



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

(11) PI 0915121-4 B1

(22) Data do Depósito: 03/06/2009

(45) Data de Concessão: 14/06/2016



(54) Título: MÉTODO PARA PRÉ-TRATAR MATERIAL PRIMÁRIO DE PLANTA PARA A PRODUZIR BIOETANOL E AÇUCAR A PARTIR DE RECURSOS SACARÍFEROS E LIGNOCELULÓSICOS

(51) Int.Cl.: C08H 8/00; C12P 7/10; C13B 10/02; C13B 10/08; D21C 3/00; D21C 3/04; D21C 3/20; D21C 3/22

(30) Prioridade Unionista: 23/06/2008 FR 08 54121

(73) Titular(es): COMPAGNIE INDUSTRIELLE DE LA MATIERE VEGETALE CIMV

(72) Inventor(es): BOUCHRA BENJELLOUN MLAYAH, MICHEL DELMAS, GÉRARD LEVASSEUR, THIERRY SCHOLASTIQUE

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA PRÉ-TRATAR MATERIAL PRIMÁRIO DE PLANTA PARA PRODUZIR BIOETANOL E AÇÚCAR A PARTIR DE RECURSOS SACARÍFEROS E LIGNOCELULÓSICOS**".

5 CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se à exploração de biomassa, e em particular ao uso não dietético de produtos agrícolas. A invenção refere-se em particular à produção de bioetanol a partir de material de planta.

A exploração de produções agrícolas de plantas, diferentes das
10 formas de produtos alimentícios que podem ser virtualmente consumidos diretamente por humanos ou animais, exige uma grande quantidade de investimento industrial, em particular para a produção de plantas para converter no material primário de planta.

Assim, para o propósito de produção de açúcar a partir de recursos
15 sacaríferos, tais como beterraba ou cana-de-açúcar, é necessário ter uma refinaria de açúcar, cuja utilização anual atual, dependendo do material primário de planta usado, varia de 2400 a 3600 horas/ano.

Fora destes períodos de produção, que correspondem a períodos de produção agrícola de material primário da planta de interesse, as instalações não são usadas.
20

Muitos métodos de produção têm sido otimizados a fim de, em particular, reduzir custos de produção e aumentar a exploração industrial, por exemplo, no contexto da produção de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar ou beterraba.

25 Quer isto envolva o uso de cana-de-açúcar ou beterraba, a operação cujo propósito é extrair dos mesmos, através de difusão, um suco de açúcar (para a produção de açúcar e de bioetanol) exige que água aquecida seja circulada em contracorrente ao material de planta.

Do mesmo modo, durante a extração do suco de açúcar a partir
30 da cana-de-açúcar, é injetado um vapor de água a fim de facilitar a extração do suco de açúcar.

Um exemplo disto é dado no documento FR-A-2,605,644, o qual

propõe melhorias ao princípio de extração através da difusão a partir de lascas de beterraba para assim, no fim deste pré-tratamento, produzir um suco de açúcar que é transferido para a produção de açúcar, as lascas em seguida são sujeitas a uma segunda extração através de difusão para assim produzir um suco de açúcar destinado à fermentação, para posterior tratamento do mesmo em uma destilaria.

Entretanto, estes métodos otimizados não fornecem qualquer solução para o problema do baixo uso anual de fábricas de produção de açúcar e destilarias.

Além disso, os processos para produção de um suco de açúcar a partir de cana-de-açúcar ou beterraba, os quais já foram mencionados acima, resultam na produção de resíduos que, no caso da beterraba, são chamados borras ou polpas, os quais são resíduos fibrosos molhados que deixam a fase de difusão e que usualmente contém menos do que 10% de sólidos, e cuja secagem pode em particular torná-los uma possível fonte de alimentação para o gado, que constitui o principal uso destes resíduos.

No caso da produção de suco de açúcar a partir de cana-de-açúcar, o resíduo, chamado bagaço, é um resíduo fibroso que é, atualmente, usado como combustível pela própria companhia de produção de açúcar, ou de outro modo em estações de energia, nas quais o bagaço constitui o material primário para ser queimado (estação de energia acionada por bagaço/acionada por carvão). Este uso como material primário em uma estação de energia significa, dada a sazonalidade das temporadas de colheita da cana-de-açúcar, que devem existir consideráveis meios para a armazenagem do bagaço.

