



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

(21) **PI 0613554-4 A2**

(22) Data de Depósito: 12/07/2006
(43) Data da Publicação: 06/11/2012
(RPI 2183)



(51) *Int.Cl.:*
C12P 7/02
C12P 7/40

(54) **Título:** PLANTA DE PRODUÇÃO E MÉTODO PARA CONVERSÃO DE BIOMASSA

(30) **Prioridade Unionista:** 11/07/2006 US 11/456,653, 12/07/2005 US 60/698,751

(73) **Titular(es):** The Texas A & M University System

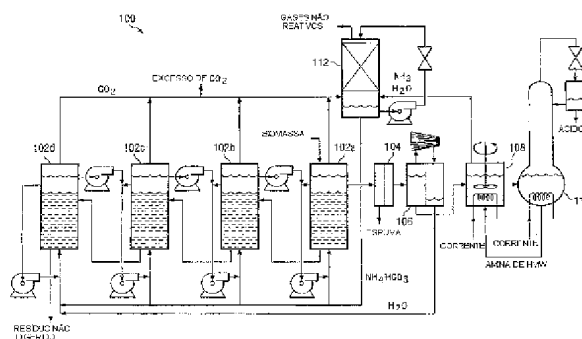
(72) **Inventor(es):** CESAR B. GRANDA, FRANK K. AGBOGBO, MARK T. HOLTZAPPLE, RICHARD R. DAVISON, ZHIHONG (NMI) FU

(74) **Procurador(es):** SOERENSEN GARCIA ADVOGADOS ASSOCIADOS

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2006027466 de 12/07/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/009085de 18/01/2007

(57) **Resumo:** PLANTA DE PRODUÇÃO E MÉTODO PARA CONVERSÃO DE BIOMASSA. De acordo com os ensinamentos da presente invenção são providos uma planta de produção e um método para conversão de biomassa em produtos químicos úteis. Em uma modalidade particular, o método inclui a fermentação da biomassa em um ou mais fermentadores para produzir um caldo de fermentação compreendendo sais de carboxilato de amônio, os fermentadores contendo um tampão de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio. O método inclui ainda a reação dos sais de carboxilato de amônio dos fermentadores com uma amina de elevado peso molecular para produzir o sal de carboxilato de amônio, e o craqueamento térmico do sal de carboxilato de amina para produzir o ácido carboxílico. Ainda em uma outra modalidade, os sais de carboxilato de amônio dos fermentadores podem ser reagidos com um álcool de elevado peso molecular para produzir um éster de elevado peso molecular, que pode ser hidrogenado para produzir álcool.



RELATÓRIO DESCRITIVO

Pedido de Patente de Invenção para: "PLANTA DE PRODUÇÃO E MÉTODO PARA CONVERSÃO DE BIOMASSA".

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção se refere em geral ao processamento da biomassa e, mais especificamente, aos sistemas e métodos para a conversão da biomassa em ácidos carboxílicos e álcoois.

ANTECEDENTES

10 Uma grande quantidade de biomassa, particularmente a biomassa lignocelulósica, fica inutilizada ou ineficazmente usada durante os processos agrários e industriais. A disposição desta biomassa é frequentemente difícil ou onerosa. Consequentemente, os métodos de uso desta biomassa
15 para produzir produtos químicos úteis são muito valiosos. Os ácidos orgânicos são um exemplo de tais produtos químicos úteis. Historicamente, os ácidos orgânicos foram produzidos a partir de fontes de gordura animal ou óleo vegetal ou a partir de fonte de petróleo em sistemas
20 substancialmente não aquosos. Mais recentemente, os ácidos orgânicos foram identificados como entre os produtos mais atrativos para a fabricação da biomassa por fermentação. Os álcoois são também importantes produtos químicos industriais que podem ser produzidos pela fermentação da
25 biomassa. Contudo, não é fácil a extração dos ácidos orgânicos e álcoois do produto de fermentação completa e é

frequentemente ineficaz no uso da energia, água e produtos químicos reagentes.

RESUMO

De acordo com os ensinamentos da presente invenção,
5 são providos um sistema e um método para a conversão da
biomassa em produtos químicos úteis. Em uma modalidade
particular, o método compreende a fermentação da biomassa
em um ou mais fermentadores para produzir um caldo de
fermentação compreendendo o sal de carboxilato de amônio,
10 os fermentadores contendo um tampão selecionado a partir do
grupo consistindo de carbonato de amônio e bicarbonato de
amônio. O método compreende ainda a reação do sal de
carboxilato de amônio com uma amina de elevado peso
molecular para produzir o sal de carboxilato de amina, e o
15 craqueamento térmico do sal de carboxilato de amina para
produzir o ácido carboxílico. Em uma outra modalidade, o
método compreende a reação do sal de carboxilato de amônio
dos fermentadores com uma amina de baixo peso molecular
para produzir um sal de carboxilato de amina de baixo peso
20 molecular, transformando a amina de baixo peso molecular no
sal de carboxilato de amina de baixo peso molecular com uma
amina de alto peso molecular para formar um sal de
carboxilato de amina de alto peso molecular, e o
craqueamento térmico do sal de carboxilato de amina de alto
25 peso molecular para produzir o ácido carboxílico. Ainda em
uma outra modalidade, o método compreende a reação do sal

72

de carboxilato de amônio dos fermentadores com um álcool de alto peso molecular para produzir um éster de alto peso molecular, e a hidrogenação do éster de alto peso molecular para produzir álcool.

5 Uma vantagem técnica das modalidades particulares da presente invenção pode incluir a capacidade para tamponar a reação de fermentação usando carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio. Se a amônia for adicionada diretamente às reações, o pH pode se tornar muito alto e
10 prejudicar os microorganismos utilizados para fermentar a biomassa. O uso do carbonato de amônio ou do bicarbonato de amônio diminui ou elimina este problema. Adicionalmente, o uso de tampões de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio permite para a corrente inferior simplificada o
15 processamento do caldo de fermentação, comparado aos sistemas de tampão com base em cálcio. Tais sistemas de tampão baseados em cálcio pode resultar na fermentação dos sais de cálcio que se juntam nas superfícies dos trocadores de calor e outros equipamentos. Em contraste, os sais de
20 amônio da presente invenção não tendem a se juntar nas superfícies do equipamento.

 Uma outra vantagem técnica das modalidades particulares da presente invenção inclui a capacidade de reduzir ou eliminar o tratamento de sólidos durante o
25 processamento na corrente inferior.

Será compreendido que várias modalidades da presente invenção podem incluir algumas, todas ou nenhuma das vantagens técnicas enumeradas. Além disso, outras vantagens técnicas da presente invenção podem estar prontamente
5 aparentes para o versado na técnica a partir das figuras, descrição, e reivindicações aqui inclusas.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Para uma compreensão mais completa da presente invenção e suas características e vantagens, é feita,
10 agora, uma referencias a descrição a seguir, tomando em conjunção com os desenhos que acompanham, no qual:

A FIGURA 1 ilustra um sistema para a conversão da biomassa em ácido carboxílico de acordo com uma modalidade particular da presente invenção;

15 A FIGURA 2 ilustra o fluxograma de um método de conversão da biomassa em ácido carboxílico usando o sistema mostrado na FIGURA 1;

A FIGURA 3 ilustra um sistema para a conversão da biomassa em ácido carboxílico de acordo com uma modalidade
20 particular da presente invenção;

A FIGURA 4 ilustra o fluxograma de um método de conversão da biomassa em ácido carboxílico usando o sistema mostrado na FIGURA 3;

A FIGURA 5 ilustra um sistema para a conversão da
25 biomassa em álcool de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A FIGURA 6 ilustra o fluxograma de um método de conversão da biomassa em álcool usando o sistema mostrado na FIGURA 5.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES EXEMPLIFICATIVAS

5 De acordo com os ensinamentos da presente invenção, são providos um sistema e método de conversão da biomassa em produtos químicos úteis. Em uma modalidade particular, o método compreende a fermentação da biomassa em um ou mais fermentadores para produzir um caldo de fermentação
10 compreendendo sais de carboxilato de amônio, os fermentadores contendo um tampão de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio. O método compreende ainda a reação de sais de carboxilato de amônio dos fermentadores com uma amina de elevado peso molecular para produzir o sal de
15 carboxilato de amina, e o craqueamento térmico do sal de carboxilato de amina para produzir ácido carboxílico. Em uma outra modalidade, os sais de carboxilato de amônio dos fermentadores podem ser reagidos com uma amina de baixo peso molecular para produzir um sal de carboxilato de amina
20 de baixo peso molecular. A amina de baixo peso molecular em um sal de carboxilato de amina de baixo peso molecular pode ser, assim, transformada com a amina de baixo peso molecular para formar um sal de carboxilato de amina de alto peso molecular para formar um sal de carboxilato de
25 amina de alto peso molecular, que é então craqueado termicamente para produzir o ácido carboxílico. Ainda em

uma outra modalidade, os sais de carboxilato de amônio dos fermentadores podem ser reagidos com um álcool de alto peso molecular para produzir um éster de alto peso molecular, que pode ser hidrogenado para produzir álcool. Em 5 modalidades particulares, o uso de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio como um tampão nos fermentadores permite pelos métodos alternativos de processamento da corrente inferior produzir ácidos carboxílicos, ésteres, e álcoois. Além disso, as modalidades particulares da 10 presente invenção podem permitir por recuperação simplificada dos ácidos carboxílicos e/ou álcoois do caldo de fermentação.

