



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

(21) PI 1103492-0 A2



★ B R P I 1 1 0 3 4 9 2 A 2 ★

(22) Data de Depósito: 01/07/2011

(43) Data da Publicação: 30/07/2013
(RPI 2221)

(51) Int.Cl.:

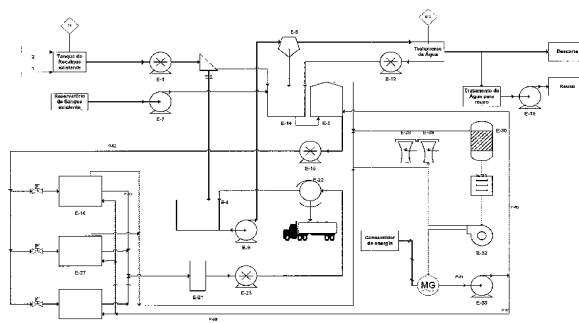
B09B 3/00

(54) Título: SISTEMA SUSTENTÁVEL E INTEGRADO DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DE UMA CADEIA DE INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E PROCESSO APLICADO AO SISTEMA SUSTENTÁVEL

(73) Titular(es): Vale Soluções em Energia S.A - VSE

(72) Inventor(es): Frederico de Rezende Martins, Guilherme Maia de Queiroz Mariano, Leonardo Verbicaro Perdomo, Marcio Alexandrino Brasileiro, Nilvado Lúcio Gelmini, Robson dos Santos, Thais Balbi Fraga

(57) Resumo: SISTEMA SUSTENTÁVEL E INTEGRADO DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DE UMA CADEIA DE INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E PROCESSO APLICADO AO SISTEMA SUSTENTÁVEL. Descreve-se um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos em uma cadeia de indústria alimentícia, a qual é composto por unidades de captação de resíduos, de tratamento primário (3), de purificação de água (4), de biodigestão (5) e de geração de calor e de potência (6). Por meio das ditas unidades é possível que uma quantidade pequena de água externa seja consumida pelo presente sistema e que ainda seja gerada energia térmica e elétrica que é consumida pela própria indústria, a qual minimiza impacto ambiental na cadeia produtiva de alimentos. Ainda, a invenção compreende um processo aplicado ao dito sistema sustentável.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA SUSTENTÁVEL E INTEGRADO DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DE UMA CADEIA DE INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E PROCESSO APLICADO AO SISTEMA SUSTENTÁVEL**".

5 A presente invenção refere-se a um sistema de tratamento de dejetos ou resíduos de uma cadeia de indústria de alimentos que minimiza impactos ambientais causados pela mesma e também a um processo para a aplicação do sistema.

Descrição do estado da técnica

10 Atualmente a produção de alimentos gera consideráveis impactos ambientais com os resíduos oriundos de sua operação. Essas indústrias podem ser de processamento de peixes, de abate e de aves, de frigoríficos ou até de alimentos de origem vegetal como, por exemplo, processamento de frutas.

15 Um frigorífico pode ser classificado como uma das indústrias supra que é voltado para a obtenção de carne, principalmente, de origem de animais de porte significativo, como, bovinos, suínos, aves ou até ovinos.

20 O impacto ambiental neste segmento industrial é de grande escala, pois a quantidade de animais abatidos é significativa. Assim, os animais que são conduzidos aos respectivos frigoríficos devem após a etapa de abate terem suas carcaças higienizadas através de diversos processos distintos até que se obtenha o produto final do animal, dentre eles podendo-se citar penas ou outros subprodutos que são utilizados nesse segmento industrial.

25 Ocorre que o aproveitamento do animal não é de 100% gerando subprodutos que não possuem, a priori, destinação comercial, como, por exemplo, algumas vísceras indesejadas, sangue, gordura e afins. Com isso, muitos desses subprodutos são moídos e/ou estão misturados a água para que possam ser transportados para outro local que não a linha de produção
30 de um frigorífico propriamente dita. Em outras palavras, são dejetos que merecem respectivo tratamento, os quais representam um passivo indesejado para frigoríficos ou de respectivos locais que processam carne animal ou

alimento de origem vegetal.

O atual estado da técnica possui alguns recursos para minimizar o impacto de todos os dejetos oriundos dessa atividade industrial. Por exemplo, alguns manejos ou processos conhecidos e direcionados a frigoríficos serão comentados a seguir.

