

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

(21) **PI0900363-0 A2**

(22) Data de Depósito: 02/02/2009
(43) Data da Publicação: 26/10/2010
(RPI 2077)



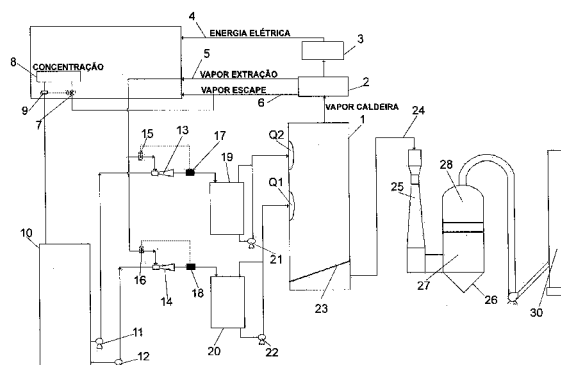
(51) *Int.Cl.:*
C10B 57/04
C10L 7/02
F24H 1/00

(54) Título: **PROCESSO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS VEGETAIS, EQUIPAMENTO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS VEGETAIS, CALDEIRA GERADORA DE VAPOR**

(73) Titular(es): IMCOPA-IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E INDÚSTRIA DE ÓLEOS S.A.

(72) Inventor(es): PAULA FERNANDES DE SIQUEIRA

(57) Resumo: PROCESSO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS VEGETAIS, EQUIPAMENTO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS VEGETAIS, CALDEIRA GERADORA DE VAPOR. A presente invenção trata de um processo de queima de resíduos industriais vegetais, de um equipamento de queima de tais, e de uma caldeira (1) geradora de vapor que aproveita a capacidade calorífica do resíduo para geração de energia sem poluir a atmosfera. O presente processo é realizado com controle de viscosidade dos resíduos, o que possibilita sua queima completa, e o vapor gerado é aproveitado para geração de energia (4) através de um gerador (3).



PROCESSO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS
VEGETAIS, EQUIPAMENTO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS
VEGETAIS, CALDEIRA GERADORA DE VAPOR

A presente invenção relaciona-se à utilização de resíduos industriais vegetais como combustível, sendo que esses resíduos até o presente nunca foram considerados para essa finalidade. Em um primeiro aspecto, a invenção visa um processo de queima de resíduo industrial vegetal, para aproveitamento de sua capacidade calorífica. Em outro aspecto a invenção trata de um equipamento adequado à queima de resíduo industrial vegetal como combustível, tipicamente utilizado em uma caldeira geradora de vapor.

Histórico da invenção

O texto que segue faz referência a melaço e vinhaça de soja, sem, no entanto excluir qualquer outro resíduo de características semelhantes, que contenham qualquer tipo de açúcares (ex. cana de açúcar), ou substâncias (ex. amido) que possam ser hidrolisadas em açúcares, como por exemplo, milho, beterraba, batata, mamona, canola, gergelim, amendoim, dendê, algodão, casca de laranja, girassol, etc., conhecidos do homem da técnica e para os quais eventuais adaptações para a realização da invenção são efetuadas sem necessidade de testes exploratórios.

Conforme significado aqui empregado, "melaço" é um resíduo de açúcar separado, por exemplo, por destilação, do solvente líquido utilizado para lavar o farelo resultante do esmagamento de um vegetal (grão, semente, cascas, etc.).

Como é bem sabido, para obtenção de óleo de soja, faz-se a prensagem ou extração de grãos de soja, separando-se o óleo da torta de sólidos. A torta, por sua vez, é submetida a um tratamento térmico, seca, resfriada e armazenada para posterior comercialização. Este processo produz um Farelo de soja que dependendo da separação de casca pode variar de 44 a 50% de proteína (umidade 12,5%).