A FIGURA 1 ilustra um sistema de fermentação 100 de acordo com uma modalidade particular da presente invenção. 15 O sistema de fermentação 100 é um sistema de fermentação que pode ser usado para produzir ácidos carboxílicos da biomassa. Em geral, o sistema de fermentação 100 compreende um ou mais fermentadores 102, um sistema de desidratação 106, um reator 108, coluna de destilação 110, e uma coluna 20 empacotada 112. Conforme mostrado na FIGURA 1, o sistema de fermentação 100 compreende quatro fermentadores de contra-corrente 102a-d, embora qualquer número de geometrias de fermentadores e disposições apropriadas possam ser usadas de acordo com os ensinamentos da presente invenção. Estes 25 quatro fermentadores 102a-d compreendem um sistema fermentador de contra-corrente no qual a biomassa pura é

adicionada ao topo do fermentador 102a e a água pura é adicionada ao fundo do fermentador 102d, e a biomassa e a água se movem através dos fermentadores 102 em direções opostas. Por exemplo, os resíduos não digeridos removidos do fundo do fermentador 102a são enviados ao fermentador 102b, os resíduos não digeridos removidos do fundo do fermentador 102b são enviados ao fermentador 102c, os resíduos não digeridos removidos do fundo do fermentador 102c são enviados ao fermentador 102d, e os resíduos não digeridos removidos do fundo do fermentador 102d são removidos do sistema de fermentação e descartados. Por enquanto, o líquido do fermentador 102d é enviado para o fermentador 102c, o líquido do fermentador 102c é vertido no fermentador 102b, o líquido do fermentador 102b é vertido no fermentador 102a, e o caldo de fermentação é colhido por último do fermentador 102a.

Em modalidades particulares, um screw press (não ilustrado) ou outro dispositivo adequado de desidratação pode ser usado para reduzir o teor de líquido nos sólidos que são transferidos entre os vários fermentadores 102. Além disso, cada fermentador 102 pode ser equipado com um loop de circulação para facilitar a distribuição de um inibidor de metano, tal como ácido idofórmico, bromofórmico e bromoetano sulfônico, e/ou um tampão, tal como bicarbonato de amônio ou carbonato de amônio, através da massa sólida. Em modalidades particulares, a adição do

inibidor de metano pode ser opcional, como o íon amônio já é um inibidor muito eficiente dos metanógenos.

Dentro dos fermentadores 102, uma cultura mista de microorganismos acidificantes facilita a fermentação da biomassa. Embora uma variedade de microorganismos adequados possa ser usada de acordo com os ensinamentos da presente invenção, as modalidades particulares utilizam os microorganismos adaptados aos meios hipersódicos, tal como inóculo de ambientes marinhos ou lagos salgados. Outras modalidades podem utilizar os microorganismos naturais de sólo ou do rúmen de gado. Estes microorganismos podem sobreviver em uma faixa de pH bastante ampla (por exemplo, de 5,0 a 8,0); contudo, em modalidades particulares a fermentação é mais eficaz quando o pH é próximo da neutralidade (ou seja, 6,5 a 7,5). Conformemente, a temperatura e o pH dentro dos fermentadores 102 podem ser controlados em qualquer maneira adequada. Por exemplo, em modalidades particulares as temperaturas dentro dos fermentadores 102 podem ser controladas regulando a temperatura do líquido de circulação. O pH dentro dos fermentadores 102 pode ser regulado pela taxa de adição do tampão. Em modalidades particulares da presente invenção, este tampão pode compreender o carbonato de amônio ou o bicarbonato de amônia.

O caldo de fermentação colhido do fermentador 102 é ainda processado na corrente inferior. Em modalidades

particulares, este caldo de fermentação pode incluir espuma que é indesejável nas etapas de processamento da corrente inferior. Dessa forma, as modalidades particulares podem empregar uma variedade de métodos para remover esta espuma.

5 Por exemplo, em modalidades particulares, o caldo de fermentação pode ser bombeado através de um ultrafiltro 104 que possui um peso molecular de corte que permite que os sais de amônio de ácido carboxílico passem, mas que retenha a espuma. Nas outras modalidades, um coagulante ou
10 floculante, tais como aqueles empregados para clarificar caldo de cana, pode ser adicionado ao caldo de fermentação para induzir um precipitado que pode ser removido por filtração.

Indiferente do método (se qualquer) de remoção do
15 resíduo do caldo de fermentação, o caldo de fermentação do fermentador 102 é passado a um sistema de desidratação 106, que remove a água do caldo para formar uma solução quase saturada (ou seja, aproximadamente 50%) de sais de carboxilato de amônio. Embora uma variedade de sistemas de
20 desidratação possa ser usada de acordo com os ensinamentos da presente invenção, a FIGURA 1 ilustra o sistema de desidratação 106 como um sistema de compressão de vapor. Neste sistema 106, os vapores da solução de sal concentrada são comprimidos, permitindo que eles condensem em um
25 trocador de calor. O calor da condensação no condensador, sucessivamente, fornece o calor da evaporação na caldeira.

Nesta forma, o calor é reciclado no sistema. Apenas uma pequena quantidade de trabalho de veio (do inglês *shaft work*) provido para o compressor é necessária para dirigir o sistema.

5 Os sais de carboxilato de amônio concentrado do sistema de desidratação 106 são vertidos em um reator 108 aquecido bem misturado onde uma amina de elevado peso molecular ("HMW") é adicionada à solução para reagir para formar sais de carboxilato de amina de HMW. Em modalidades
10 particulares, as aminas HMW adicionadas compreendem tri-octil amina. Em outras modalidades, trietanolamina pode ser reagida com ácido carboxílico de HMW para preparar o éster correspondente. Em modalidades particulares um surfactante pode ser também adicionado para facilitar o contato entre a
15 fase amina e a fase aquosa.

O reator de aquecimento 108 expelle a água e a amônia da solução, a água e a amônia sendo deslocadas pela amina de HMW para formar o sal de carboxilato de amina de HMW. Esta amônia e água do reator 108 são enviadas para uma
20 coluna empacotada 112 onde reagem com dióxido de carbono dos fermentadores 102 para formar bicarbonato de amônio ou carbonato de amônio, dependendo do pH mantido com a coluna. O bicarbonato de amônio ou o carbonato de amônio podem então ser usados como o tampão nos fermentadores 102. Em
25 modalidades particulares, este bicarbonato de amônio ou carbonato de amônio pode ser concentrado antes de ser

enviado aos fermentadores 102 para auxiliar a reduzir a carga de água enviada aos fermentadores.

Os sais de carboxilato de amina de HMW do reator 108 são enviados para uma coluna de destilação reativa 110 onde
5 eles são craqueados termicamente para produzir ácidos carboxílicos, que saem do topo da coluna 110, e as aminas de HMW, que saem do fundo da coluna 110 e são recicladas no reator 108. Em 1 atm, as temperaturas típicas de craqueamento são de cerca de 150 °C a cerca de 200 °C,
10 dependendo do peso molecular do ácido carboxílico. Quanto mais elevado o peso molecular do ácido, a mais elevada a temperatura requerida para o craqueamento térmico ocorrer. Os ácidos carboxílicos que saem da coluna 110 podem então ser coletados.