O proprietário do presente pedido tem, além disso, projetado e desenvolvido um método para pré-tratar um material primário de planta lignocelulósica para obter um material pré-tratado que possa ser hidrolisado e fermentado para a produção de bioetanol.

Este método torna possível, sob condições particularmente econômicas e eficientes, produzir bioetanol industrialmente a partir de recursos lignocelulósicos, constituídos, por exemplo, por plantas inteiras ou partes

destas plantas (hastes, cascas, etc.) ou coprodutos de processos industriais dos quais a produção é o objetivo (trigo, arroz, palha de cevada, bagaço de cana-de-açúcar, bagaço de sorgo de açúcar, etc.)

5 Este método de pré-tratamento é descrito e representado no Pedido de Patente Francês de Nº 08 50458 depositado em 25 de janeiro de 2008.

No contexto destes estudos de pesquisa e desenvolvimento, o proprietário foi capaz de observar que, atualmente, não existe solução que torne possível reduzir o investimento industrial inicial para a produção de
10 açúcar e/ou de bioetanol a partir de duas categorias principais de material primário de planta que os recursos sacaríferos e recursos lignocelulósicos constituem.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

15 Com este objetivo, a invenção propõe um método para pré-tratar material primário de planta para o fim de produzir bioetanol e/ou açúcar por meio de uma câmara comum para pré-tratar o material de planta, que compreende:

- pelo menos uma entrada à jusante para introduzir material de planta para ser pré-tratado dentro da câmara de pré-tratamento comum;
- 20 - pelo menos uma saída à jusante para descarregar o material de planta pré-tratado da câmara de pré-tratamento comum;
- meios para circular o material de planta de montante para jusante;
- meios para colocar o material de planta em contato com o líquido de pré-tratamento que circula sobre tudo, de jusante para montante, na direção
25 oposta à direção de circulação do material de planta dentro da dita câmara de pré-tratamento;
- e meios para recuperar, por um lado, a fase sólida e, por outro lado, a fase líquida que contém em particular pelo menos uma parte do líquido de pré-tratamento;
- 30 caracterizado pelo fato de que:
 - durante um período, o material de planta a ser pré-tratado introduzido dentro da câmara de pré-tratamento comum é um material primário de planta

lignocelulósica (por exemplo, palha), o dito pré-tratamento do qual é destinado a separar a celulose, as hemiceluloses e as ligninas contidas neste material primário de planta lignocelulósica para assim obter um material de planta pré-tratado que possa ser hidrolisado e fermentado para a produção de bioetanol;

- 5
- durante outro período, o material de planta a ser pré-tratado, introduzido dentro da câmara de pré-tratamento comum, é um material primário de planta sacarífera (por exemplo, cana-de-açúcar ou beterraba), o dito pré-tratamento do qual é destinado a extrair do mesmo, através de difusão, um
- 10
- suco de açúcar para a produção de açúcar e/ou de bioetanol.

Em virtude do método de acordo com a invenção, é assim possível, por meio da mesma instalação industrial, e como uma função da disponibilidade sazonal de uma categoria ou outra de material primário de planta, ou seja, de recursos sacarídeos ou de recursos lignocelulósicos, usar a

15

instalação correspondente em tempo integral ou virtualmente em tempo integral, ou seja, aproximadamente 8000 horas/ano.

De acordo com outras características da invenção:

- durante o dito um período, o líquido de pré-tratamento é uma mistura que contém ácido fórmico e água a uma temperatura de entre 95°C a 110°C;
- 20
- durante o dito outro período, o líquido de pré-tratamento é água a uma temperatura acima de 70°C;
 - o dito estágio de pré-tratamento é executado a uma pressão atmosférica, ou a uma pressão levemente reduzida;
 - durante o dito um período, o material de planta a ser pré-tratado é uma
- 25
- parte da fase sólida recuperada no final do dito outro período.

A invenção também propõe uma instalação para implementar o método de acordo com a invenção, caracterizada pelo fato de que a mesma compreende pelo menos uma dita câmara de pré-tratamento comum e meios para preparar o material primário de planta para assim converter o mesmo no dito material de planta a ser pré-tratado, em particular através de cortar o mesmo.

30

Para o propósito de permitir o pré-tratamento do material primário-

rio de planta lignocelulósica por meio de um líquido de pré-tratamento que contém ácido e água, a invenção propõe uma instalação caracterizada pelo fato de que a câmara de pré-tratamento comum é uma câmara vedada na qual o material de planta a ser pré-tratado circula.

