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água obtida da dissociação da dita parte da solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia, no dito segundo condensador da seção de tratamento sob média pressão;
 - condensar a dita fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água com a dita primeira solução aquosa de carbamato de amônio concentrada no dito segundo condensador da seção de tratamento sob média pressão, obtendo-se uma segunda solução aquosa de carbamato de amônio concentrada;
 - e
 - reciclar a dita segunda solução aquosa de carbamato de amônio concentrada para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão.

8. Processo, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de compreender ainda as etapas de:

- alimentar dióxido de carbono ao dito condensador da dita seção de recuperação de uréia;
- submeter o dito dióxido de carbono e a dita segunda fase vapor à condensação no dito condensador da dita seção de recuperação de uréia, obtendo-se uma porção reciclada de uma solução aquosa de carbamato de amônio.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de se alimentar uma quantidade de

dióxido de carbono de 1 a 10% em peso da totalidade da alimentação de dióxido de carbono ao dito condensador da dita seção de recuperação de uréia.

10. Processo, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a dita parte da solução aquosa que compreende uréia, carbamato de amônio e amônia alimentada à dita seção de tratamento que opera sob média pressão é compreendida entre 10 e 50% em peso da dita solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia obtida na dita seção de síntese.

11. Processo, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a dita média pressão da seção de tratamento é compreendida entre 10 e 70 bar.

12. Instalação integrada (1), (110) para produção de uréia e melamina, em que a uréia é produzida em uma unidade de produção de uréia (10), a qual compreende uma seção de síntese de uréia sob alta pressão (11) e uma seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21), que compreende um dispositivo de decomposição (22) e um condensador (23), ditas seções (11, 21) estando em comunicação fluida entre si, e a melamina é produzida em uma unidade de produção de melamina (40), em que os *off-gases* resultantes como subprodutos da síntese de melamina são descarregados da dita unidade (40) sob uma média pressão e reciclados para a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão (11), a instalação (1, 110) sendo **caracterizada** pelo fato de compreender ainda:

- uma seção de tratamento sob média pressão (16) da unidade de produção de uréia (10), para tratamento de uma parte da solução de uréia produzida na dita seção de síntese (11), compreendendo um dissociador (17) e uma unidade de condensação (18);

- meios de conexão (32) entre a dita seção de síntese de melamina (41) e a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) para alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita seção de síntese de melamina (41) para a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16);
- meios de conexão (33) entre o dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia e a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16), para alimentar uma porção reciclada de carbamato de amônio proveniente do dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) para a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16); e
- meios de conexão (29) entre o dito dissociador (17) da seção de tratamento sob média pressão (16) e o dito dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21), para alimentar uma solução aquosa de uréia obtida da dissociação na dita seção de tratamento (16) para o dito dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia.

13. Instalação integrada (1, 110), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada** pelo fato de compreender ainda meios de conexão (31) entre o dito dissociador (17) e a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16), para alimentar uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água proveniente do dito dissociador (17) para o dito condensador (18) da seção de tratamento sob média pressão.

14. Instalação integrada (1, 110), de acordo com as reivindicações 12 ou 13, **caracterizada** pelo fato de compreender ainda uma primeira seção de compressão (24) localizada, em comunicação fluida, entre o condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) e a unidade de

condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16), para comprimir uma porção reciclada de uma solução de carbamato proveniente do dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21), para uma pressão correspondente
5 à pressão operacional da dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16).

15. Instalação integrada (1, 110), de acordo com as reivindicações 12 ou 13, **caracterizada** pelo fato de compreender ainda uma segunda seção de compressão (19)
10 localizada, em comunicação fluida, entre a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) e a dita seção de síntese de uréia sob alta pressão (11), para comprimir uma solução de carbamato concentrada proveniente da dita unidade de condensação (18) da seção de
15 tratamento sob média pressão (16), para uma pressão correspondente à pressão operacional da dita seção de síntese de uréia sob alta pressão (11).