15 Uma melhor compreensão do processo empregado pelo sistema de fermentação 100 pode ser obtida fazendo referência à FIGURA 2, que ilustra um fluxograma 200 de um método de produção de ácidos carboxílicos a partir da biomassa utilizando o mesmo equipamento conforme
20 apresentado na FIGURA 1. O fluxograma 200 começa na etapa 202. Na etapa 204, a biomassa é fermentada para produzir dióxido de carbono e um caldo de fermentação compreendendo sais de carboxilato de amônio. Em geral, este é realizado usando uma pluralidade de fermentadores de contra-corrente
25 utilizando um tampão de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônia. O caldo de fermentação produzido pela

8/

pluralidade de fermentadores é então removido na etapa 206. Em modalidades particulares da presente invenção, este pode ser executado usando um ultrafiltro que filtra a espuma ou um coagulante ou floculante que causa a espuma para formar
5 um precipitado que pode ser filtrado.

Na etapa 208, o caldo de fermentação sem espuma é concentrado usando um sistema de desidratação, tal como um sistema de compressão de vapor. Este sistema de desidratação concentra o caldo de fermentação em uma
10 solução quase saturada (ou seja, aproximadamente 50%) de sais de carboxilato de amônio. Esta solução quase saturada de sais de carboxilato de amônio é reagida com uma amina de HMW em um reator aquecido bem misturado para produzir os
15 saís de carboxilato de amina na etapa 210. Como parte deste processo, água e amônia são também produzidas. Na etapa 214, esta água e amônia são reagidas com dióxido de carbono emitido pela pluralidade de fermentadores para produzir carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio que
20 pode ser usado para tamponar a reação de fermentação dentro da pluralidade de fermentadores de contra-corrente.

Os saís de carboxilato de amina produzidos na etapa 210 são craqueados termicamente em uma coluna de destilação reativa para produzir ácido carboxílico e amina de HMW na etapa 212. A amina de HMW sai do fundo da coluna e pode ser
25 usada para reagir com os saís de carboxilato de amônio na etapa 210. O ácido carboxílico, por outro lado, sai do topo

82

da coluna e pode ser coletado. Na etapa 216, o fluxograma 200 termina.

A FIGURA 3 ilustra um sistema de fermentação 300 de acordo com uma outra modalidade da presente invenção. Similar ao sistema de fermentação 100 (FIGURA 1), o sistema de fermentação 300 pode ser usado para produzir ácidos carboxílicos da biomassa. Contudo, diferentemente do sistema de fermentação 100, que apenas utiliza amina de HMW, o sistema de fermentação 300 utiliza também uma amina de baixo peso molecular ("LMW"), tal como trietilamina, metil dietil amina, dimetil etanol amina, ou etanolamina, para produzir ácidos carboxílicos.

Em geral, o sistema de fermentação 300 compreende um ou mais fermentadores 302, um sistema de desidratação 306, colunas de destilação 308, 310, e 312, e uma coluna empacotada 314. Apesar de qualquer número de geometrias adequadas de fermentadores e disposições poderem ser usadas de acordo com os ensinamentos da presente invenção, a FIGURA 3 ilustra o sistema de fermentação 300 compreendendo quatro fermentadores de contra-corrente 302a-d nos quais a biomassa pura é adicionada ao topo do fermentador 320a e a água pura é adicionada ao fundo do fermentador 302d. Estes fermentadores 302 operam similarmente aos fermentadores 102 descritos acima em relação à FIGURA 1.

O caldo de fermentação coletado do fermentador 302a é enviado para o processamento da corrente inferior. Em

modalidades particulares, esse caldo de fermentação pode também incluir espuma, que é indesejável nas etapas de processamento da corrente inferior. Em modalidades particulares, esta espuma pode ser removida usando qualquer

5 método adequado. Por exemplo, em modalidades particulares, o caldo de fermentação pode ser bombeado através de um ultrafiltro 304 possuindo um peso molecular de corte que permite que os sais de carboxilato de amônio passem, mas retém a espuma. Em outras modalidades, um coagulante ou

10 floculante, tais como aqueles empregados para clarificar caldo de cana extraído da cana-de-açúcar, podem ser adicionados ao caldo de fermentação para induzir um precipitado a formar aquilo que é removido pela filtração adequada.

15 Indiferente do método (se qualquer) de remoção de resíduo, o caldo de fermentação dos fermentadores 302 é passado para um sistema de desidratação 306, que remove a água do caldo para formar uma solução quase saturada (ou seja, cerca de 50%) de sais de carboxilato de amônio.

20 Embora uma variedade de sistemas de desidratação possa ser usada de acordo com os ensinamentos da presente invenção, a FIGURA 3 ilustra o sistema de desidratação 306 como um sistema de compressão de vapor. Este sistema de compressão de vapor trabalha de forma semelhante ao sistema de

25 desidratação 106 discutido acima em relação à FIGURA 1.

Sc

Os sais de carboxilato de amônio concentrado a partir do sistema de desidratação 306 são enviados para a coluna de destilação 308, onde a amina de LMW é adicionada para produzir os sais de carboxilato de amina de LMW, removendo a água e a amônia no processo. Em modalidades particulares, a amina de LMW adicionada pode compreender trietilamina, metil dietil amina, dimetil etanol amina, etanolamina, ou qualquer outra amina de LMW adequada. Em modalidades particulares, a amina de LMW é uma amina solúvel em água que possui um ponto de ebulição padrão acima de cerca de 100 °C de modo que a amina seja menos volátil que a água. Além disso, em modalidades particulares, o LMW pode ser uma amina terciária, que auxilia a evitar a possível formação de amida. Indiferente da amina de LMW selecionada, o topo da coluna 308 possui um condensador parcial que envia o refluxo (primariamente água) de volta na coluna para impedir a perda de vapores de amina de LMW. A amônia e a água não enviadas de volta à coluna 308 são enviadas para a coluna empacotada 314 onde elas reagem com o dióxido de carbono dos fermentadores 302 para formar bicarbonato de amônio ou carbonato de amônio, dependendo do pH mantido com a coluna, que pode ser usada como um tampão nos fermentadores 302. Em modalidades particulares, este bicarbonato de amônio ou carbonato de amônio pode ser concentrado antes de ser enviado aos fermentadores 302 para

fs

auxiliar a reduzir a carga de água enviada aos fermentadores.

Os fundos da coluna de destilação 308 são enviados para a coluna de destilação 310, onde a amina de LMW no sal de carboxilato de amina de LMW é transformada com uma amina de LMW para produzir sais de carboxilato de amina de LMW e amina de LMW. A amina de LMW sai do topo da coluna 310 e é reciclada para a coluna 308. Em modalidades particulares da presente invenção, para impedir o craqueamento térmico ou a formação de amida, a coluna 308 pode ser operada a vácuo para reduzir a temperatura dentro da coluna. Os sais de carboxilato de amina de HMW saem do fundo da segunda coluna e entram na coluna de destilação reativa 312.

Dentro da coluna de destilação reativa 312, os sais de carboxilato de amina de LMW são craqueados termicamente para produzir ácidos carboxílicos, que saem do topo da coluna, e amina de HMW, que sai do fundo da coluna e é reciclada na coluna de destilação 310. A 1 atm, as temperaturas típicas de craqueamento são de cerca de 150 °C a cerca de 200 °C, dependendo do peso molecular do ácido carboxílico. Quanto mais elevado o peso molecular do ácido, mais alta a temperatura requerida para o craqueamento térmico ocorrer.

Uma melhor compreensão do processo empregado pelo sistema de fermentação 300 pode ser tida fazendo referência à FIGURA 4, que ilustra um fluxograma 400 de um método de

produção de ácidos carboxílicos a partir da biomassa utilizando o mesmo equipamento conforme apresentado na FIGURA 3. O fluxograma 400 começa na etapa 402. Na etapa 404, a biomassa é fermentada para produzir dióxido de carbono e um caldo de fermentação compreendendo sais de carboxilato de amônio. Em geral, este é realizado usando uma pluralidade de fermentadores de contra-corrente utilizando um tampão de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônia. O caldo de fermentação produzido pela pluralidade de fermentadores é assim removido na etapa 406. Em modalidades particulares da presente invenção, este pode ser executado usando um ultrafiltro que filtra a espuma ou um coagulante ou floculante que faz com que a espuma forme um precipitado que pode ser filtrado.