5 BREVE DESCRIÇÃO DA FIGURA

Outras características e vantagens da invenção irão emergir da leitura da descrição detalhada que segue e, para o entendimento da qual, será feita referência ao desenho em anexo no qual:

- a figura é uma representação esquemática de uma modalidade ilustra-
10 tiva de uma instalação de pré-tratamento de acordo com os ensinamentos da invenção, e dada a título de exemplo não limitante.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA FIGURA

Na descrição a seguir, todo elemento e componente idêntico, similar ou análogo será simbolizado pelas mesmas referências.

- 15 Os termos "longitudinal", "vertical" e "transversal" serão usados com referência ao triedro L, V, T indicado na figura.

A orientação montante-jusante também será usada para a circulação longitudinal do material de planta dentro da câmara comum, da direita para a esquerda, levando a figura em consideração, ao longo do eixo geométrico L.
20

A instalação 10 ilustrada esquematicamente na figura 1 compreende uma câmara de pré-tratamento¹² que tem o formato geral de uma câmara paralelepipedal retangular que é orientada longitudinalmente e substancialmente horizontal, por exemplo, com um leve acive de jusante para montante como ilustrado na figura 1.
25

A câmara de pré-tratamento 12 é vedada para assim evitar qualquer dissipação de vapor ácido na atmosfera, quando são usados ácidos no contexto do método de acordo com a invenção.

A câmara compreende uma entrada 14 à montante para alimentar material primário e uma saída à jusante 16 para expelir ou descarregar o material primário pré-tratado da câmara 12.
30

A pressão dentro da câmara de pré-tratamento é pressão atmos-

férica.

Dentro da câmara 12 está um transportador contínuo motorizado 18, cuja esteira 20, na parte superior, se move de jusante para montante, da direita para a esquerda, e recebe, na área de sua extremidade a montante, o material primário de planta MP para ser pré-tratado, que entra na câmara de pré-tratamento 12 através da entrada 14.

A esteira 20 do transportador contínuo 18 assim faz com que seja possível circular o material primário de montante para jusante dentro da câmara 12, a uma velocidade constante ou a uma velocidade controlada pelos meios de controle e acionamento, e também por meios não representados, para controlar a velocidade na qual o material primário MP é movido.

A esteira 20 se estende sobre uma dada largura transversal e é, por exemplo, constituída de uma camada corrugada feita de materiais resistentes a misturas ácidas.

O material primário MP é preferivelmente distribuído tão uniformemente quanto possível, por meios não representados, sobre a largura inteira da esteira 20 do transportador contínuo 18.

A esteira 20 é disposta na câmara de pré-tratamento 12 de tal forma que um líquido que alcança a face superior da esteira superior 20 possa fluir, por exemplo, lateralmente, em qualquer lado das bordas longitudinais da esteira, e/ou, a título de variante, através da esteira 20, que é ali perfurada para este fim.

A instalação 10 compreende um funil de carga 24 para alimentar a câmara de pré-tratamento 12 com material primário MP.

O funil de carga 24 é aqui conectado a entrada 14 através de um parafuso 26 para impulsionar o material primário para dentro do tubo 28 conectado a entrada 14.

Como ilustrado na figura 1, o funil de carga 24 pode ser conectado, através de tubulação 30, a um reservatório 32 que contém uma mistura de ácidos orgânicos a fim de, dependendo da categoria do material primário de planta a ser tratado, executar no funil de carga 24 um primeiro pré-tratamento do material primário MP através de pré-impregnação do material

primário. A taxa de fluxo para alimentar o funil de carga 24 com a mistura ácida de pré-impregnação pode ser controlada através de uma válvula solenoide 34.

Quando o material primário MP deixa a esteira superior 20 do transportador contínuo 18, o mesmo cai por gravidade dentro da saída 16 e é expelido através de um tubo de expulsão 36, esta parte, que é recuperada no fim do pré-tratamento, que constitui a fase sólida dentro do significado da invenção.

Adicionalmente à câmara de pré-tratamento 12, e aos meios para alimentar a dita câmara com material primário MP, a instalação 10 compreende, aqui sucessivamente de montante para jusante, uma série de n estações de pré-tratamento PT_i , com i entre 1 e n .

No exemplo ilustrado na figura 1, a quantidade de estações de pré-tratamento é igual a sete.

