

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

(21) **PI0905596-7 A2**

(22) Data de Depósito: 16/11/2009
(43) Data da Publicação: 19/07/2011
(RPI 2115)



* B R P I 0 9 0 5 5 9 6 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
C02F 9/00 2006.01
C05F 5/00 2006.01

(54) Título: **PROCESSO E SISTEMA PARA CONVERTER GRANDES QUANTIDADES DE EFLUENTES DE PROCESSOS EM ÁGUA E FERTILIZANTE**

(73) Titular(es): Steen Hedetoft

(72) Inventor(es): Henrik Schonfeldt, Juan Carlos Staibano, Steen Hedetoft

(57) Resumo: PROCESSO E SISTEMA PARA CONVERTER GRANDES QUANTIDADES DE EFLUENTES DE PROCESSOS EM ÁGUA E FERTILIZANTE. A presente invenção refere-se a um processo e a um sistema para converter efluentes de processos proveniente da produção de açúcar, bioetanol e biodiesel em água substancialmente purificada e em um pó que contém o rejeito. Para se conseguir os objetivos do presente processo é previsto um processo para converter efluentes de processos em estado líquido em água de processo e fertilizante que compreende as seguintes etapas: filtração dos efluentes de processos para remover os resíduos sólidos de material, separação dos efluentes de processos em um filtrado e um rejeito; sujeitando-se o filtrado a evaporação formando dessa maneira um concentrado de componentes orgânicos e inorgânicos e separando água; adicionando um agente sequestrante ao filtrado da etapa de filtração antes ou durante a evaporação e secagem do concentrado da evaporação usando gás para secagem. Além disso, para se alcançar os objetivos da presente invenção é prevista uma planta para converter os efluentes de processos em estado líquido em água do processo e fertilizante, a planta compreendendo unidades de filtração (2, 5) que tem uma entrada para efluentes de processos, uma saída para rejeitado e uma saída para filtrado, um tubo (6) através do qual o rejeitado de RO 1 NF pode escoar da unidade de concentração com membrana para uma unidade de evaporação (8), a unidade de evaporação (8) tendo uma entrada para rejeitado proveniente da unidade de concentração com membrana e uma saída para concentrado, uma posição para adição de agente sequestrante colocada depois da unidade de concentração de membrana (2, 5) e antes ou em associação com a unidade de evaporação (8), uma unidade de secagem (11) que tem uma entrada para concentrado do evaporador e uma entrada (10) e uma saída para gás de secagem.



PI0905596-7

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO E SISTEMA PARA CONVERTER GRANDES QUANTIDADES DE EFLUENTES DE PROCESSOS EM ÁGUA E FERTILIZANTE**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um processo e a um sistema para converter efluentes de processos proveniente da produção de açúcar, bioetanol e biodiesel em água substancialmente purificada e em um pó que contém o rejeito. Uma única linha de processo que consiste em um sistema de acordo com a invenção é capaz de manipular uma quantidade de efluen-

10 tes de processos de até 20000 m³/dia.

Antecedentes para a Invenção

 A produção tradicional de bioetanol partindo da cana-de-açúcar é baseada em fermentação e destilação. Os efluentes de processos – o chamado vinhoto – proveniente deste processo atualmente estão sendo asper-

15 gido nos campos.

 No entanto, esta maneira de distribuir o vinhoto não é ambientalmente aceitável levando à investigação de métodos para evitar o depósito de vinhoto nos campos. Especificamente no Brasil, onde a quantidade de vinhoto produzida por ano chega até em torno de 450 bilhões de litros / ano.

20 A matéria seca do vinhoto tem alto teor de Potássio (K⁺) e é necessária para o crescimento adequado da cana-de-açúcar. Como exemplo da atual importância deste químico, atualmente o Brasil importa potássio para fertilização na faixa de 6,9 bilhões de reais (4 bilhões de dólares USD) por ano. Por recuperação do potássio do vinhoto pode-se reduzir a importação de po-

25 tássio e usar a fonte de potássio existente como um fertilizante seco.

Descrição da Técnica Anterior

 A conversão de efluentes de processos em fertilizante é um processo normal com evaporação e secagem. A evaporação tem sido realizada utilizando-se evaporação tubular ou por placa. Para a etapa de secagem

30 normalmente é utilizado um secador por atomização ou um secador instantâneo rotativo (*spin flash dryer*).

 A qualidade da água (condensada) produzida pela etapa de e

vaporação é geralmente denominada como vinhoto, contém componentes sólidos voláteis cujos componentes são, pelo menos em parte, extraídos durante o processo de evaporação e, portanto, acabam ficando na água purificada (condensada) como impurezas.