Na etapa 408, o caldo de fermentação sem espuma é concentrado usando um sistema de desidratação, tal como um sistema de compressão de vapor. Este sistema de desidratação concentra o caldo de fermentação em uma solução quase saturada (ou seja, aproximadamente 50%) de sais de carboxilato de amônio. Esta solução quase saturada de sais de carboxilato de amônio é reagida com uma amina de LMW para produzir os sais de carboxilato de amina de LMW na etapa 410. Como parte deste processo, a água e a amônia são também removidas. Esta água e amônia podem ser reagidas com dióxido de carbono dos fermentadores na etapa 416 para produzir carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio que

pode ser usado para tamponar a reação de fermentação dentro dos fermentadores.

A amina de LMW nos sais de carboxilato de amina de LMW da etapa 410 é transformado com a amina de HMW na etapa 412 para produzir sais de carboxilato de amina de HMW e amina de LMW. Esta amina de LMW pode então ser usada para produzir mais sais de carboxilato de amina de LMW na etapa 410. Os sais de carboxilato de amina de HMW são craqueados termicamente em uma coluna de destilação reativa para produzir ácido carboxílico e amina de HMW. A amina de HMW sai do fundo da coluna e pode ser usada para reagir com os sais de amina de LMW na etapa 412. O ácido carboxílico sai do topo da coluna de destilação e pode ser coletado. Na etapa 418, o fluxograma 400 termina.

Diferentemente dos sistemas 100 (FIGURA 1) e 300 (FIGURA 3), que convertem a biomassa em ácidos carboxílicos, outras modalidades da presente invenção podem ser utilizadas para converter a biomassa em álcoois. A FIGURA 5 ilustra um sistema de fermentação 500 de acordo com uma modalidade. Como apresentado na FIGURA 5, o sistema de fermentação 500 compreende um ou mais fermentadores 502, um sistema de desidratação, colunas de destilação 508 e 512, um reator de hidrogenação 510, e uma coluna empacotada 514.

Embora qualquer número de geometrias adequadas de fermentador e disposições possam ser usadas com os

ensinamentos da presente invenção, a FIGURA 5 ilustra o sistema de fermentação 500 compreendendo quatro fermentadores 502a-d no qual a biomassa pura é adicionada ao topo do fermentador 502a e a água pura é adicionada ao fundo do fermentador 502d. O caldo de fermentação é coletado por último do fermentador 502a. Estes fermentadores 502 operam similarmente aos fermentadores 102 e 302 discutidos acima em relação às FIGURAS 1 e 3, respectivamente.

10 O caldo de fermentação coletado do fermentador 502a é enviado para o processamento da corrente inferior. Em modalidades particulares, este caldo de fermentação pode incluir também espuma que é indesejável nas etapas de processamento da corrente inferior. Em modalidades
15 particulares esta espuma pode ser removida usando quaisquer métodos adequados. Por exemplo, em modalidades particulares, o caldo de fermentação pode ser bombeado através de um ultrafiltro 504 que possui um peso molecular de corte que permite que os sais de amônio de ácido
20 carboxílico passem, mas retém a espuma. Em outras modalidades, um coagulante ou floculante, tais como aqueles empregados para clarificar o caldo de cana extraído da cana-de-açúcar, pode ser adicionado ao caldo de fermentação para induzir uma precipitação que forma aquilo que pode ser
25 removido pela filtração.

Ag

O caldo de fermentação sem espuma dos fermentadores 502 é passado para um sistema de desidratação 506, que remove a água do caldo para formar uma solução quase saturada (ou seja, cerca de 50%) de sais de carboxilato de amônio. Embora uma variedade de sistemas de desidratação possa ser usada de acordo com os ensinamentos da presente invenção a FIGURA 5 ilustra o sistema de desidratação 506 como um sistema de compressão de vapor que trabalha de forma semelhante aos sistemas de compressão de vapor discutidos acima em relação às FIGURAS 1 e 3.

Os sais de carboxilato de amônio concentrado do sistema de desidratação 506 são enviados a uma coluna de destilação reativa 508 onde eles são misturados com um álcool de HMW que possui quatro ou mais carbonos. Na coluna de destilação reativa 508, os sais de carboxilato de amônio reagem com o álcool para formar um éster de HMW, que fica no fundo da coluna. Tipicamente, esta reação é operada sob condições alcalinas. O refluxo ajuda a reduzir a perda de álcool de HMW e éster de HMW do topo da coluna. A água e a amônia que saem do topo da coluna 508 são enviadas a uma coluna empacotada 514, onde são reagidas com dióxido de carbono dos fermentadores 502 para formar bicarbonato de amônio ou carbonato de amônio, dependendo do pH mantido na coluna, que pode ser usado para tamponar as soluções nos fermentadores 502. Os ésteres de HMW saem do fundo da coluna de destilação reativa 508 e são enviados para um

reator de hidrogenação 510 onde são convertidos em álcoois de LMW e HMW. Para promover a hidrogenação, modalidades particulares da presente invenção podem empregar um catalisador adequado, tal como níquel de Raney, platina, ou paládio. Estes álcoois são enviados para a coluna de destilação 512, onde são separados. Os álcoois de LMW saem da coluna de destilação 512 onde podem ser coletados, enquanto os álcoois de HMW saem do fundo da coluna 512 e são reciclados na coluna de destilação reativa 508.

Uma melhor compreensão do processo empregado pelo sistema de fermentação 500 pode ser obtida fazendo referência à FIGURA 6, que ilustra um fluxograma 600 de um método de produção de ácido carboxílico a partir da biomassa utilizando o equipamento apresentado na FIGURA 5.

O fluxograma 600 começa na etapa 602. Na etapa 604, a biomassa é fermentada para produzir dióxido de carbono e um caldo de fermentação compreendendo sais de carboxilato de amônio. Em geral, este é executado usando uma pluralidade de fermentadores de contra-corrente utilizando um tampão de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônia. O caldo de fermentação produzido pela pluralidade de fermentadores é então removido de espuma na etapa 606. Em modalidades particulares da presente invenção, este pode ser executado usando um ultrafiltro que filtra a espuma ou um coagulante ou floculante que induz a espuma a formar um precipitado que pode ser filtrado.

Na etapa 608, o caldo de fermentação sem espuma é concentrado usando um sistema de desidratação, tal como um sistema de compressão de vapor. Este sistema de desidratação concentra o caldo de fermentação em uma
5 solução quase saturada (ou seja, aproximadamente 50%) de sais de carboxilato de amônio. Esta solução quase saturada de sais de carboxilato de amônio é reagida com álcoois de HMW para produzir ésteres de HMW na etapa 610. Como parte deste processo, a água e a amônia são removidas também.
10 Esta água e amônia podem ser reagidas com o dióxido de carbono dos fermentadores na etapa 616 para produzir carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio que pode ser usado para tamponar as reações de fermentação dentro dos fermentadores.
15 Os álcoois de HMW da etapa 610 são hidrogenados na etapa 612 para produzir álcool de HMW e álcool de LMW. Estes álcoois são assim separados na coluna de destilação na etapa 614. O álcool de HMW sai do fundo da coluna e pode ser usado para reagir com os sais de carboxilato de amônio
20 na etapa 610. Os álcoois de LMW saem do topo da coluna e podem ser coletados. Na etapa 618, o fluxograma 600 termina.

Tamponando a reação de fermentação usando carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio, modalidades
25 particulares são capazes de oferecer benefícios significativos nos outros sistemas. Por exemplo, se a

amônia for adicionada diretamente aos fermentadores, o pH dentro dos fermentadores poderia se tornar muito alto e prejudicar os microorganismos usados para fermentar a biomassa. Adicionalmente, o uso de tampões de carbonato de amônio ou bicarbonato de amônio permite o processamento simplificado para a corrente inferior do caldo de fermentação, comparado com os sistemas de tampão baseados em cálcio onde os sais de cálcio podem se juntar nas superfícies dos trocadores de calor e outros equipamentos.

10 Embora as modalidades particulares do método e aparelhos da presente invenção foram ilustradas nos desenhos anexos e descritas na descrição detalhada precedente, será compreendido que a invenção não é limitada às modalidades reveladas, mas é suscetível de numerosos
15 rearranjos, modificações, e substituições sem sair do espírito da invenção conforme estabelecido adiante e definido pelas reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de conversão da biomassa a ácido carboxílico compreendendo:

5 A fermentação da biomassa em um ou mais fermentadores para produzir um caldo de fermentação compreendendo sal de carboxilato de amônio;

A reação do sal de carboxilato de amônio com uma amina de elevado peso molecular para produzir o sal de carboxilato de amina; e

10 O craqueamento térmico do sal de carboxilato de amina para produzir o ácido carboxílico;

caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um tampão selecionado a partir de um grupo consistindo de carbonato de amônio e bicarbonato de amônio.