Deste modo, a primeira estação de tratamento a montante é a estação PT_1 , enquanto a última estação a jusante é a estação PT_7 .

Todos os componentes de uma estação PT_i serão representados pelas mesmas referências com o sufixo 'i'.

A função de cada estação de pré-tratamento PT_i é colocar junto temporariamente ou colocar em contato o material primário MP e um líquido de pré-tratamento.

A partir da figura, as várias estações de pré-tratamento consecutivas são definidas através de linhas verticais misturadas.

Cada estação de pré-tratamento PT_i compreende, dispostos verticalmente sobre a esteira superior 20 que transporta o material primário MP, meios para aspergir o material primário com líquido de pré-tratamento, por gravidade.

A título de exemplo não limitante, os meios para aspergir o material primário MP são aqui, em cada estação, constituídos de um balde G_i que, na figura, é ilustrado na posição de descanso e enchimento e que é capaz de bascular em seu eixo geométrico horizontal inferior para assim descarregar seu conteúdo verticalmente, e substancialmente sobre a largura

transversal inteira da esteira 20, sobre o material primário MP localizado na esteira superior 20 substancialmente perpendicular ao balde Gi.

A título de variante, a qual não é representada, os meios para aspergir o material primário em cada estação podem ser constituídos de
5 uma ou mais rampas para aspergir ou pulverizar o material primário através de gravidade, sempre de uma forma que garanta uma distribuição do líquido de pré-tratamento tão homogênea quanto possível.

Cada estação PTi também compreende meios para recuperar o líquido de pré-tratamento depois de este líquido ter passado através do ma-
10 terial primário MP, e ter em seguida fluído lateralmente sobre ambos os lados da esteira do transportador contínuo 20 e/ou passado através da esteira se a última for perfurada ou tiver um desenho com aberturas para este fim, com perfurações que são suficientemente pequenas em tamanho para permitir que apenas o líquido a ser recuperado passe através. Esta parte que é
15 recuperada no fim do tratamento constitui a fase líquida dentro do significado da invenção.

Os meios para coletar a fase líquida depois de a mesma ter passado através do material primário MP são aqui constituídos, em cada esta-
20 ção, de um coletor Ai o qual se estende transversalmente sobre a largura inteira da câmara de pré-tratamento 12 e, longitudinalmente, substancialmente sobre a extensão inteira de uma estação de tratamento PTi.

Uma instalação mais completa e mais detalhada é descrita es-
25 truturalmente e em termos operacionais no Pedido de Patente FR-A-2,885,371 em nome do proprietário, que diz respeito a uma instalação para implementar um método para produzir polpa de papel, ligninas e açúcares.

A instalação de pré-tratamento que acaba de ser descrita é me-
ramente um exemplo de vários projetos possíveis no contexto da implemen-
tação do método de acordo com a invenção.

De acordo com os ensinamentos da invenção, durante um perí-
30 odo PL, ou temporada, o material primário de planta a ser pré-tratado, que é introduzido dentro da câmara de pré-tratamento 12, é um material primário de planta lignocelulósica, enquanto que, durante outro período PS, o materi-

al primário de planta a ser pré-tratado introduzido na câmara de pré-tratamento 12, é um material primário de planta sacarífera.

5 Deste modo, a câmara de pré-tratamento 12 é uma câmara "comum" aos dois tipos de tratamento associados com as duas categorias de material primário de planta mencionadas acima.

De maneira similar, dependendo de cada um dos materiais a ser pré-tratado, pode ser possível fazer a instalação inteira comum, se os materiais primários de planta permitirem, isto é, fazer os meios para alimentar e expelir o material primário comuns.

10 Quando o estágio de pré-tratamento executado na câmara comum 12 diz respeito à material primário de planta lignocelulósica, o líquido de tratamento é uma mistura que contém, pelo menos em parte um ou mais ácidos e a câmara comum 12 é, para este efeito, uma câmara vedada a fim de evitar qualquer vazamento de ácidos para o exterior.

15 Quando o material primário de planta é um recurso sacarífero, normalmente não são usados ácidos, e o líquido de pré-tratamento é água aquecida, por exemplo, aquecida a uma temperatura de aproximadamente 70°C ou acima.

20 Quando o líquido de pré-tratamento é uma mistura que contém ácido, e em particular ácido fórmico, e água, o dito líquido é usado a uma temperatura de entre 95°C e 110°C.