5 Durante muitos anos foram usados dispersantes e agentes sequestrantes em diferentes tipos de tratamento de água com o objetivo de minimizar a formação de incrustação, isto é, evitando a cristalização de sais sobre membranas ou sobre superfícies de troca de calor, porém nunca foi reconhecido que o uso de um agente sequestrante na desidratação do vi-
10 nhoto tornaria possível processar uma imensa quantidade de efluentes de processos.

Sumário da Invenção

A presente invenção refere-se a um processo para converter os efluentes de processos em estado líquido em água do processo e fertilizante
15 que compreende as seguintes etapas.

- filtrar os efluentes de processos para remover material residual, separando os efluentes de processos em um filtrado e um rejeito,
- sujeitar o filtrado da etapa anterior à evaporação formando desse modo um concentrado de componentes orgânicos e inorgânicos e
20 separação da água,
- adicionar um agente sequestrante ao filtrado proveniente da primeira etapa de filtração e ou durante a evaporação,

- secar o concentrado da evaporação usando gás para a secagem.

De acordo com uma modalidade da invenção, a etapa a) é uma
25 etapa de filtração que remove partículas acima de 0,1-0,5 μm .

De acordo com uma modalidade da invenção, partículas acima de 0,5 μm são removidas do filtrado após a etapa a) e antes da etapa b). A água resultante desta etapa do processo pode ser usada como água do processo.

30 De acordo com uma modalidade da invenção, o filtrado da etapa a) é sujeito a uma nanofiltração ou osmose reversa sendo-lhe adicionado pelo menos um agente sequestrante e/ou dispersante. Subseqüentemente é

fornecido um fluxo de água purificada e de rejeitado, o rejeitado sendo conduzido para a etapa c).

De acordo com uma modalidade os efluentes de processos pré-tratados são concentrados até um brix acima de 15 antes que os efluentes de processos pré-tratados entrem na etapa de evaporação.

De acordo com uma modalidade os efluentes de processos pré-tratados foram concentrados até um brix acima de 50 quando os efluentes de processos pré tratados saem da etapa de evaporação.

De acordo com uma modalidade os efluentes de processos é o vinhoto, efluentes de processos que resultam de um processo de fermentação, efluentes de processos em geral, efluentes de processos domésticos e/ou industrial.

(De acordo com uma modalidade da invenção, a matéria seca proveniente da etapa de secagem d) é usada como um fertilizante na agro-indústria.

A presente invenção também se refere a uma planta para converter efluentes de processos em estado líquido em água do processo e fertilizante cuja planta compreende:

- uma unidade de filtração que tem uma entrada para efluentes de processos, uma saída para rejeito e uma saída para filtrado;

- um tubo através do qual o líquido pode escoar da unidade de filtração para a unidade de evaporação, a unidade de evaporação tendo uma entrada para líquido proveniente da unidade de filtração e uma saída para o concentrado,

- uma posição para adição de agente sequestrante colocada depois da unidade de filtração e antes ou em associação com a unidade de evaporação,

- uma unidade de secagem que tem uma entrada para o concentrado proveniente do evaporador e uma entrada e uma saída para o gás de secagem.

De acordo com uma modalidade da invenção a unidade de filtração é uma unidade de ultrafiltração, por exemplo, seguida por uma unidade

de nanofiltração ou por uma unidade para osmose reversa.

De acordo com uma modalidade a unidade de evaporação compreende uma unidade tubular / placas que usa TVR (Recompressão Térmica do Vapor), MVR (Recompressão Mecânica do Vapor) ou tecnologia "flash".

- 5 De acordo com uma modalidade o secador é um secador por atomização ou um secador instantâneo rotativo (*spin flash dryer*). De acordo com uma modalidade a planta é dimensionada para receber mais de 100 m³/hora de efluentes de processos, normalmente acima de 500 m³/hora.

Desenho

- 10 A figura ilustra as unidades de uma modalidade de uma planta de acordo com a invenção.

Descrição Detalhada do Processo

- 15 Efluentes de processos, especificamente o vinhoto, estão se tornando um problema ambiental para a agroindústria sendo necessário descobrir um processo sustentável para evitar problemas futuros. O processo de acordo com a presente invenção é um desses processos que consiste em quatro etapas ou unidades que juntas solucionam o problema de transformar o vinhoto em água que é purificada pelo menos até certo grau para que possa ser usada ou reutilizada como água em um processo e um fertilizante sólido. As quatro etapas ou unidades consistem em 1) Filtração, 2) Sequestro de Íons, 3) Evaporação e 4) Secagem.
- 20

- A quantidade de vinhoto a ser tratada é consideravelmente elevada e estima-se que esteja na faixa de 2.000 – 20.000 m³/dia, o que se traduz em aproximadamente 100 – 1.000 m³/hora. Isto corresponde a uma produção diária de bioetanol de aproximadamente 150 – 1.500 m³.
- 25

Uma composição típica de vinhoto proveniente de bioetanol é apresentada a tabela a seguir.