15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de um ou mais fermentadores compreenderem uma pluralidade de fermentadores de contracorrente.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, 20 caracterizado pelo fato de compreender ainda a produção de tampão pela reação do dióxido de carbono com água e amônia liberadas durante a reação do sal de carboxilato de amônio com amina de elevado peso molecular.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, 25 caracterizado pelo fato de compreender ainda a concentração do caldo de fermentação para concentrar o sal de

carboxilato de amônio antes da reação do sal de carboxilato de amônio com a amina de elevado peso molecular.

5 5. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** compreender ainda a remoção de resíduo do caldo de fermentação.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** os fermentadores conterem uma cultura mista de microorganismos acidificantes.

10 7. Método de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** os microorganismos serem adaptados aos meios hipersódicos.

8. Método de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** os microorganismos serem naturais do inóculo.

15 9. Método de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** os microorganismos serem naturais do solo ou do rúmen de gado.

20 10. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** os fermentadores serem mantidos em um pH entre cerca de 6,5 e cerca de 7,5.

11. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** os fermentadores conterem um inibidor de metano.

25 12. Método de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de** o inibidor de metano ser ácido iodofórmico, bromofórmico, ou bromoetano sulfônico.

13. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a amina de elevado peso molecular compreender tri-octil amina ou trietanolamina.

14. Sistema para conversão da biomassa a ácido carboxílico, compreendendo:

um ou mais fermentadores operáveis para produzir um caldo de fermentação compreendendo sal de carboxilato de amônio da biomassa;

um reator operável para reagir o sal de carboxilato de amônio com uma amina de elevado peso molecular para produzir sal de carboxilato de amina; e

uma coluna de destilação reativa operável para craquear termicamente o sal de carboxilato de amina para produzir ácido carboxílico;

15 caracterizado pelo fato de conter um tampão selecionado a partir de um grupo consistindo de carbonato de amônio e bicarbonato de amônio.

15. Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de um ou mais fermentadores compreenderem uma pluralidade de fermentadores de contracorrente.

16. Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de compreender ainda um sistema de desidratação operável para concentrar o sal de carboxilato de amônio antes da reação do sal de carboxilato de amônio com a amina de elevado peso molecular.

17. Sistema de acordo com a reivindicação 14,
caracterizado pelo fato de compreender ainda uma coluna
 empacotada operável para reagir o dióxido de carbono com a
 água ou a amônia liberadas no reator para produzir o
 5 tampão.

18. Sistema de acordo com a reivindicação 14,
caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem uma
 cultura mista de microorganismos acidificantes.

19. Sistema de acordo com a reivindicação 14,
 10 **caracterizado pelo fato de** os microorganismos serem
 adaptados aos meios hipersódicos.

20. Sistema de acordo com a reivindicação 14,
caracterizado pelo fato de microorganismos serem naturais
 do inóculo.

15 21. Sistema de acordo com a reivindicação 14,
caracterizado pelo fato de os microorganismos serem
 naturais do solo ou do rúmen de gado.

22. Sistema de acordo com a reivindicação 14,
caracterizado pelo fato de compreender ainda um sistema de
 20 remoção de resíduo operável para remover o caldo da
 fermentação produzido pelos fermentadores.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 14,
caracterizado pelo fato de os fermentadores serem mantidos
 a um pH entre cerca de 6,5 e cerca de 7,5.

9+

24. Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um inibidor de metano.

25. Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o inibidor de metano ser ácido iodofórmico, bromofórmico ou bromoetano sulfônico.

26. Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de a amina de elevado peso molecular compreender tri-octil amina e trietanolamina.

27. Método de conversão da biomassa a ácido carboxílico, compreendendo:

fermentação da biomassa em um ou mais fermentadores para produzir um caldo de fermentação compreendendo sal de carboxilato de amônio;

reação do sal de carboxilato de amônio com uma amina de baixo peso molecular para produzir um sal de carboxilato de amina de baixo peso molecular;

transformação da amina de baixo peso molecular no sal de carboxilato de amina com uma amina de elevado peso molecular para formar um sal de carboxilato de amina de elevado peso molecular; e

craqueamento térmico do sal de carboxilato de amina de elevado peso molecular para produzir o ácido carboxílico;

caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um tampão selecionado a partir do grupo consistindo de carbonato de amônio e bicarbonato de amônio.

28. Método de acordo com a reivindicação 27,
5 caracterizado pelo fato de um ou mais fermentadores compreenderem uma pluralidade de fermentadores de contracorrente.

29. Método de acordo com a reivindicação 27,
|| caracterizado pelo fato de compreender ainda a produção de
10 um tampão através da reação do dióxido de carbono com a água e a amônia liberadas durante a reação do sal de carboxilato de amônio com a amina de baixo peso molecular.

30. Método de acordo com a reivindicação 27,
caracterizado pelo fato de compreender ainda a concentração
15 do caldo de fermentação para concentrar o sal de carboxilato de amônio antes da reação do sal de carboxilato de amônio com amina de baixo peso molecular.

31. Método de acordo com a reivindicação 27,
caracterizado pelo fato de compreender ainda a remoção do
20 resíduo do caldo de fermentação.

32. Método de acordo com a reivindicação 27,
caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem uma cultura mista de microorganismos acidificantes.

33. Método de acordo com a reivindicação 27,
25 caracterizado pelo fato de os microorganismos serem adaptados aos meios hipersódicos.

34. Método de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de os microorganismos serem naturais do inóculo.

35. Método de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de os microorganismos serem naturais do solo ou do rúmen de gado.

36. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender ainda a manutenção dos fermentadores em um pH entre cerca de 6,5 e cerca de 7,5.

37. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um inibidor de metano.

38. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de o inibidor de metano ser ácido iodofórmico, bromofórmico, ou bromoetano sulfônico.

39. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a amina de elevado peso molecular compreender tri-octil amina ou trietanolamina.

40. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a amina de baixo peso molecular ser uma amina terciária.

41. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a amina de baixo peso molecular ser solúvel em água.

42. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a amina de baixo peso molecular possuir um ponto de fusão padrão acima de cerca de 100 °C.

43. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a amina de baixo peso molecular ser trietilamina, metil dietil amina, dimetil etanol amina, ou etanolamina.

44. Sistema para conversão da biomassa a ácido carboxílico, compreendendo:

10 um ou mais fermentadores operáveis para produzir um caldo de fermentação compreendendo sal de carboxilato de amônio da biomassa;

 uma coluna de destilação operável para reagir o sal de carboxilato de amônio com uma amina de baixo peso molecular para produzir um sal de carboxilato de amônio de 15 baixo peso molecular;

 uma coluna de destilação operável para transformar a amina de baixo peso molecular no sal de carboxilato de amina de baixo peso molecular com uma amina 20 de baixo peso molecular para produzir um sal de carboxilato de amina de elevado peso molecular; e

 uma coluna de destilação reativa operável para craquear termicamente o sal de carboxilato de amina de elevado peso molecular para produzir ácido carboxílico;

caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um tampão selecionado a partir do grupo consistindo de carbonato de amônio e bicarbonato de amônio.

45. Sistema de acordo com a reivindicação 44,
5 caracterizado pelo fato de um ou mais fermentadores compreenderem uma pluralidade de fermentadores de contracorrente.

46. Sistema de acordo com a reivindicação 44,
caracterizado pelo fato de compreender ainda o sistema de
10 remoção de resíduo operável para remover o caldo de fermentação produzido pelos fermentadores.

47. Sistema de acordo com a reivindicação 44,
caracterizado pelo fato de compreender ainda um sistema de desidratação operável para concentrar o sal de carboxilato
15 de amônio antes de reagir o sal de carboxilato de amônio com a amina de baixo peso molecular.

48. Sistema de acordo com a reivindicação 44,
caracterizado pelo fato de compreender ainda uma coluna empacotada operável para reagir o dióxido de carbono com a
20 água ou a amônia liberadas no reator para produzir o tampão.

49. Sistema de acordo com a reivindicação 44,
caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem uma cultura mista de microorganismos acidificantes.

50. Sistema de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de os microorganismos serem adaptados aos meios hipersódicos.

51. Sistema de acordo com a reivindicação 44,
5 caracterizado pelo fato de os micoorganismos serem naturais do inóculo.

52. Sistema de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de os microorganismos serem naturais do solo ou rúmen de gado.