As operações de pré-tratamento são preferencialmente executadas a pressão atmosférica, ou a uma pressão levemente reduzida.

25 O fato de que uma câmara de tratamento comum é usada significa que é possível mudar muito facilmente, com uma interrupção muito curta de operação da instalação (por exemplo, da ordem de um a dois dias) de um período de tratamento para outro período de tratamento, dependendo das estações e/ou das disponibilidades de materiais primários de planta lignocelulósica ou sacarífera.

30 Quando o material primário de planta pré-tratado é do tipo sacarífero, a fase sólida recuperada no fim do pré-tratamento para o fim de produzir o suco de açúcar pode, completa ou parcialmente e em particular de-

pendendo da planta usada, ser reusado como material primário de planta tipo lignocelulósica dentro da câmara comum 12 para assim sofrer uma etapa de pré-tratamento para obter um material de planta pré-tratado que pode ser hidrolisado e fermentado para a produção de bioetanol.

5 Deste modo, por meio da mesma instalação, e, por exemplo, no caso do uso de cana-de-açúcar, o bagaço - em vez de ser armazenado com vistas a seu uso como combustível - é reusado e explorado na forma de um material primário de planta lignocelulósica.

10 Esta exploração adicional da fase sólida derivada do pré-tratamento do material primário sacarífero é possível, seja qual for a planta usada, e o produto da mesma depende do conteúdo lignocelulósico da fase sólida recuperada.

15 Evidentemente, por exemplo, no caso de cana-de-açúcar, uma parte do bagaço pode, de uma forma conhecida, ser usado diretamente no contexto da instalação, em particular como combustível para aquecer os líquidos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para pré-tratar material primário de planta para o propósito de produzir bioetanol e açúcar, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas consistindo em:

5 a) fornecer uma câmara comum (12) para pré-tratar o material de planta, a referida câmara comum compreendendo:

- pelo menos uma entrada à montante (14) para introduzir material de planta (MP) a ser pré-tratado dentro da câmara de pré-tratamento comum;

- pelo menos uma saída à jusante (16) para descarregar o material de planta pré-tratado da câmara de pré-tratamento comum (12);

10

- meios (20) para circular o material de planta de montante para jusante;

- meios (Gi) para colocar o material de planta em contato com o líquido de pré-tratamento que circula sobre tudo, de jusante para montante, na direção oposta à direção de circulação do material de planta dentro da dita câmara de pré-tratamento;

15

- e meios para recuperar, por um lado, a fase sólida e, por outro lado, a fase líquida que contém em particular pelo menos uma parte do líquido de pré-tratamento;

b) durante um período (PL), introduzir dentro da câmara de pré-tratamento comum (12) um material primário de planta lignocelulósica, e conduzir o dito pré-tratamento para separar a celulose, as hemiceluloses e as ligninas contidas no dito material primário de planta lignocelulósica para assim obter um material de planta pré-tratado que possa ser hidrolisado e fermentado para a produção de bioetanol; e

20

c) durante outro período (PS), introduzir um material primário de planta sacarífera (MP) dentro da câmara de pré-tratamento comum (12), e conduzir um pré-tratamento para extrair do mesmo, através de difusão, um suco de açúcar para a produção de açúcar e de bioetanol.