Tabela 1: Parâmetros do Meio da Caracterização Físico-química de Vinhoto

DESCRIÇÃO	Concentrações			Padrão /l de álcool
	Mínima	Média.	Máxima	
Dados do Processo				
Brix do mostro (°B)	12,00	18,65	23,65	
Teor Alcoólico do Vinho (°GL)	5,73	8,58	11,30	
Taxa de Vinhoto (l/l de álcool)	5,11	10,85	16,43	10,85 l
Fluxo de Referência (m³/dia)	530,00	1908,86	4128,00	
pH	3,50	4,15	4,90	
Temperatura (°C)	65,00	89,16	110,50	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD) (mg/l)	6680,00	16949,76	75330,00	175,13 g
Demanda Química de Oxigênio (COD) (mg/l)	9200,00	28450,00	97400,00	297,60 g
Sólidos Totais (TS) (mg/l)	10780,00	25154,61	38680,00	268,90 g
Sólidos Totais Suspensos (TSS) (mg/l)	260,00	3966,84	9500,00	45,71 g
Sólidos Fixos Suspensos (SSF) (mg/l)	40,00	294,38	1500,00	2,69 g
Sólidos Voláteis Suspensos (SSV) (mg/l)	40,00	3632,16	9070,00	43,02 g
Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) (mg/l)	1509,00	18420,06	33680,00	223,19 g
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/l)	588,00	6579,58	15000,00	77,98 g
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/l)	921,00	11872,36	24020,00	145,21 g
Resíduos de Lama 1 hora (ml/l)	0,20	2,29	20,00	24,81 ml
Cálcio (mg/l Dog)	71,00	515,25	1096,00	5,38 g
Cloreto (mg/l de Cl)	480,00	1218,91	2300,00	12,91 g
Cobre (mg/l de CuO)	0,50	1,20	3,00	0,01 g
Ferro (mg/l de Fe ₂ O ₃)	2,00	25,17	200,00	0,27 g
Fósforo Total (mg/l de P ₂ O ₄)	18,00	60,41	188,00	0,65 g
Magnésio (mg/l de MgO)	97,00	225,64	456,00	2,39 g
Manganês (mg/l de MnO)	1,00	4,82	12,00	0,05 g

Tabela 1: -continuação-

DESCRIÇÃO	Concentrações			Padrão
	Mínima	Média.	Máxima	/l de álcool
Nitrogênio (mg/l de N)	90,00	356,63	885,00	3,84 g
Nitrogênio amoniacal (mg/l de N)	1,00	10,94	65,00	0,12 g
Potássio total (mg/l de K ₂ O)	814,00	2034,89	3852,00	21,21 g
Sódio (mg/l In the)	8,00	51,55	220,00	0,56 g
Sulfato (mg/l de SO ₄)	790,00	1537,66	2800,00	16,17 g
Sulfito (mg/l de SO ₄)	5,00	35,90	153,00	0,37 g
ZnO (mg/l de ZnO)	0,70	1,70	4,60	0,02 g
Etanol-CG (ml/l)	0,10	0,88	119,00	9,1 ml
Glicerol (ml/l)	2,60	5,89	25,00	62,1 ml
Levedura (a base seca) (mg/l)	114,01	403,56	1500,15	44,1 g

Fonte: "Physiochemical Characterization of Vinasse - I Projeto n° 9500278" Report Technical 761-96/96 Centro de Tecnologia Copersucar, Piracicaba, SP1995, 26p.

- 5 O processo de filtração pode ser dividido em duas etapas: Ultra-filtração (UF) seguida, por exemplo, por Osmose Reversa (RO) ou, por exemplo, Nanofiltração (NF).

UF é um processo de baixa pressão 1 - 700 KPa (1 – 7 bar) para separar solutos de maior tamanho de soluções aquosas por meio de uma membrana semi permeável. O tamanho do poro garante que as partículas de 0,01 – 0,1 µm (10 – 100 Angstroms) sejam mantidas no rejeitado.

NF é um processo a pressão baixa a moderadamente alta 0,5 – 3,0 MPa (tipicamente 5 - 30 bar) em que os íons monovalentes irão passar livremente através da membrana, porém, sais multivalentes, altamente carregados e moléculas orgânicas de baixo peso molecular serão rejeitados até um grau muito maior garantindo que as partículas de menos do que 0,001 – 0,01 µm (1 – 10 Angstrom) sejam mantidas no rejeitado.

As membranas de RO irão rejeitar os materiais dissolvidos inclusive sais monovalentes. Como essencialmente todo o material dissolvido é rejeitado pela membrana, o permeado de RO é água pura. A pressão da a-

limentação é de 1 – 4 MPa (10 – 40 bar) e garante que as partículas menores do que 0,001 μm (menor do que 1 Angstrom) estejam sendo mantidas no rejeitado.