16. Instalação integrada (1, 110), de acordo com quaisquer das reivindicações 12 a 15, **caracterizada** pelo
20 fato de compreender ainda meios de conexão (27) para alimentar dióxido de carbono (C) ao dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21).

17. Instalação integrada (1, 110), de acordo com quaisquer das reivindicações 12 a 16, **caracterizada** pelo
25 fato de que a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) compreende um único condensador (18a).

18. Instalação integrada (1), de acordo com a reivindicação 17, **caracterizada** pelo fato de que o dito
30 único condensador (18a) da seção de tratamento sob média pressão (16) compreende um feixe de tubos convencional, em comunicação fluida, sobre o lado dos tubos, com a solução concentrada de uréia (U) que deixa o dispositivo de decomposição sob baixa pressão (22) da seção de recuperação

de uréia sob baixa pressão (21) e, sobre o lado do casco, com a fase vapor que compreende amônia, dióxido de carbono e água, proveniente do dissociador (17) da seção de tratamento sob média pressão (16), com os *off-gases* 5 provenientes da seção de síntese de melamina (41), assim como, com a porção reciclada da solução aquosa de carbamato proveniente do condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21).

19. Instalação (110), de acordo com quaisquer das 10 reivindicações 12 a 16, **caracterizada** pelo fato de que a dita unidade de condensação (18) da seção de tratamento sob média pressão (16) compreende um primeiro condensador (18b) e um segundo condensador (50) e compreende ainda:

- 15 - meios de conexão (32) entre a dita seção de síntese de melamina (41) e o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16), para alimentar os ditos *off-gases* provenientes da dita seção de síntese de melamina (41) para o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16);
- 20 - meios de conexão (33) entre o dito condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) e o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16), para alimentar uma porção reciclada de uma solução aquosa de carbamato de amônio proveniente do dito 25 condensador (23) da seção de recuperação de uréia (21) para o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16);
- meios de conexão (51) ente o dito primeiro condensador (18b) e o dito segundo condensador (50) da seção de 30 tratamento sob média pressão (16), para alimentar uma solução aquosa de carbamato proveniente do dito primeiro condensador (18b) para o dito segundo condensador (50); e
- meios de conexão entre o dito dissociador (17) e o dito segundo condensador (50) da seção de tratamento sob média

pressão (16), para alimentar uma fase vapor compreendendo amônia, dióxido de carbono e água proveniente do dito dissociador (17) para o dito segundo condensador (50) da seção de tratamento sob média pressão.

5 20. Instalação integrada (110), de acordo com a reivindicação 19, **caracterizada** pelo fato de que o dito primeiro condensador (18b) da seção de tratamento sob média pressão (16) compreende um feixe de tubos convencional, em comunicação fluida, sobre o lado dos tubos, com a solução
10 concentrada de uréia (U) que deixa o dispositivo de decomposição (22) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21) e sobre o lado do casco, com os *off-gases* provenientes da seção de síntese de melamina (41), assim como, com a porção reciclada da solução aquosa de
15 carbamato proveniente do condensador (23) da seção de recuperação de uréia sob baixa pressão (21).

 21. Instalação integrada (1, 110), de acordo com quaisquer das reivindicações 12 a 19, **caracterizada** pelo fato de compreender ainda meios de conexão (39) entre o
20 dito único condensador (18a) ou dito segundo condensador (50) da seção de tratamento sob média pressão (16) e a dita seção de síntese de uréia (11), para alimentar uma solução de carbamato proveniente do dito único condensador (18a) ou dito segundo condensador (50) na dita seção de síntese de
25 uréia (11).