O processo para obtenção de concentrado protéico consiste em uma etapa a mais de extração. O farelo citado acima e submetido a uma extração com uma mistura de água e álcool, obtendo-se o concentrado protéico (proteína 65 a 74% base seca) e a micela. O concentrado passa por uma

prensagem, por um tratamento térmico, seco, resfriado e armazenado. Ele é utilizado principalmente para fabricação de ração animal. A micela, que é uma mistura de açúcares, água e álcool, segue para destilação, separando-se primeiro o álcool do líquido restante o qual retorna para o processo. Em seguida
5 passa por uma concentração para remover a maior parte da água obtendo-se o melaço entre (30% - 80% de sólidos)

O melaço da soja contém alto teor de açúcares transformáveis em álcool e pode para tanto ser submetido à fermentação. O resíduo dessa fermentação é o que se denomina de vinhaça. Esta vinhaça contém
10 principalmente resíduos de açúcares, farelinhos que são muito pequenos para serem captados por filtro, residual de lipídeos e cinzas. O melaço da cana de açúcar também contém açúcares facilmente transformáveis em álcool por fermentação tradicional. Tanto a vinhaça gerada no processo de obtenção de álcool da cana como também o melaço de cana podem ser concentrados para
15 serem usados como combustíveis vegetais tais como o melaço e a vinhaça da soja.

É conhecida a aplicação do melaço de soja como aditivo em ração animal. Entretanto, a maior parte desse melaço é um resíduo que até agora tem sido considerado um subproduto indesejável pela dificuldade de comercializá-lo
20 e pela falta de espaço para armazenamento.

Uma opção para o descarte do melaço seria sua queima. No entanto, não é possível sua queima nos dispositivos convencionais sem que sejam feitas várias adequações que foram sendo descobertas conforme se seguia a queima do melaço por um período maior, sendo possível identificar os
25 problemas. Uma série de problemas apareceram, os quais impediam a queima por mais que 2 horas deste resíduo: não se conseguia aquecer o melaço para ser atomizado no queimador, não se conseguindo um controle de temperatura, concentração e viscosidade, sendo estes parâmetros de extrema importância para a atomização e conseqüente controle da combustão. Estas dificuldades
30 impediam que fosse enviado o melaço para dentro do queimador, impedindo a realização de testes para determinação de qual concentração, temperatura e viscosidade seriam as melhores para se obter uma combustão completa.

No processo de queima do óleo BPF não é necessário controlar

viscosidade e concentração, pois estes parâmetros são garantidos pelo fornecedor do combustível. Não existe a dificuldade no aquecimento, pois os trocadores de calor convencionais conseguem aquecer o óleo sem problemas de incrustação e cristalização dos açúcares.

5 Para alguns resíduos, tal como o melaço, isso não ocorre, pois quando o açúcar passa de aproximadamente 60 graus, queima, cristalizando e conseqüentemente virando carvão, este carvão incrusta na tubulação interna do trocador, perdendo-se o combustível e impedindo a queima. Com temperaturas abaixo de 60 a combustão é incompleta, pois não possibilita aquecer o melaço
10 da forma necessária, nem manter viscosidade em um valor entre 50 a 70 centistokes. Este valor foi encontrado após se fazer uma bateria de testes e medições de O₂, CO₂ e CO.

A solução encontrada foi injetar vapor direto no melaço, com alta velocidade através de injetores, obtendo-se seu aquecimento até cerca de 100
15 graus sem apresentar qualquer tipo de problema que, seguido de um viscosímetro mede a viscosidade em tempo real mandando um sinal para abrir ou fechar uma válvula de controle de vapor no injetor, conforme o set point adotado. Este melaço segue para um tanquinho pulmão e é enviado direto para o queimador. Estes controles possibilitaram o desenvolvimento do presente
20 processo de queima, com uma melhor temperatura, viscosidade e concentração do melaço.

Outro problema encontrado, devido a queima do melaço, é a geração de uma cinza branca altamente solúvel e higroscópica. Esta cinza impregnava em todas as áreas de troca térmica da caldeira bem como em
25 dutos, exaustores (fornalha, evaporador, super aquecedor). Esta cinza vai se acumulando nas áreas de troca e no passar de duas horas a temperatura dos gases na saída na fornalha, que nunca deveria passar de 420° C, chegava a valores de 550° C. O acúmulo também acontece nas áreas que não são mais de troca térmica como: dutos de saída da caldeira, pré-ar, economizadores,
30 multiciclone, exaustores. Este acúmulo com o passar do tempo vai aumentando e a perda de carga em todos estes equipamentos, consumindo todo o exaustor e impossibilitando a queima por mais de uma semana.