5 A etapa de UF é importante por se tratar de uma pré-filtração do vinhoto que garante que grandes volumes de vinhoto podem ser processados pelas etapas a seguir, especialmente uma etapa de RO ou de NF. UF irá reter material orgânico correspondente a sólidos suspensos e particulados. Isto serve para duas finalidades: 1) um resíduo de material processado tal como bioetanol ou biodiesel seja capturado sendo que o rendimento do material processado é aumentado e 2) os componentes sólidos são removidos
10 o que, de outro modo, acabariam ficando no condensado como impurezas provenientes do processo de evaporação subsequente.

Os tratamentos de RO/NF do vinhoto irão concentrar o vinhoto desde 3° Brix até 15° - 21° Brix isto é, por este processo o vinhoto é concentrado 5 - 7 vezes e 80 - 85 % da água inicial são liberados como água de alta
15 qualidade.

O presente pedido de patente – embora foque principalmente na produção de Bioetanol por fermentação – pode ser usado similarmente para purificar os efluentes de processos provenientes de outros processos de fermentação tais como fermentação de material de cana-de-açúcar para biodiesel e fermentação de material proveniente de cana-de-açúcar para Etanol
20 de 2ª geração.

A adição de um agente sequestrante ao vinhoto parcialmente concentrado garante que a etapa de evaporação do vinhoto seguinte possa
25 ser feita para grandes quantidades e em longos ciclos antes de ser necessária uma limpeza. Os agentes sequestrantes precisam ser introduzidos no vinhoto em linha e a níveis correspondentes à composição de íons do vinhoto.

Durante o processo de concentração do vinhoto são obtidos diferentes estados para os sais inorgânicos e orgânicos insolúveis que estão
30 presentes na solução aquosa; os sais formam incrustação que podem – e normalmente vão – interferir nos processos de separação com membrana e/ou com o estágio de evaporação.

Os componentes típicos que formam sais insolúveis e, desse modo, precipitam formando incrustação são cálcio e magnésio. A concentração de sais formados partindo destes componentes combinados com diferentes ânions normalmente varia desde 1000 ppm até 100.000 ppm. Os ânions mais comuns encontrados no vinhoto fermentado são Carbonatos, Sulfatos, Fosfatos, Silicatos, Oxalatos, porém muitos outros ânions estão presentes. Normalmente os sais que formam incrustação são uma combinação de um ou de vários sais descritos acima inclusive sais co precipitados.

O primeiro ponto potencial de precipitação está sobre as membranas da (s) etapa (s) de filtração. Os cristais de sais insolúveis interferem drasticamente no desempenho da membrana até o ponto sem retorno onde não é possível filtração adicional sem danificar permanentemente as membranas.

O agente sequestrante tem a capacidade de evitar a formação de sais insolúveis. A seleção do agente sequestrante depende da temperatura do processo sobre a posição em que é adicionado o agente sequestrante e sobre as temperaturas a jusante desta posição, concentração de íons presentes na solução, velocidade de escoamento e tipo de membrana, pois haverá normalmente uma melhor combinação entre as membranas e as substâncias químicas. A dosagem dos agentes sequestrantes pode variar de 1 a 100 ppm, normalmente de 1-50 ppm, alternativamente de 1-20 ppm, dependendo de onde o agente sequestrante é adicionado isto é, se o agente sequestrante for adicionado a montante da unidade de UF ou depois da unidade de UF, isto é, a jusante da unidade de UF porém a montante da unidade de RO/NF ou se o agente for adicionado a jusante para completar a unidade de filtração porém a montante do evaporador ou do lado de dentro da evaporação ou se a adição ocorrer em mais de uma posição, isto é, em uma combinação de posições.

De acordo com o processo da presente invenção é possível usar um agente sequestrante ou polímeros de distorção de cristal para remover os íons indesejados. Um exemplo de um agente sequestrante consiste em agentes sequestrante conhecidos que compreendem moléculas inclusive

uma ligação de fósforo na molécula ($P\text{---}R$) em que P = fósforo e R podia ser carbono, nitrogênio ou oxigênio, também grupos funcionais carboxílico, fosfórico e ou sulfúrico podiam ser incluídos na mesma molécula.

5 Nas concentrações de íons extremamente elevadas, tais como as concentrações encontradas durante o processo de evaporação do vinhoto, a distorção do cristal é o mecanismo preferido para evitar incrustação nas superfícies de troca iônica. Nestas concentrações os polímeros carboxílicos acrílicos ou maleicos são especificamente projetados para evitar que sais específicos precipitem e desta maneira pode ser criada uma combinação de
10 ácido acrílico como uma cadeia de polímero base combinada com outros monômeros criando uma família singular de copolímeros com propriedades específicas. Como um exemplo o ácido acrílico pode durante o processo de polimerização ser combinado com monômeros à base de vinila e/ou pode ser introduzido um número bem determinado de grupos funcionais sulfúricos,
15 tal que o polímero terá um peso molecular que varia de 500 até 200.000. Outra família de polímeros que podia ser projetada é a de polímeros constituídos por um ou mais das cadeias de polímero base acima substituídas com grupos funcionais de Fósforo em vez de ou em combinação com os grupos funcionais sulfúricos.