No entanto, deve-se frisar que os dejetos de frigoríficos citados podem ser usualmente classificados de duas maneiras. Dejetos da linha verde e dejetos da linha vermelha. O primeiro tipo refere-se a subprodutos que não estão a priori contaminados com sangue animal, ou seja, são aqueles que primordialmente são retirados do animal antes que haja uma contaminação substancial com sangue. A linha verde é principalmente composta por excrementos ou outras substâncias que estão relacionadas ao tratamento do animal ante do abate e a seu conteúdo estomacal. Já os subprodutos da linha vermelha são aqueles oriundos de etapas preferencialmente posteriores ao do abate e limpeza de áreas do frigorífico, o que necessariamente envolve o contato/ contaminação com sangue.

Existe esta separação de linhas no estado da técnica, pois cada uma delas deve ser tratada de forma diferenciada face suas propriedades físico-biológicas que são bastante distintas.

De qualquer maneira, após o tratamento inicial tanto os efluentes da linha verde quanto da linha vermelha recebem tratamento biológico em lagoas ou reatores anaeróbios para que diminuam respectivo impacto ambiental face aos altos teores de matéria orgânica que possuem os ditos efluentes. Posteriormente, são descartados para respectiva rede de esgoto ou para rios.

Obviamente todo o tratamento que é realizado tanto na linha verde quanto da linha vermelha representam custos elevados para os frigoríficos minimizem impacto ambiental gerado. Isso porque a quantidade de água necessária e descartada para tal tratamento é muito alta, podendo-se citar um consumo aproximado de 3.000 litros de água tratada que é utilizada no abate e processamento de cada animal, neste caso um gado.

Nesse sentido, a água utilizada logo após cada uma das etapas

(verde e vermelha) detêm componentes sólidos que devem ser separados por peneira ou filtragem similar. O resíduo líquido é então destinado às ditas lagoas ou reatores anaeróbios e o sólido utilizado como adubação direta em plantios.

5 Ocorre que a referida adubação direta refere-se à colocação praticamente direta de resíduos orgânicos no solo, o que pode incorrer algumas vezes em uma adubação inadequada; assim, devido à quantidade produzida de sólido orgânico este pode incorrer em um impacto ambiental indesejado.

10 Não obstante, reitera-se que os subprodutos oriundos da linha verde e da linha vermelha não possuem valor comercial agregado, sendo na verdade, subprodutos que devem ter descarte cuidadoso e que geram altos custos para um frigorífico.

O acima exposto pode ser visualizado por meio da figura 1, na qual está presente um esquemático de um típico sistema de tratamento de efluentes que pode ser aplicado a frigoríficos ou também a linhas de produ-
15 ção de outra cadeia de indústria alimentícia que tenha descarte similar. Uma unidade de captação de resíduos A conhecida também na área técnica como linha verde recebe os resíduos provenientes de origem animal antes de respectivo abate e conteúdo estomacal. Já em uma unidade de captação
20 B, conhecida como linha vermelha, há a contaminação de sangue e de outras vísceras animais, pois são resíduos captados, preferencialmente, do animal após o abate.

Ambas as linhas de captação recebem tratamento de filtragem ou separação mecânica para que então possam ser processados em uma
25 unidade de flotação ou de peneira C. Nesta unidade C há uma separação de resíduos sólidos e líquidos de forma que os sólidos são separados para que sejam utilizados em uma adubação direta, ou seja, trata-se de um adubo orgânico empregado em plantio.

Já os resíduos líquidos ou pastosos são destinados a unidade
30 de lagoas D para que haja tratamento destes resíduos antes do descarte na rede de esgoto ou até em rios próximos ao local onde é realizado o tratamento.

Ocorre que neste tipo de processo não há qualquer tipo de reutilização da água que foi utilizada na cadeia produtiva, sendo que como mencionado acima a quantidade de água empregada é de considerável monta com respectivos impactos ambientais e também com altos custos de produção.

Não obstante, este tipo de tratamento, apesar de atender à atual legislação ambiental em vigor, provavelmente, não será mais adequado a padrões mais rígidos, ou seja, normas ou necessidades de mercado que demandem um menor impacto ambiental. Isso porque a forma pela qual estes resíduos são tratados incorrem na geração de gases que contribuem para o efeito estufa.

Algumas outras aplicações fazem uso de subprodutos de frigoríficos para a geração de biogás em biodigestores. Basicamente os biodigestores são alimentados com subprodutos de origem orgânica para que haja respectiva fermentação e decomposição de tal matéria orgânica, principalmente, excremento animal. Tal gás é então aplicado para a geração de energia elétrica ou até mesmo térmica, ou seja, pode ser acoplado um motor de combustão interna à linha de produção de biogás, o qual por sua vez é conectado a um gerador de energia elétrica. Com isso, por meio de um subproduto de origem orgânica é possível que seja gerada energia elétrica ou térmica pela queima dos gases havendo, portanto, respectiva cogeração. Os subprodutos oriundos deste processo é a rigor o CO₂ advindo da queima do biogás e fertilizante que foi processado em biodigestores que pode ser aproveitado para adubação.