A solução encontrada para a impregnação nas áreas de troca

térmica (fornalha, evaporador, super aquecedor) foi a instalação de sopradores de fuligem. Em cada área foi se determinado um modelo que teria um melhor rendimento. Foram testadas duas pressões de sopragem: 12 e 21 Kgf/cm². Verificou-se que com 12 Kgf/cm² a temperatura dos gases na saída da fornalha caia para 440° C e com 21 Kgf/cm² para valores de 390° C.

Nas áreas que não são mais de troca térmica como: dutos de saída da caldeira, pré-ar, economizadores, multiciclone, foram feitas coifas com roscas e válvulas rotativas removendo estas cinzas diretamente para uma caçamba.

Após os ajustes desses parâmetros obteve-se um bom resultado.

Outra característica do melaço é que sua queima ocorre com emissão de muitos poluentes, causando danos ao meio ambiente. Além disso, só é possível sua queima em altos fornos, a uma temperatura de cerca de 1300 graus centígrados, que é um procedimento dispendioso, sem qualquer vantagem no ciclo de aproveitamento do vegetal de origem.

Notou-se então que o processo de queima causava um outro problema, que era a emissão de fumaça com material particulado acima de 5000 mg/m³ de gás, com arraste de um pó fino branco (cinzas) diretamente para a atmosfera, fora dos limites permitidos por lei.

De forma diferente de outros combustíveis de biomassa, cuja maior parte das cinzas é insolúvel, as cinzas do melaço são solúveis, daí a solução para evitar sua emissão na atmosfera ter de ser diferente.

Uma primeira tentativa de redução dessa emissão de particulados foi a utilização de um multiciclone e um lavador de gases com bicos spray de água. No entanto, ao se realizar nova queima do melaço, notou-se que o multiciclone mais o lavador de gases conseguiram reduzir o particulado dos gases de 5000 mg/Nm³ para 2500 mg/Nm³, mas não atingiu os 400 mg/Nm³ exigidos pelo IAP. Notou-se também que com o passar do tempo a cinza branca entupia o multiciclone, sendo que a única maneira de continuar era parando para lavar de 3 em 3 dias, ou seja, não deixando o processo contínuo, e inviabilizando o projeto.

Em continuidade do processo de queima verificou-se que isso ocorria porque o equipamento lavador de gases, muito comum na indústria de

álcool e açúcar, somente remove particulado insolúvel em água contido nos gases, de forma que os particulados solúveis passavam pelo lavador sem serem removidos.

Optou-se em arrancar o mult ciclone e trocar o tipo de lavador.

- 5 Utilizou-se então um lavador tipo venturi para fazer uma mistura muito eficiente dos gases com líquido promovendo tanto a captação de sólidos solúveis como de sólidos insolúveis, seguido de um separador ciclônico, um separador de gota e um separador de nevoa, instalados no topo do separador ciclônico. Uma lança de saturação foi instalada antes do venturi com o propósito de promover a
- 10 saturação dos gases da caldeira antes da entrada no venturi, os sólidos solúveis e insolúveis seriam captados neste ultimo, e o gás sairia do lavador saturado e com água contendo sólidos solúveis e insolúveis. A água excedente seria separada pelo separador ciclônico, as gotas maiores que 25 micras seriam removidas pelo primeiro separador de gotas, e as gotas (nevoa) maiores que 3
- 15 micras seguiam para serem separadas pelo separador de nevoa (Demister), arrastando consigo o particulado solúvel, e lançando na atmosfera os gases da queima do melaço com concentração abaixo da exigida pelo IAP.

Descrição da invenção

- Na busca de alternativas para utilização do melaço e/ou vinhaça,
- 20 particularmente para a soja, foi surpreendentemente verificado que esse resíduo pode ser queimado como combustível. De forma particular, o melaço e/ou a vinhaça de soja podem ser utilizados como combustível em caldeiras de geração de vapor, em substituição a combustíveis fósseis como óleo BPF ou qualquer outro normalmente utilizado para esse fim, com as vantagens de se
- 25 evitar o acúmulo de um subproduto até o momento considerado resíduo poluente de pouca utilidade, utilizando de forma vantajosa o poder calorífico do mesmo, gerando economia na substituição de combustíveis mais nobres e caros.

- Em um primeiro aspecto a presente invenção trata de um processo
- 30 de queima de melaço e/ou vinhaça, caracterizado pelas seguintes etapas:

- concentrar um melaço, vinhaça ou mistura destes, até obter teor de sólidos entre 30 e 85%;
- pré-aquecer entre 60 e 100°C, até que se atinja uma viscosidade

adequada à sua queima completa no queimador;

- queimar em um queimador de chama, por nebulização.