20 O efeito observado é uma redução de formação de depósito dentro das unidades do processo e remoção mais fácil de depósitos por uso de descarga com água ou por limpeza química e, portanto, o desempenho do sistema evaporador é estendido por períodos de tempo mais longos e o número de limpezas químicas e de interrupções não programadas é reduzido.

25 A dosagem do agente sequestrante depende de vários parâmetros tais como o teor, o tipo e a concentração de íons, a etapa na qual é adicionado o agente sequestrante como a quantidade de sais dissolvidos varia de estágio para estágio, temperaturas na posição da dosagem e depois da dosagem e a fonte do vinhoto. Normalmente, a dosagem primária de agente
30 sequestrante é adicionada imediatamente antes de a solução entrar na etapa de evaporação e contém de 1 a 20 PPM de polímero ativo com dosagens adicionais potenciais de agentes sequestrante em estágios adicionais do

sistema de evaporação.

De acordo com uma modalidade da invenção, foi usado um programa de computador para simular a quantidade de sais dissolvidos baseada em uma análise da matéria que entra e uma função de iteração foi usada para determinar a sequência de precipitação estágio após estágio.

Este procedimento é usado para o controle da quantidade de agente sequestrante a ser adicionada.

Um agente sequestrante como EDTA (Etileno Diamina Tetra-Acético) pode ser usado como descrito em "Arthur I Vogel: A Text-book of Quantitative Inorganic Analysis Terceira Edição pp. 417". O EDTA ou similar é usado para formar complexos especialmente com cálcio (Ca^{++}) evitando a precipitação de fosfato de cálcio.

A etapa de evaporação irá aumentar o Brix de 15 - 21 até 50 ou mais alto. Normalmente, a etapa de evaporação é realizada em um evaporador tubular ou de placas e a evaporação pode ser implementada com tecnologia TVR ou MVR dependendo da escolha econômica feita pela usina de açúcar. Quando se aumentam os sólidos o volume se reduz a 9-14% do volume inicial de vinhoto.

A incrustação e o tempo produtivo do evaporador dependem fortemente da quantidade de sais contidos no vinhoto que é alimentado ao processo. Como os íons metálicos foram inativados por uso de sais de um agente sequestrante, são inibidos de formar incrustações, especialmente de fosfato de cálcio, durante o processo de evaporação. Duas coisas são conseguidas por inativação dos íons metálicos no vinhoto 1) o tempo produtivo do evaporador não depende da taxa de incrustação de sais metálicos tal como fosfato de cálcio, 2) a concentração máxima que se pode conseguir fora do evaporador não está dependendo da concentração de sais metálicos.

Sem o uso de sequestrante, para um tempo produtivo de 7 a 9 horas é usualmente alcançada uma concentração de 30 - 40 % de TS no evaporador, muito embora isto dependa da quantidade de cálcio no produto inicial.

Com o sequestrante, pode ser conseguido um tempo de operação de pelo menos 40 horas e com uma concentração de 60 % ou mais alta.

A etapa de secagem pode ser feita em um secador (*spray dryer*) com um atomizador centrífugo, com um atomizador de bicos de alta pressão ou com um atomizador de bico duplo para dois fluidos ou em um secador instantâneo rotativo (*spin flash dryer*), ou equipamento similar. O gás da exaustão proveniente do secador de atomização é filtrado com um filtro tipo manga para garantir que não seja deixada poluição no gás de exaustão. O pó proveniente do processo de secagem é capturado em um leito fluidizado, em um filtro do tipo manga, depois que o pó é resfriado e transportado para um silo. Depois da etapa de secagem, isto é, no final do processo, o vinhoto concentrado é seco até pelo menos 90 % de sólidos e normalmente em torno de 93 % de sólidos.

O ar quente usado para o processo de secagem pode ter temperaturas entre 125°C até 500°C e a fonte de ar pode ser desde gás ambiente ou de exaustão proveniente de outros processos relacionados à produção de açúcar ou, por exemplo, de bioetanol.