Atualmente este tipo de geração de energia a partir de resíduos frigoríficos não é realizada de forma integrada com as demais unidades produtivas de frigoríficos. Isso porque os resíduos de frigoríficos são entendidos como um passivo e não um ativo. Isso se deve ao fato de que os frigoríficos após a retirada dos produtos das carcaças animais terem que dar destinação aos resíduos.

Com isso, em determinadas aplicações que visam minimizar o impacto ambiental de tais resíduos faz-se o emprego do transporte dos resí-

duos – muitas vezes por caminhão – até uma central que processa os respectivos subprodutos. Nesse sentido, não há o aproveitamento dos resíduos como algo que possa gerar receita dentro do próprio frigorífico e, ainda, o descarte gera custos.

5 Reitera-se que em toda a cadeia produtiva é necessário o emprego de grande quantidade de água, o que obviamente deve ser evitado, pois possui impacto ambiental expressivo. Para fins comparativos, a cadeia produtiva de um frigorífico de grande porte pode representar um consumo de água comparado a grandes cidades com população de mais de 5 milhões de habitantes.

10 Assim, importante frisar mais uma vez que a quantidade de água que é consumida, principalmente, no Brasil é de uma monta muito superior se comparada a outros países produtores de carne de origem animal. Isso se deve provavelmente ao fato de água ser um bem ainda abundante no Brasil, mas o descarte da abundante água contaminada também gera intempéries para frigoríficos e obviamente para o meio ambiente.

15 Nos modelos atuais de produção em um frigorífico seria utópico se cogitar um frigorífico com consumo de água mínimo se comparado a uma residência familiar pelo reaproveitamento de água contaminada e já utilizada na produção. Em outras palavras, a quantidade de água empregada em frigoríficos atualmente é de tamanha monta que seria totalmente inviável não se fornecer sempre nova quantidade abundante de água para a cadeia produtiva.

20 Além do emprego de água na cadeia de indústria alimentícia é importante salientar que em algumas centrais que processam os respectivos subprodutos é ainda adicionada água para que possa ocorrer a biodigestão para a obtenção de biogás.

25 Em síntese, um dos piores problemas enfrentados atualmente na cadeia produtiva de frigoríficos está ligado aos impactos ambientais que é gerado no abate e posterior tratamento das carcaças para a obtenção dos bens de consumo. Somando-se a isto há que se falar também no excessivo consumo de água que é simplesmente descartada.

30

Breve descrição da invenção

A presente invenção refere-se a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia. O sistema é composto por diversas unidades, sendo que as primeiras unidades que recebem resíduos de origem orgânica (ou vegetal que depende da aplicação específica) diluídos e misturados em água são as unidades de captação de resíduos.

Os resíduos contidos nestas unidades são então conduzidos conjuntamente a uma unidade de tratamento primário que realiza as primeiras etapas de separação dos resíduos/ efluentes.

Posteriormente, uma unidade purificadora de água recebe água suja da unidade de tratamento primário e uma unidade biodigestora lodo da unidade de tratamento primário.

A água recebida pela unidade purificadora de água é tratada e, posteriormente, utilizada em outras unidades de produção. Com isso, o consumo de água externo permitido pelo presente sistema é mínimo.

Não somente o consumo de água reduzido é obtido, mas também biogás através de lodo recebido pela unidade biodigestora, a qual também produz fertilizante mineralizado.

Por fim, o biogás produzido é fornecido a uma unidade combinada de geração de calor e de potência que transforma através de uma máquina térmica, como, por exemplo, um moto gerador ou turbo-gerador o biogás em energia elétrica e térmica.

Toda a água pode ser reutilizada, bem como a energia oriunda da unidade de geração de calor e de potência.

Além disso, a invenção ainda contempla um processo aplicado ao sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia. Neste processo, efluentes provenientes da cadeia de indústria alimentícia são transportados para uma peneira de efluente.

Por sua vez, sólidos e líquidos são divididos na peneira de efluente, sendo que os líquidos são acumulados em um tanque de equalização

para posterior alimentação em um flotador. Assim, envia-se a partir do flotador efluente pós-primário para um sistema de tratamento de água.

Em seguida direciona-se água proveniente do sistema de tratamento de água para descarte para a natureza e/ou para tratamento de água para reuso.

Sem prejuízo ao acima exposto, direciona-se lodo gerado pelo sistema para um tanque e posteriormente para pelo menos um biodigestor e em seguida, alimenta-se lodo mineralizado oriundo do biodigestor a um dispositivo de remoção de água que extrai água do lodo mineralizado.