De forma particular, mas sem excluir qualquer outra condição, aplicam-se vantajosamente os seguintes aspectos:

- 5 - o melaço, vinhaça ou suas misturas, são de soja ou de cana de açúcar;
- o teor de sólidos do melaço, vinhaça ou suas misturas situa-se entre 60 e 80%;
- o pré-aquecimento é efetuado por injeção direta de vapor;
- o pré-aquecimento é feito até cerca de 100 °C; e,
- 10 - a viscosidade do melaço e/ou vinhaça aquecido situa-se entre 30 e 80cst (centistokes).

O queimador é do mesmo tipo normalmente utilizado para óleo BPF e gás, por exemplo Queimador Saacke SSB-S200 serie E-609 E-610.

- 15 Verificou-se que a obtenção de combustão completa do melaço e/ou vinhaça é favorecida nas faixas de viscosidade citadas, com variações esperadas em função da origem vegetal desse novo combustível. Verificou-se ainda que o poder calorífico obtido seja superior ao da queima de combustível sólido como cavaco.

- Dentro de outro aspecto da invenção, também está contemplado
- 20 um equipamento de queima de melaço, caracterizado por compreender:
 - um vaso de contenção de melaço e/ou vinhaça;
 - uma bomba para bombear o melaço e/ou vinhaça para um dispositivo de injeção direta de vapor;
 - um dispositivo de injeção direta de vapor dentro do melaço e/ou vinhaça;
 - 25 - um dispositivo de verificação e controle de viscosidade, associado ao dispositivo de injeção direta de vapor;
 - uma bomba para bombear o melaço e/ou vinhaça para um queimador; e,
 - um queimador de combustível líquido nebulizado.

- O equipamento da invenção tem o seguinte funcionamento: o
- 30 melaço e/ou vinhaça, com teor de sólidos entre 30 e 85%, é colocado em um vaso que permite seu aquecimento direto por vapor - o dispositivo injetor de vapor pode ser autônomo ou pode ser um dispositivo incorporado ao vaso. A viscosidade do melaço e/ou vinhaça é mais alta do que a adequada à queima

completa, assim injeta-se vapor até que a viscosidade baixe para a faixa adequada, tipicamente entre 40 e 80cst, após o que se bombeia o líquido para o queimador. O equipamento da invenção compreende um dispositivo de verificação e controle de viscosidade, por exemplo, um viscosímetro e um jogo
5 de tubulações e válvulas que podem retornar o líquido bombeado ao vaso caso a viscosidade esteja mais alta ou mais baixa, assim como um acionador específico com capacidade de agir sobre o injetor direto de vapor na massa de melaço e/ou vinhaça, aumentando ou diminuindo a quantidade de vapor para aumentar ou diminuir a viscosidade, conforme necessário. Dispositivos de
10 verificação e controle de viscosidade para esta finalidade são conhecidos do homem da técnica, de forma que seu detalhamento específico não é um aspecto essencial da invenção.

O dispositivo queimador de combustível líquido do equipamento da invenção é conhecido no estado da técnica, associado a um compressor de ar
15 para permitir a nebulização do combustível. De forma vantajosa, tal dispositivo também pode queimar concomitantemente combustível gasoso, como GLP, quando se desejar suplementar a queima do melaço e/ou vinhaça.

O equipamento da invenção é tipicamente associado a uma caldeira geradora de vapor. Nessa configuração, tal caldeira pode ser
20 multicomcombustível, pode conter vários queimadores do melaço e/ou vinhaça, sopradores de fuligem, etc. Tal caldeira pode ser dotada de uma variedade de dispositivos adicionais, tal como um sistema de controle de emissão de partículas sólidas, conforme a exigência legal da região onde o processo esteja sendo levado a efeito.

25 De maneira vantajosa, o vapor gerado na caldeira é enviado a uma turbina geradora de energia, que pode ser aproveitada no processo produtivo que gerou o resíduo vegetal, tornando o sistema fabril auto-suficiente.

Preferencialmente, o equipamento compreende ainda sopradores de fuligem que permitem a limpeza do interior da caldeira, por exemplo, uma vez
30 por hora, dispensando paradas para sua limpeza, melhorando a combustão.