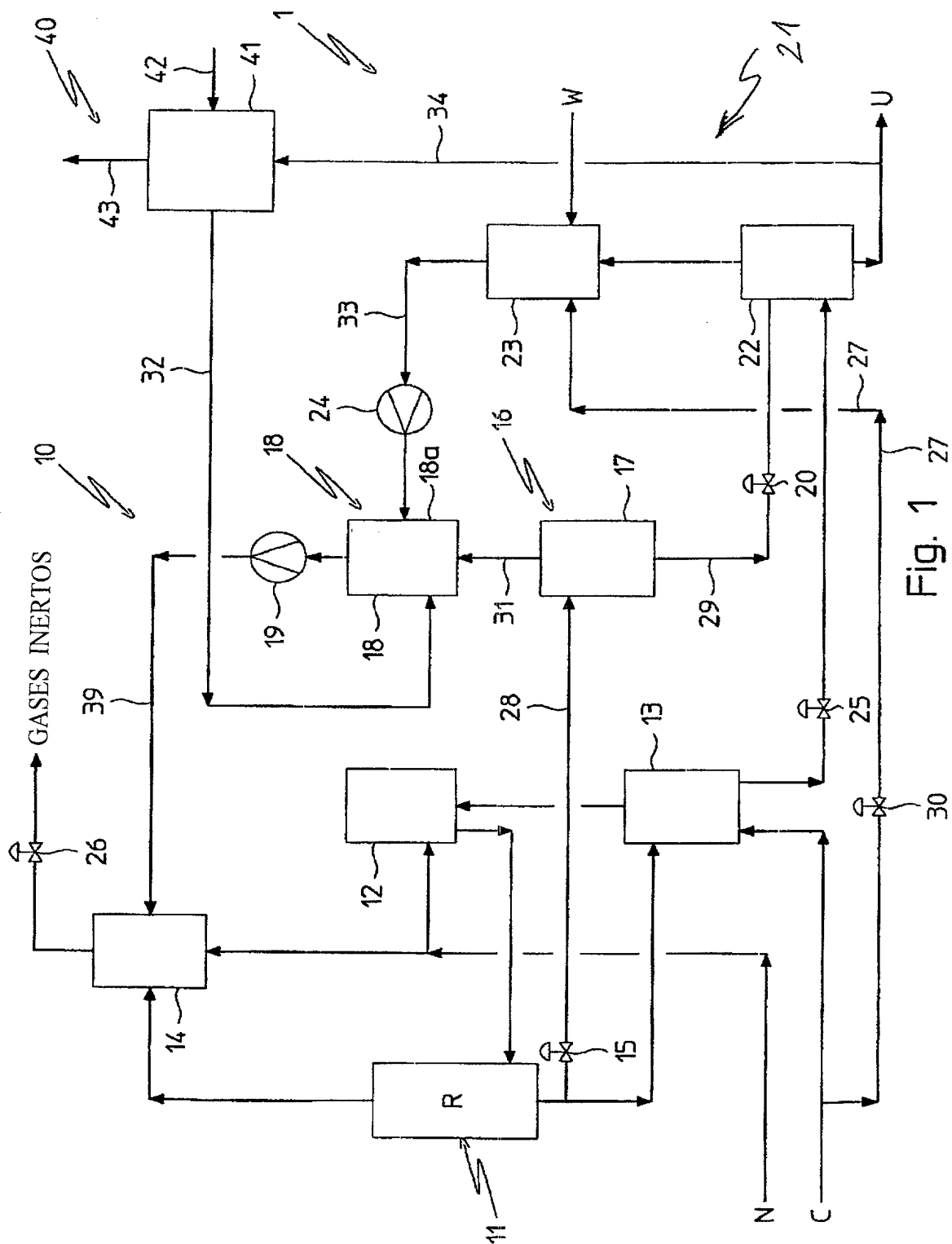


Fig. 1 27

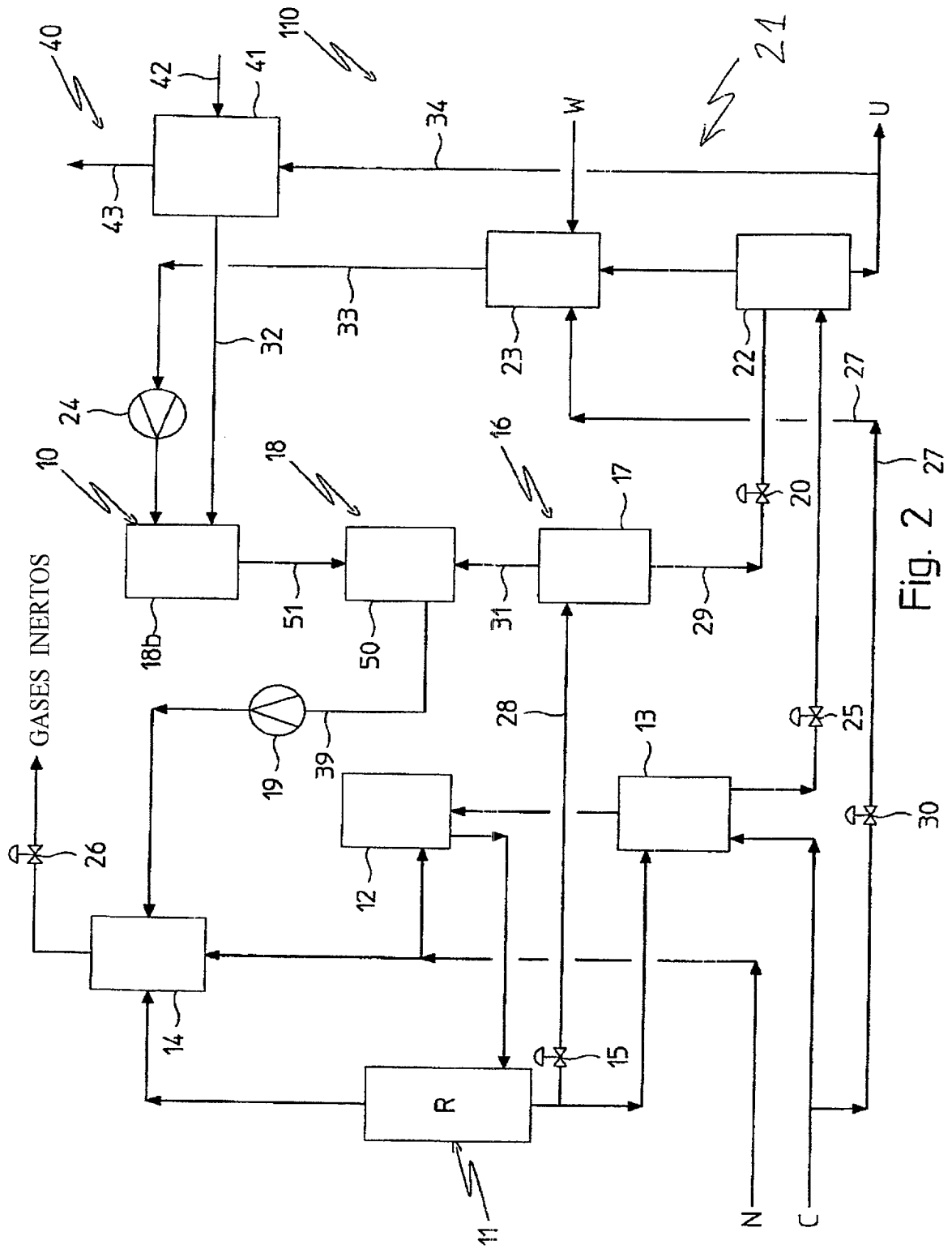


Fig. 2

RESUMO**"PROCESSO INTEGRADO PARA PRODUÇÃO DE URÉIA E MELAMINA"**

5 Em um processo integrado para produção de uréia e melamina, é produzido uréia em uma unidade de produção de uréia (10), compreendendo uma seção de síntese de uréia sob alta pressão (11), a partir da qual é obtida uma solução aquosa compreendendo uréia, carbamato de amônio e amônia e
10 uma seção de recuperação de uréia (21) operando sob baixa pressão, e uréia é produzida em uma unidade de produção de melamina (40), em que os off-gases resultantes como subprodutos da síntese de melamina são descarregados da dita unidade sob uma média pressão e reciclados para a
15 seção de síntese de uréia sob alta pressão (11).