10 53. Sistema de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de os fermentadores serem mantidos em um pH entre cerca de 6,5 e cerca de 7,5.

54. Sistema de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um
15 inibidor de metano.

55. Sistema de acordo com a reivindicação 54, caracterizado pelo fato de o inibidor de metano ser ácido iodofórmico, bromofórmico, ou bromoetano sulfônico.

56. Sistema de acordo com a reivindicação 44,
20 caracterizado pelo fato de a amina de elevado peso molecular compreender tri-octil amina ou trietanolamina.

57. Sistema de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de a amina de baixo peso molecular ser uma amina terciária.

58. Sistema de acordo com a reivindicação 44, **caracterizado pelo fato de** a amina de baixo peso molecular ser solúvel em água.

59. Sistema de acordo com a reivindicação 44, **caracterizado pelo fato de** a amina de baixo peso molecular possuir um ponto de fusão padrão acima de cerca de 100 °C.

60. Sistema de acordo com a reivindicação 44, **caracterizado pelo fato de** a amina de baixo peso molecular ser trietilamina, metil dietil amina, dimetil etanol amina, ou etanol amina.

61. Método de conversão de biomassa a álcool, compreendendo:

fermentação da biomassa em um ou mais fermentadores para produzir um caldo de fermentação compreendendo o sal de carboxilato de amônio;

reação do sal de carboxilato de amônio com um álcool de elevado peso molecular para produzir um éster de elevado peso molecular; e

hidrogenação do éster de elevado peso molecular para produzir álcool;

caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um tampão selecionado a partir do grupo consistindo de carbonato de amônio e bicarbonato de amônio.

62. Método de acordo com a reivindicação 61, **caracterizado pelo fato de** um ou mais fermentadores

compreenderem uma pluralidade de fermentadores de contracorrente.

63. Método de acordo com a reivindicação 61, **caracterizado pelo fato de** compreender ainda a separação do
5 álcool em álcool de baixo peso molecular e álcool de elevado peso molecular.

64. Método de acordo com a reivindicação 62, **caracterizado pelo fato de** o álcool de elevado peso molecular compreender pelo menos quatro carbonos.

10 65. Método de acordo com a reivindicação 61, **caracterizado pelo fato de** os fermentadores conterem uma cultura mista de microorganismos acidificantes.

66. Método de acordo com a reivindicação 65, **caracterizado pelo fato de** os microorganismos serem
15 adaptados aos meios hipersódicos.

67. Método de acordo com a reivindicação 65, **caracterizado pelo fato de** os microorganismos serem naturais do inóculo.

68. Método de acordo com a reivindicação 65, **caracterizado pelo fato de** os microorganismos serem
20 naturais do solo ou do rúmen de gado.

69. Método de acordo com a reivindicação 61, **caracterizado pelo fato de** compreender ainda a produção de tampão através da reação de dióxido de carbono com a água
25 ou a amônia liberadas durante a reação do sal de

carboxilato de amônio com o álcool de elevado peso molecular.

70. Método de acordo com a reivindicação 61, caracterizado pelo fato de compreender ainda a concentração do caldo de fermentação para concentrar o sal de carboxilato de amônio antes de reagir o sal de carboxilato de amônio com o álcool de elevado peso molecular.

71. Método de acordo com a reivindicação 61, caracterizado pelo fato de compreender ainda a remoção do resíduo do caldo de fermentação.

72. Método de acordo com a reivindicação 61, caracterizado pelo fato de compreender ainda a manutenção dos fermentadores em um pH entre cerca de 6,5 e cerca de 7,5.

73. Método de acordo com a reivindicação 61, caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um inibidor de metano.

74. Método de acordo com a reivindicação 73, caracterizado pelo fato de o inibidor de metano ser ácido iodofórmico, bromofórmico, ou bromoetano sulfônico.

75. Método de acordo com a reivindicação 61, caracterizado pelo fato de a hidrogenação do éster de elevado peso molecular para produzir álcool compreender a utilização de um catalisador.

76. Método de acordo com a reivindicação 75, **caracterizado pelo fato de** o catalisador ser níquel de Raney, platina, ou paládio.

77. Sistema para conversão de biomassa a álcool,
5 compreendendo:

um ou mais fermentadores operáveis para produzir um caldo de fermentação compreendendo sal de carboxilato de amônio da biomassa;

uma coluna de destilação reativa operável para
10 reagir o sal de carboxilato de amônio com o álcool de elevado peso molecular para produzir um éster de elevado peso molecular; e

um reator de hidrogenação operável para hidrogenar o éster de elevado peso molecular para produzir
15 álcool;

caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um tampão selecionado a partir do grupo consistindo de carbonato de amônio e bicarbonato de amônio.

78. Sistema de acordo com a reivindicação 77,
20 **caracterizado pelo fato de** um ou mais fermentadores compreenderem uma pluralidade de fermentadores de contracorrente.

79. Sistema de acordo com a reivindicação 77, **caracterizado pelo fato de** compreender ainda uma coluna de
25 destilação operável para separar o álcool em álcool de baixo peso molecular e álcool de elevado peso molecular.

80. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de compreender ainda um sistema de desidratação operável para concentrar o sal de carboxilato de amônio antes da reação do sal de carboxilato de amônio com o álcool de elevado peso molecular.

81. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de compreender ainda uma coluna empacotada operável para reagir o dióxido de carbono com a água e a amônia liberadas na coluna de destilação reativa para produzir o tampão.

82. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem uma cultura mista de microorganismos acidificantes.

83. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de os microorganismos serem adaptados aos meios hipersódicos.

84. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de os microorganismos serem naturais do inóculo.

85. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de os microorganismos serem naturais do solo ou do rúmen de gado.

86. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de compreender ainda o sistema de remoção de resíduo operável para remover o caldo de fermentação produzido pelos fermentadores.

87. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de os fermentadores serem mantidos em um pH entre cerca de 6,5 e cerca de 7,5.

88. Sistema de acordo com a reivindicação 77, 5 caracterizado pelo fato de os fermentadores conterem um inibidor de metano.

89. Sistema de acordo com a reivindicação 88, caracterizado pelo fato de o inibidor de metano ser ácido iodofórmico, bromofórmico, ou bromoetano sulfônico.

10 90. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de o álcool de elevado peso molecular compreender pelo menos quatro carbonos.

91. Sistema de acordo com a reivindicação 77, caracterizado pelo fato de o reator de hidrogenação 15 empregar um catalisador.

92. Sistema de acordo com a reivindicação 91, caracterizado pelo fato de o catalisador ser níquel de Raney, platina, ou paládio.