De forma adequada, sem excluir qualquer outra, tal sistema de controle de emissão de partículas sólidas compreende minimamente um venturi dentro do qual os gases da queima e água são submetidos a contato intenso; e,

um separador ciclônico, um separador de gotas e um separador de nevoa para onde a névoa é enviada após a passagem pelo venturi.

Alternativamente à utilização de um venturi, tem-se um lavador com colunas de absorção ou bombeamento de água.

5 Será dado a seguir um exemplo de concretização da invenção, de cunho meramente ilustrativo, sem impor qualquer limitação ao seu escopo além daquele expresso nas reivindicações anexas. A imagem é esquemática, sem dimensões ou proporções que correspondam à realidade, uma vez que sua finalidade é apenas esclarecer didaticamente uma concretização da invenção.

10 Exemplo

A figura 1 anexa ilustra de forma esquemática uma instalação em que se ocorre a queima de melaço de soja, sua transformação em vapor em uma caldeira (1), extração em turbina (2) de vapor de 12Kgf/cm^2 e vapor de escape $1,5\text{ Kgf/cm}^2$; e, posterior geração de eletricidade (4) através de um gerador (3). A micela vinda da extração dos açúcares (não ilustrada) entra num aparelho de 4 estágios chamado de concentrador de melaço (8) que envia o melaço a um tanque pulmão (10). Com o auxílio de vapor a micela é concentrada até 80 brix antes de ser enviada ao tanque (10). A quantidade de vapor injetado no concentrador (8) é controlada por um medidor de brix (9), à

15 saída do concentrador (8), que abre ou fecha uma válvula de vapor (7) conforme a concentração desejada. Este melaço concentrado em 80 brix é então enviado para um tanque pulmão (10). O melaço é concentrado para remoção da água, pois o que interessa para a queima é a matéria seca (Carbono, Hidrogênio, Enxofre e Nitrogênio). Através de bombas (11) e (12) o melaço é enviado para

20 os tanquinhos (19) e (20) e para os injetores (13) e (14) aonde é aquecido por meio da injeção de vapor direto. A quantidade de vapor injetada é controlada pelas válvulas de controle (15) e (16) que recebe sinal dos medidores de viscosidade (17) e (18), respectivamente. Se a viscosidade está alta, os medidores (17) e (18) mandam abrir as referidas válvulas, e se está baixa

25 manda fechar, dependendo do set point escolhido. As bombas (21) e (22) bombeiam o melaço para os queimadores (Q2) e (Q1) com concentração, pressão, temperatura e viscosidade ajustadas.

Neste exemplo particular, o vapor gerado pela caldeira (1) tem

uma pressão de 42 kgf/cm^2 e sai por uma tubulação em direção a uma turbina (2), onde são extraídos os vapores de extração 12 kgf/cm^2 e de escape 1.5 kgf/cm^2 . Este rebaixamento da pressão do vapor é que possibilita a geração de energia elétrica (3). Têm-se assim duas linhas com vapor de extração de 12 kgf/cm^2 (5) e de escape de $1,5 \text{ kgf/cm}^2$ (6) direcionadas para a fabrica que gera o melaço.

A caldeira (1) também pode gerar vapor com outros combustíveis, pois é dotada de uma grelha (23) para o suporte de combustível sólido, como cavaco ou casca de soja.

Os queimadores (Q1) e (Q2) também são dotados de lanças que podem queimar gás.

A caldeira (1) é também dotada de um soprador de fuligem (não ilustrado), que é um injetor rotativo de vapor, voltado à remoção de eventuais incrustações no interior da caldeira.

Os gases resultantes da queima do melaço da caldeira (1) e seguem para um sistema de controle de material particulado.

Referido sistema de controle de material particulado é composto por uma lança de saturação (24), um lavador venturi (25), um separador ciclônico (26), um separador de gotas (27) e um separador de nevoa (28).