A figura 1 ilustra as unidades de uma modalidade de uma planta de acordo com a invenção. A planta compreende uma unidade de filtração que é constituída por uma unidade para ultrafiltração 2 e uma unidade 5 para nanofiltração ou por Osmose Reversa. A unidade de ultrafiltração 2 tem uma entrada para matéria-prima 1 em que o vinhoto bruto (100 %, brix 3 - 5) é alimentado à etapa de filtração que de acordo com esta modalidade compreende uma etapa para ultrafiltração que sujeita a matéria-prima a uma temperatura de 40 – 50°C e a uma pressão de 100 – 400 KPa (1 – 4 bar). A unidade de ultrafiltração como uma saída para o filtrado através da qual o filtrado escoar através de um tubo 4. O concentrado sai da unidade de ultrafiltração através de uma segunda saída de cuja saída o concentrado escoar para dentro de um tubo 3, o concentrado podia ser retornado para o produto obtido pelo processo, por exemplo, a fermentação de biodiesel que levou à formação do vinhoto, por exemplo, o concentrado através do tubo 3 é retornado para os tanques de fermentação em uma usina.

O filtrado proveniente da unidade de ultrafiltração escoar através do tubo 4 para a próxima unidade 5 que é uma unidade de nanofiltração 5

onde a pressão de filtração estará a 0,5 – 6 MPa (5 – 60 bar). Alternativamente, esta unidade pode ser uma unidade que realize osmose reversa. A solução que entra nesta etapa é dividida em um rejeitado e em um filtrado. O filtrado sai da unidade através de uma saída e escoar através de um tubo 7, o

5 filtrado neste ponto está suficientemente limpo para pelo menos ser reutilizado como água utilizável para o processo onde é obtido o vinhoto, em alguns casos a água pode estar suficientemente limpa para ser usada como água potável. Depois da etapa de filtração isto é, de acordo com esta modalidade a UF combinada com uma unidade de RO/NF, o vinhoto é rejeitado e

10 o rejeito (brix 15 – 21) é bombeado para a Unidade de evaporação 8 isto é, o rejeito sai da unidade 5 através de uma saída e escoar através de um tubo 6 para a unidade de evaporação 8. A unidade de evaporação 8 tem uma saída para o concentrado adicional ou para a matéria desidratada em questão que escoar para um tubo 9. Na unidade do evaporador 8 o vinhoto é concentrado

15 ainda mais até em torno de Brix 50. As temperaturas usadas para evaporação variam entre 70 – 110°C e a pressão é um vácuo a 50 – 90 KPa (0,5 – 0,9 bar). A água evaporada da unidade do evaporador 8 pode ser usada como água do processo em uma usina de açúcar. A unidade do evaporador 8 tem uma configuração tubular ou em placas e usa tecnologia TVR ou M-

20 VR. Depois da primeira etapa de filtração isto é, depois que ocorre a etapa de filtração na unidade 2 e 5, é introduzida a adição de um agente sequestrante para capturar o íon carregado positivo selecionado especificamente Ca^{++} . Por sequestro dos íons carregados positivamente, será possível aumentar a concentração no evaporador até 50 brix ou acima.

25 O vinhoto concentrado é bombeado para a unidade de secagem 11 onde ele encontra ar quente que entra através de um tubo 10. Este ar quente pode ser gases de chaminé provenientes de uma caldeira ou pode ser ar aquecido. Da unidade do secador 11 será coletado o produto final (3 %, 95 % de matéria seca).

30 Exemplo

O material de alimentação usado para os experimentos é vinhoto proveniente da fermentação de etanol com o uso de levedura. O vinhoto ti-

nhá um brix de 3 – 5 que é uma faixa normal para a indústria açucareira.

O vinhoto pode ter algumas impurezas que são capturadas na etapa de clarificação por UF (configuração tubular ou de fibra oca). O filtrado após pré filtração é então transferido para a etapa de RO/NF (configuração em
5 espiral dotada com elementos de 203 mm (8 polegadas), 406 mm (16 polegadas) ou 457 mm (18 polegadas) para uma concentração decisiva do vinhoto.

Os agentes sequestrantes são adicionados ao rejeitado de RO que depois disso é alimentado ao evaporador para depois desta concentração se seguir um evaporador multi estágios de filme descendente (em placas ou
10 tubular) MVR onde a concentração do vinhoto é aumentada até 50 Brix.

O concentrado é bombeado para o secador com um atomizador centrífugo, alternativamente o concentrado podia ser bombeado para o secador com uma bomba de alta pressão para um bico. Outra alternativa seria um secador instantâneo rotativo (*spin flash dryer*). O produto final tem de
15 95% de matéria seca e pode ser usado como um fertilizante com um alto nível de potássio.