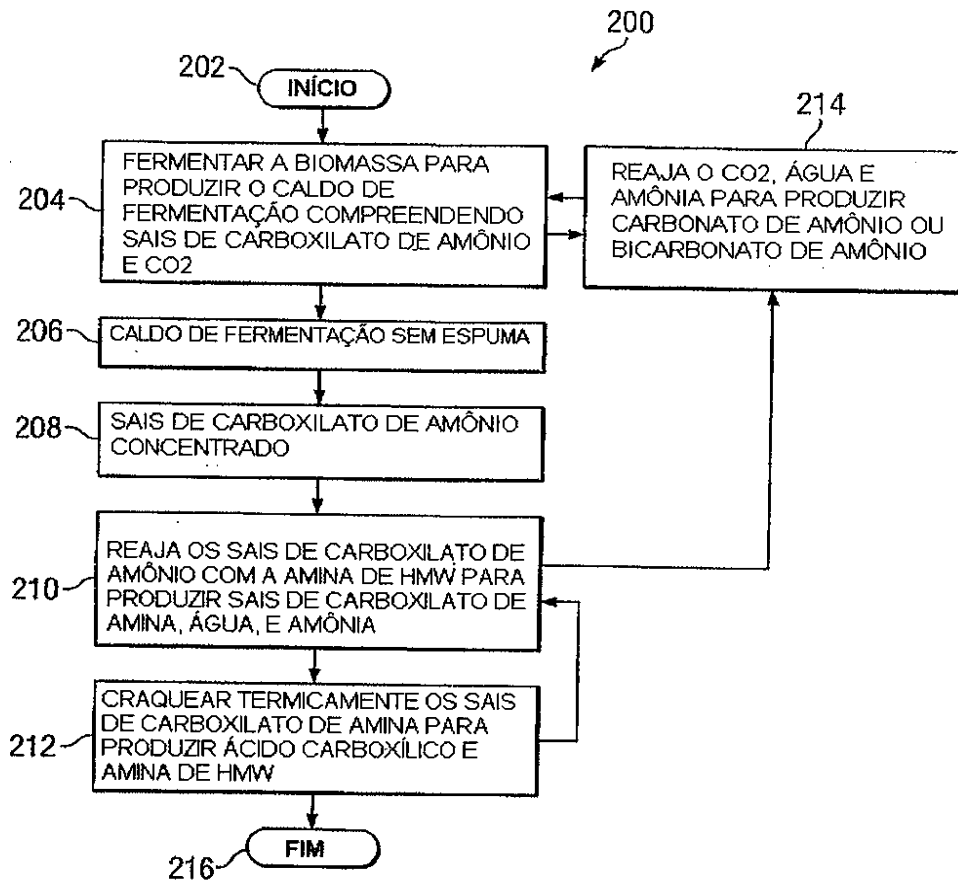


FIG. 2

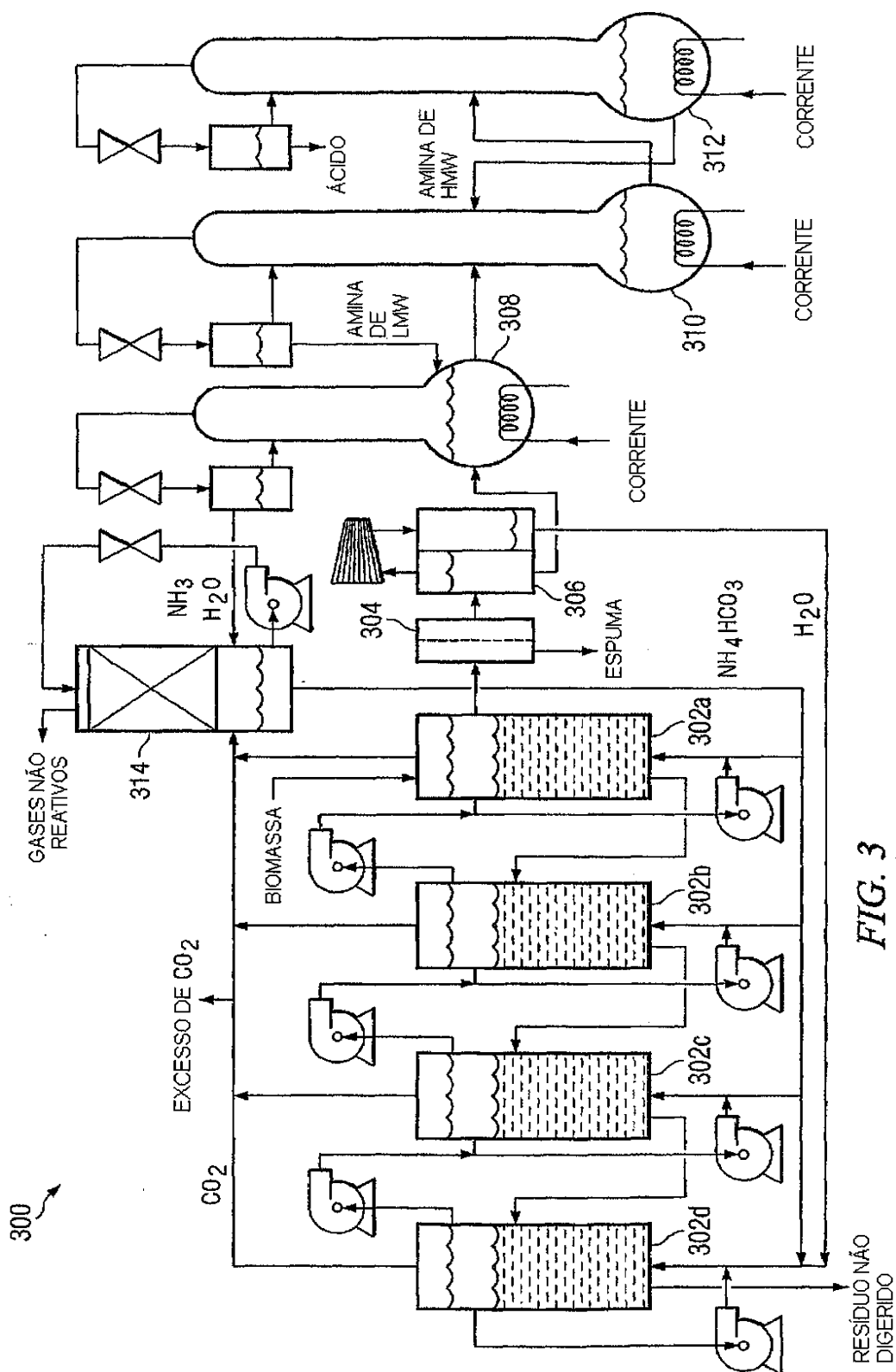


FIG. 3

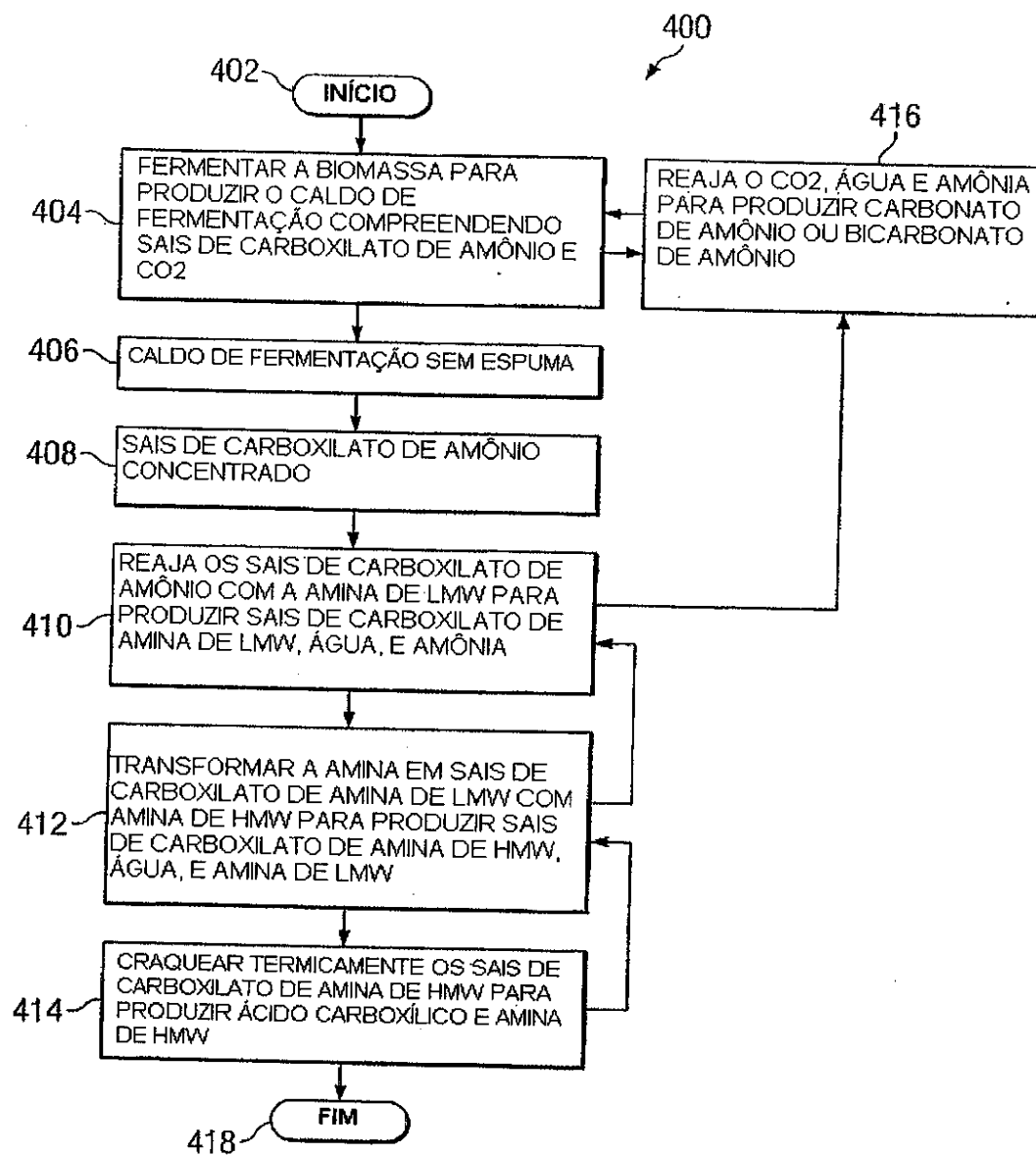


FIG. 4

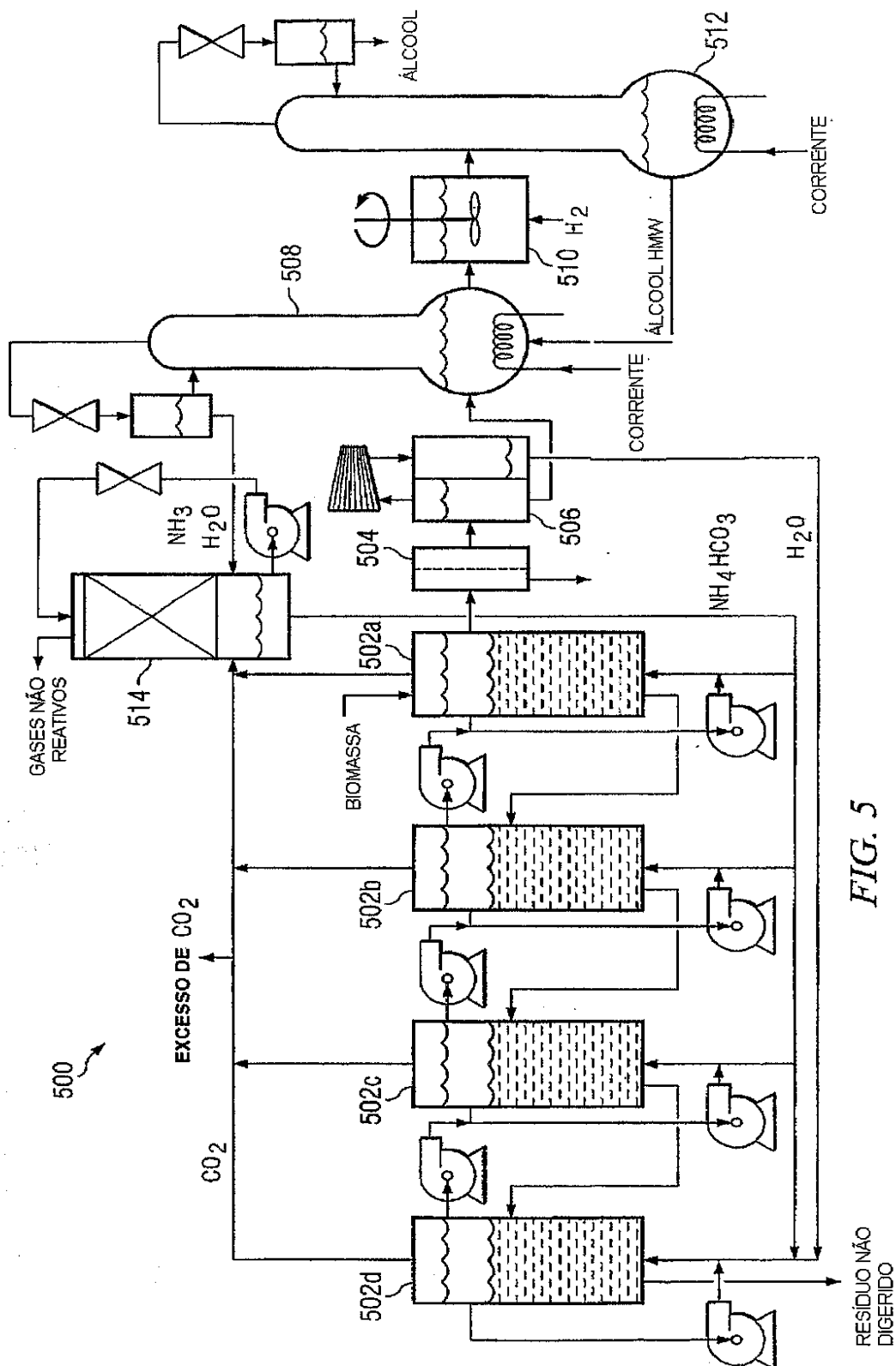


FIG. 5

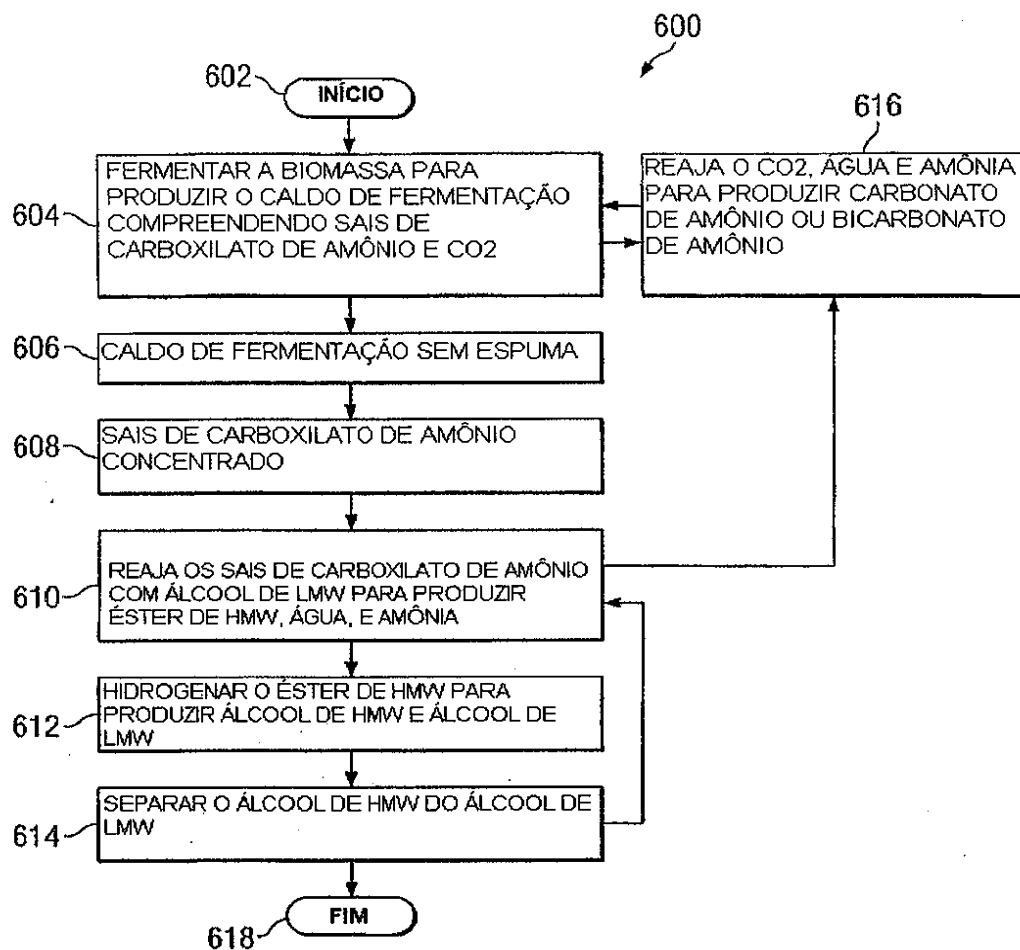


FIG. 6

RESUMO

Pedido de Patente de Invenção para: "PLANTA DE PRODUÇÃO E MÉTODO PARA CONVERSÃO DE BIOMASSA".

De acordo com os ensinamentos da presente invenção
5 são providos uma planta de produção e um método para
conversão de biomassa em produtos químicos úteis. Em uma
modalidade particular, o método inclui a fermentação da
biomassa em um ou mais fermentadores para produzir um caldo
de fermentação compreendendo sais de carboxilato de amônio,
10 os fermentadores contendo um tampão de carbonato de amônio
ou bicarbonato de amônio. O método inclui ainda a reação
dos sais de carboxilato de amônio dos fermentadores com uma
amina de elevado peso molecular para produzir o sal de
carboxilato de amônio, e o craqueamento térmico do sal de
15 carboxilato de amina para produzir o ácido carboxílico.
Ainda em uma outra modalidade, os sais de carboxilato de
amônio dos fermentadores podem ser reagidos com um álcool
de elevado peso molecular para produzir um éster de elevado
peso molecular, que pode ser hidrogenado para produzir
20 álcool.