Ao sair da caldeira (1), os vapores da queima, através da lança de saturação (24), recebem uma quantidade de água que permite sua saturação. Após a saturação entram no lavador venturi (25), onde ocorre a lavagem captação de todo o material particulado, injetando-se água no lavador venturi (25). Os gases entram na parte inferior de um separador ciclônico (26), onde a força centrífuga separa a quantidade de água grossa injetada nestes Gases. Esta água sai com os sólidos insolúveis e uma parte dos sólidos solúveis. Os gases ainda continuam com gotas que solubilizaram o sólidos solúveis e que na saída da chaminé (30), se for feita a medição, aparece como material particulado. Ainda dentro do corpo do separador ciclônico (26), os gases passam por um separador de gotas (27) que capta gotas maiores que 25 microns, seguindo para um outro separador de nevoa (28) que captam gotas maiores que 3 micras. Assim, os gases que saem no separador ciclônico (26), estão dentro dos limites aceitados pelo órgão ambiental.

O homem da técnica, com o auxílio dos ensinamentos aqui trazidos, assim como do exemplo e da figura anexa, entenderá a invenção e poderá realizá-la de forma equivalente, não expressamente descrita, mas dentro das funções e do resultado conforme aqui aprendido, e que estão protegidos nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS VEGETAIS caracterizado pelo fato de compreender a etapas de:

5 a. concentrar um melaço, vinhaça ou mistura destes, até obter teor de sólidos entre 30 e 85%;

b. pré-aquecer entre 60 e 100°C, até que se atinja uma viscosidade adequada à queima completa no queimador; e,

c. queimar em um queimador de chama, por nebulização.

10 2. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o melaço, vinhaça ou suas misturas, são de soja, de cana de açúcar, ou outros resíduos que contenham açúcar ou substâncias que possam ser transformadas em açúcar através de hidrólises químicas ou enzimáticas.

15 3. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teor de sólidos do melaço, vinhaça ou suas misturas situa-se entre 30 e 80%.

4. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pré-aquecimento é efetuado por injeção direta
20 de vapor na massa de melaço e/ou vinhaça através de injetor.

5. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pré-aquecimento é feito até cerca de 100 °C.

6. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a viscosidade do melaço e/ou vinhaça aquecidos
25 situa-se entre 30 e 80 centistokes.

7. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o queimador é do tipo Saacke SSB-S200 serie E-609 E-610.

8. EQUIPAMENTO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS VEGETAIS caracterizado por compreender:

30 a. um tanque pulmão de melaço e/ou vinhaça (10), e dois tanques de melaço na viscosidade adequada para queima (19) e (20);

b. dois queimadores (Q1) e (Q2) de combustível líquido

nebulizado;

c. dois medidores de viscosidade ou temperatura (17) e (18) para medição de viscosidade ou temperatura do melaço e/ou vinhaça levado à queima;

5 d. dois dispositivos de injeção direta de vapor (13) e (14) dentro do melaço e/ou vinhaça;

e. Duas bombas (11) e (12) para bombear o melaço e/ou vinhaça para os injetores (13) e (14) e viscosímetros (17) e (18);

10 f. duas válvulas de controle para controlar a quantidade de vapor injetada no melaço ou vinhaça (15) e (16)

g. Duas bombas (21) e (22) para bombear o melaço e/ou vinhaça para os queimadores (Q2) e (Q1), respectivamente.

15 9. EQUIPAMENTO de acordo com a reivindicação 8 caracterizado pelo fato dos queimadores de combustível líquido (Q1) e (Q2), poderem queimar, concomitantemente, combustível gasoso.

10. CALDEIRA GERADORA DE VAPOR, caracterizada por compreender ao menos um equipamento de queima de melaço e/ou vinhaça conforme uma das reivindicações 8 ou 9.

20 11. CALDEIRA, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de ser multicomcombustível, sendo o combustível sólido cavaco ou casca de soja.

12. CALDEIRA, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por ser dotada de sopradores de fuligem.

25 13. CALDEIRA, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por ser dotada de um sistema de controle de emissão de partículas sólidas que compreende um sistema que remova material solúvel e insolúvel, constituído de um lavador venturi (25), um separador ciclônico (26) e separadores de nevoa (28).

30 14. CALDEIRA, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por ser dotada de um sistema de controle de emissão de partículas sólidas que compreende um lavador como colunas de absorção ou borbulhamento um separador ciclônico (26) e separadores de nevoa (28).