25

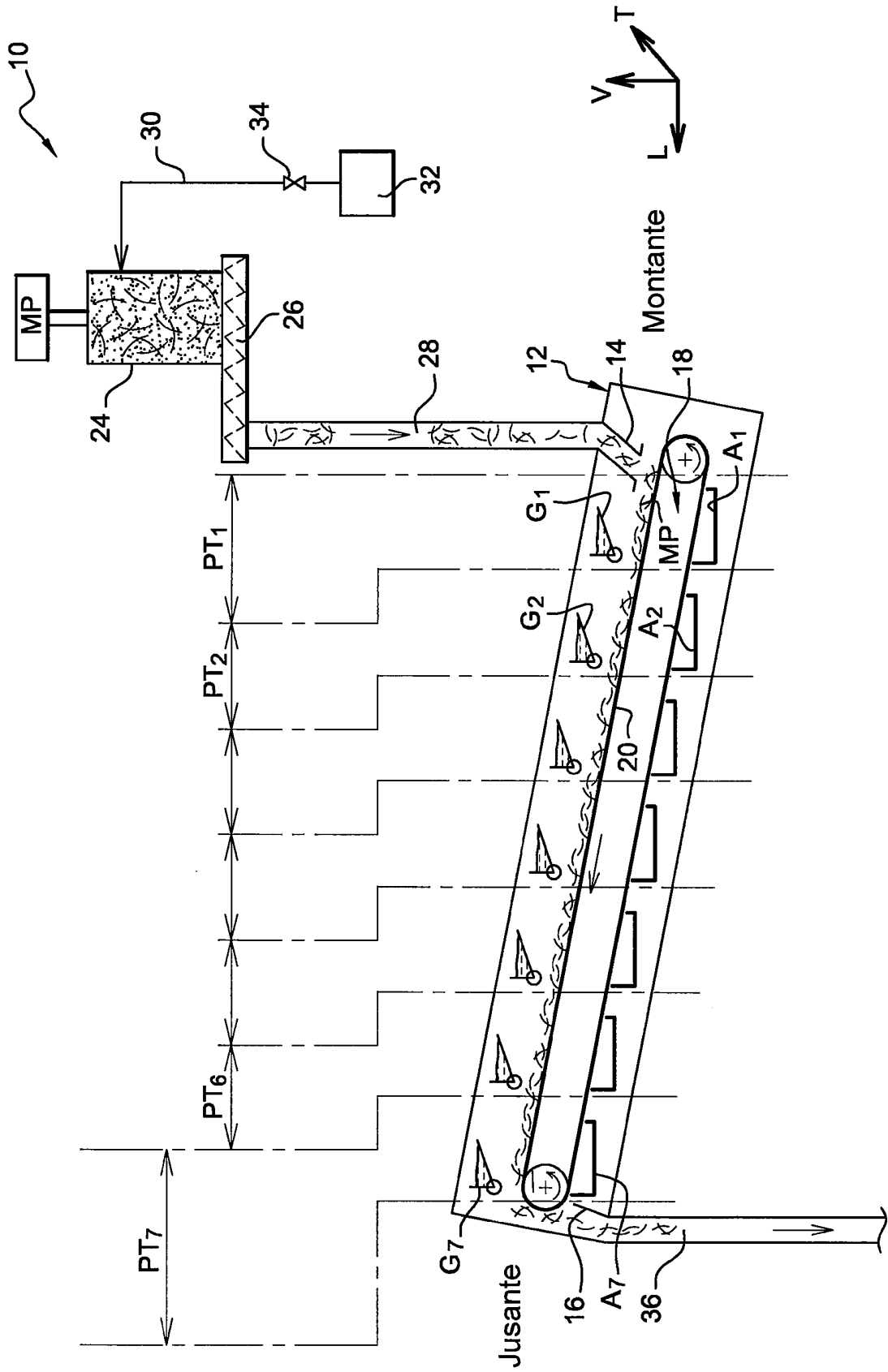
2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, durante o dito um período (PL), o líquido de pré-tratamento é uma mistura que contém ácido fórmico e água a uma temperatura de entre 95°C a 110°C.

30

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que, durante o dito outro período (PS), o líquido de pré-tratamento é água a uma temperatura acima de 70°C.

5 4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que, o dito estágio de pré-tratamento é executado a uma pressão atmosférica, ou a uma pressão levemente reduzida.

10 5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que, durante o dito um período (PL), o material de planta a ser pré-tratado é uma parte da fase sólida recuperada no final do dito outro período.



RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA PRÉ-TRATAR MATERIAL PRIMÁRIO DE PLANTA PARA PRODUZIR BIOETANOL E AÇÚCAR A PARTIR DE RECURSOS SACARÍFEROS E LIGNOCELULÓSICOS"**.

5 A presente invenção refere-se a um método para pré-tratar material primário de planta para o propósito de produzir bioetanol e/ou açúcar por meio de uma câmara comum (12), caracterizado pelo fato de que: - durante um período, o material de planta (MP) introduzido dentro da câmara de pré-tratamento comum é um material primário de planta lignocelulósica, o
10 pré-tratamento do qual é destinado a separar a celulose, as hemiceluloses e as ligninas para assim obter um material de planta pré-tratado que possa ser hidrolisado e fermentado para a produção de bioetanol; -durante outro período, o material de planta (MP), introduzido dentro da câmara de pré-tratamento comum, é um material primário de planta sacarífera, o pré-
15 tratamento do qual é destinado a extrair do mesmo, através de difusão, um suco de açúcar para a produção de açúcar e/ou de bioetanol.