Etapas do Processo	Sólidos da Alimentação	Rejeitado	Filtrado	Comentários
Ultrafiltração	3 – 5 Brix + TSS	3 – 5 Brix + TSS	3 – 5 Brix	Clarificação
Nanofiltração	3 – 5 Brix	15 - 21 Brix	0,2 – 0,5 Brix	Menor Perda de Açúcar
Osmose Reversa	3 – 5 Brix	15 – 23 Brix	0 Brix	Filtrado = Água de alta qualidade.
Evaporação	15 – 21 Brix			
Secagem	> 50 Brix			

Tendo sido descrita uma modalidade preferida, deve-se entender que o âmbito da presente invenção abrange outras variações possíveis, que são limitadas apenas pelo teor das reivindicações anexas, que incluem
20 os equivalentes possíveis.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para conversão de efluentes de processos em estado líquido em água de processo e fertilizante que compreende as seguintes etapas:

5 a) filtração dos efluentes de processos para remover resíduos de material, clarificação dos efluentes de processos e separação dos efluentes de processos em um filtrado e um rejeitado,

b) o filtrado proveniente da etapa de clarificação alimentando uma etapa de concentração que usa concentração por membranas e separação do filtrado inicial em um produto rejeitado e água ou água com baixo teor de sólidos,

c) o rejeitado sendo sujeito a evaporação para formar um concentrado de componentes orgânicos e inorgânicos restantes, assim como água,

15 d) adição de um agente sequestrante ao líquido proveniente da etapa de filtração antes ou durante a evaporação,

e) secagem do concentrado proveniente da evaporação utilizando gás de secagem.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, em que a etapa a) é uma etapa de ultrafiltração de clarificação para remoção de partículas na faixa de 0,01 - 0,05 μm .

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que partículas acima de 0,001 μm são removidas do filtrado depois da etapa a) e antes da etapa b).

25 4. Processo de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, em que o filtrado da etapa a) é sujeito a uma nanofiltração sendo-lhe adicionado pelo menos um agente sequestrante onde subsequente é fornecido um fluxo de água purificada e de rejeitado, o rejeitado sendo conduzido para a etapa c).

30 5. Processo de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, em que o filtrado da etapa a) é sujeito a uma osmose reversa sendo-lhe adicionado pelo menos um agente sequestrante onde subsequente é fornecido

um fluxo de água purificada e de rejeitado, o rejeitado sendo conduzido para a etapa c).

5 6. Processo de acordo com qualquer reivindicação anterior, em que os efluentes de processos pré-tratados são concentrados a um brix acima de 15 antes que os efluentes de processos pré tratados entrem no evaporador.

10 7. Processo de acordo com qualquer reivindicação anterior, em que os efluentes de processos pré-tratados são concentrados a um brix acima de 50 quando os efluentes de processos pré tratados saírem do evaporador.

8. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido são efluentes de processos em geral.

15 9. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido são efluentes de processos domésticos.

10. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido são efluentes de processos industriais.

20 11. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido são efluentes de processos resultante de um processo de fermentação.

12. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido é vinhoto.

25 13. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido são efluentes de processos que resulta em processo de etanol

30 14. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido resultam de um processo de etanol de segunda geração.

15. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os efluentes de processos em estado líquido resulta de um processo de biodiesel.

16. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que a matéria seca proveniente da etapa de secagem d) é usada como um fertilizante na agroindústria.

17. Planta para conversão de efluentes de processos em estado líquido em água do processo e fertilizante cuja planta compreende:

- uma unidade de filtração (2, 5) que tem uma entrada para efluentes de processos, uma saída para rejeitado e uma saída para filtrado,
- um tubo (6) através do qual o rejeitado de RO / NF pode escoar da unidade de concentração com membrana para uma unidade de evaporação (8), a unidade de evaporação (8) tendo uma entrada para o rejeitado proveniente da unidade de concentração com membrana e uma saída para o concentrado,
- uma posição para adição de agente sequestrante colocada depois da unidade de concentração de membrana (2, 5) e antes ou em associação com a unidade de evaporação (8),
- uma unidade de secagem (11) que tem uma entrada para o concentrado do evaporador e uma entrada (10) e uma saída para gás de secagem.

18. Planta de acordo com a reivindicação 17, em que a unidade de filtração compreende uma unidade de ultrafiltração (2), por exemplo, seguida de uma unidade de nanofiltração (5).

19. Planta de acordo com a reivindicação 17, em que a unidade de filtração compreende uma unidade de ultrafiltração (2), por exemplo, seguida de uma unidade de osmose reversa (5).

20. Planta de acordo com a reivindicação 17, 18 , 19 em que a unidade de evaporação (8) compreende unidades de placas/tubular que fazem uso de TVR (Recompressão Térmica de Vapor).

21. Planta de acordo com a reivindicação 17, 18 , 19, em que a unidade de evaporação (8) compreende unidades de placas/tubular que fazem uso de MVR (Recompressão Mecânica de Vapor).