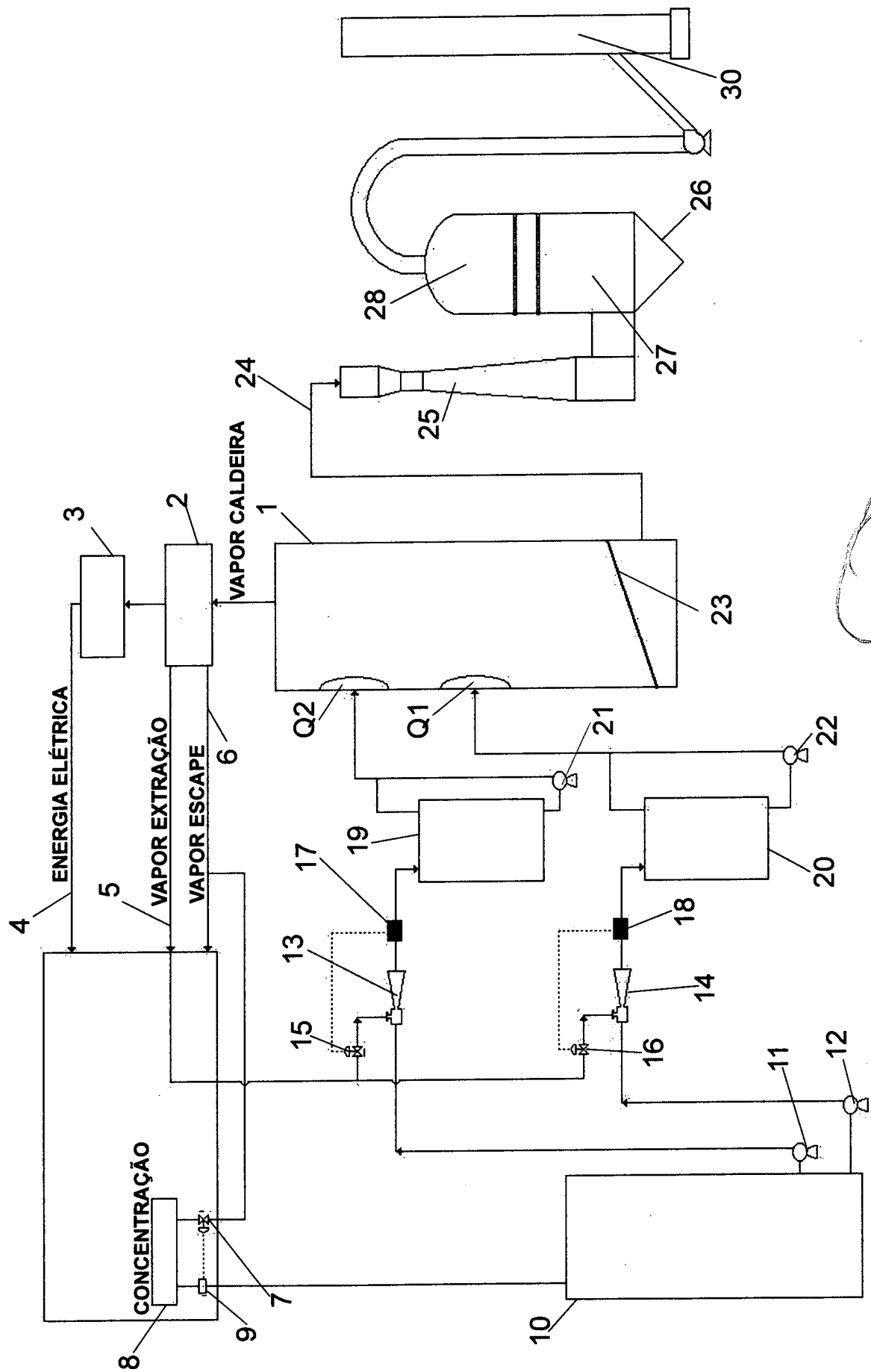


FIG. 1

RESUMO

PROCESSO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS
VEGETAIS, EQUIPAMENTO DE QUEIMA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS
VEGETAIS, CALDEIRA GERADORA DE VAPOR

5 A presente invenção trata de um processo de queima de resíduos
industriais vegetais, de um equipamento de queima de tais, e de uma caldeira
(1) geradora de vapor que aproveita a capacidade calorífica do resíduo para
geração de energia sem poluir a atmosfera. O presente processo é realizado
com controle de viscosidade dos resíduos, o que possibilita sua queima
10 completa, e o vapor gerado é aproveitado para geração de energia (4) através
de um gerador (3).