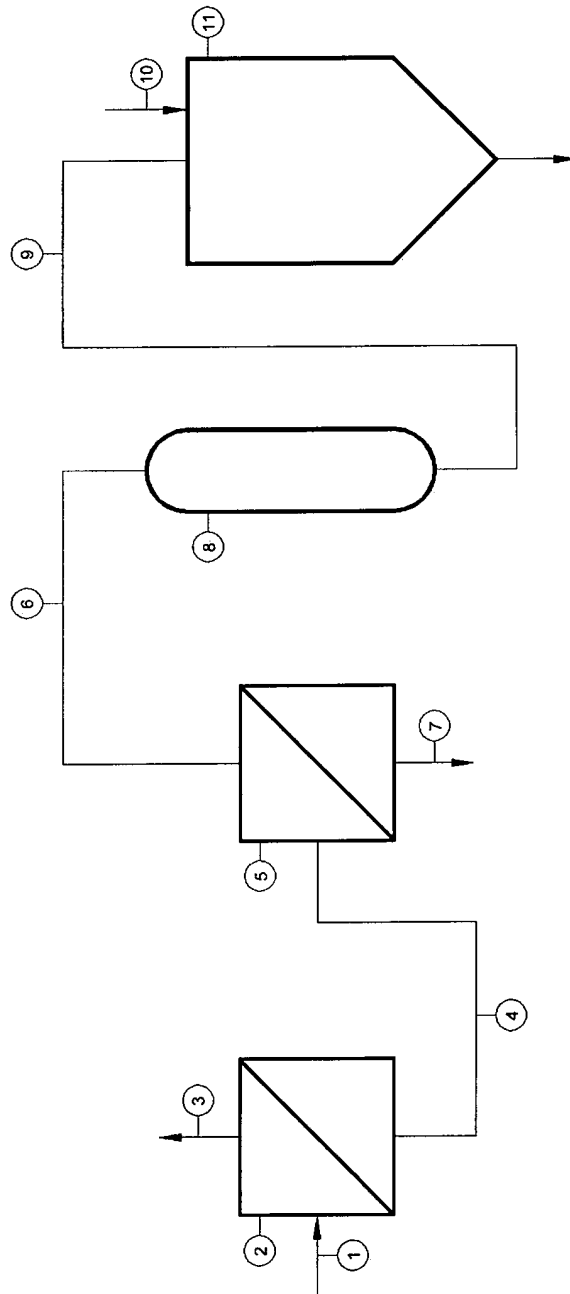
22. Planta de acordo com a reivindicação 17, 18 , 19, em que a unidade de evaporação (8) compreende unidades de placas/tubular que fa-

zem uso de tecnologia instantânea ("flash").

23. Planta de acordo com a reivindicação 17, 18, 19, em que o secador (11) é um secador por atomização ou um secador instantâneo rotativo (*spin flash dryer*).

5 24. Planta de acordo com uma das reivindicações 17 a 22, em que a planta é dimensionada para receber mais de 100 m³/hora de efluentes de processos, normalmente mais de 500 m³/hora.

25. Processo de acordo com a reivindicação 12 ou 13, em que a matéria seca resultante tem alto teor de potássio.

**Fig.1**

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO E SISTEMA PARA CONVERTER GRANDES QUANTIDADES DE EFLUENTES DE PROCESSOS EM ÁGUA E FERTILIZANTE"**.

5 A presente invenção refere-se a um processo e a um sistema para converter efluentes de processos proveniente da produção de açúcar, bioetanol e biodiesel em água substancialmente purificada e em um pó que contém o rejeito. Para se conseguir os objetivos do presente processo é previsto um processo para converter efluentes de processos em estado líquido

10 em água de processo e fertilizante que compreende as seguintes etapas: filtração dos efluentes de processos para remover os resíduos sólidos de material, separação dos efluentes de processos em um filtrado e um rejeito; sujeitando-se o filtrado a evaporação formando dessa maneira um concentrado de componentes orgânicos e inorgânicos e separando água; adicionando um agente sequestrante ao filtrado da etapa de filtração antes ou durante a evaporação e secagem do concentrado da evaporação usando gás para secagem. Além disso, para se alcançar os objetivos da presente invenção é prevista uma planta para converter os efluentes de processos em estado líquido em água do processo e fertilizante, a planta compreendendo

15 unidades de filtração (2, 5) que tem uma entrada para efluentes de processos, uma saída para rejeitado e uma saída para filtrado, um tubo (6) através do qual o rejeitado de RO / NF pode escoar da unidade de concentração com membrana para uma unidade de evaporação (8), a unidade de evaporação (8) tendo uma entrada para rejeitado proveniente da unidade de concentração com membrana e uma saída para concentrado, uma posição para

20 adição de agente sequestrante colocada depois da unidade de concentração de membrana (2, 5) e antes ou em associação com a unidade de evaporação (8), uma unidade de secagem (11) que tem uma entrada para concentrado do evaporador e uma entrada (10) e uma saída para gás de secagem.

25