Por fim, biogás gerado no biodigestor é conduzido a uma máquina térmica.

Descrição resumida dos desenhos

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos desenhos. As figuras mostram:

Figura 1 - é uma vista de um esquemático que representa o tratamento de resíduos do estado da técnica;

Figura 2 - é uma vista de um esquemático do sistema objeto da presente invenção;

Figura 3 - é uma vista do sistema da figura 2 interligado;

Figura 4 - é uma vista de um diagrama de uma primeira concretização da presente invenção;

Figura 5 - é uma vista de um diagrama de uma segunda concretização da presente invenção;

Figura 6 - é uma vista de um diagrama de uma terceira concretização da presente invenção.

Descrição detalhada das figuras

Como pode ser visto a partir da figura 2 um esquemático de blocos representa o sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos em um frigorífico. Apesar de o objeto exposto na figura 2 ser, a priori, aplicado a um frigorífico, destaca-se que este pode ser empregado em uma cadeia de indústria alimentícia de peixes, aves, ou, até mesmo, de proces-

samento de vegetais, como, por exemplo, frutas, desde que a corrente de entrada representada por 1 e 2 seja um resíduo deste segmento industrial. No entanto, a concretização da invenção em questão está direcionada a frigoríficos, o que não influencia no respectivo escopo de proteção.

5 O sistema é subdividido em diversas unidades que de forma integrada compõe o sistema que é aplicado a um frigorífico que possui reduzido consumo de água e de energia, ou seja, trata-se praticamente de um sistema fechado quanto ao consumo de energia e de água, o que obviamente minimiza os impactos ambientais causados por um frigorífico.

10 De forma análoga ao estado da técnica, o sistema compreende uma linha verde que é uma unidade de captação de resíduos de pré-abate 1, a qual é destinada ao tratamento dos animais antes do abate e com conteúdo estomacal envolvendo, assim, alguns locais do frigorífico, como, por exemplo, currais, locais destinados à condução dos animais, áreas de lava-
15 gens de equipamentos empregados no transporte dos animais, etc.

No processamento da linha verde se faz necessário o emprego de água para a remoção de resíduos, que são direcionados à unidade de captação de resíduos de pré-abate 1.

A unidade de captação de resíduos de pré-abate 1 é composta
20 de uma série de canaletas, ralos, sistemas de bombeamento, dentre outros equipamentos e instalações necessárias para o transporte da água que está misturada a todos os resíduos que tiveram contato com o animal no pré-abate.

Já em uma denominada linha vermelha que é uma unidade de
25 captação de resíduos de pós-abate 2 são captados resíduos oriundos de efluentes gerados no abate que podem ser compreendidos de vísceras, sangue, etc.

A unidade de captação de resíduos de pós-abate 2 é também
30 composta de uma série de canaletas, ralos, sistemas de bombeamento, dentre outros equipamentos e instalações necessárias para o transporte da água que está misturada a todos os resíduos que tiveram contato com o animal no pós-abate, principalmente, sangue.

Ressalta-se que a quantidade de água empregada tanto na unidade de captação de resíduos de pré-abate 1 quanto na unidade de captação de resíduos de pós-abate 2 é bastante significativa. Isso porque, por exemplo, toda a higienização é predominantemente realizada com água.

5 Com isso, têm-se as duas unidades 1 e 2 repletas de resíduos que estão muitas vezes misturadas a resíduos diluídos na água ou em suspensão. Nesse sentido, é necessário que os resíduos misturados à água sejam tratados para que possam ser utilizados em etapas e unidades subsequentes do presente sistema. Importante ainda frisar que as unidades 1 e
10 2 podem ser entendidas simplesmente como instalações de captação de resíduos, pois são compostas de uma série de equipamentos ou dispositivos que não estão necessariamente em um mesmo local do frigorífico.

Assim, em uma unidade de tratamento primário 3 são despejados tanto o conteúdo na unidade de captação de resíduos de pré-abate 1,
15 quanto o conteúdo da unidade de captação de resíduos de pós-abate 2. Diferentemente, do que é aplicado no estado da técnica, no sistema do presente invento é possível que ambas as linhas sejam tratadas em conjunto e não em separado como seria esperado por um técnico no assunto. Isso se deve ao fato de que no estado da técnica estes subprodutos das ditas linhas
20 são passivos indesejados que tem por finalidade o respectivo descarte.

Na dita unidade de tratamento primário 3 é realizado o peneiramento para a remoção de sólidos grosseiros.

Após o peneiramento na unidade de tratamento primário 3 é realizada uma equalização em um tanque de volume e forma definida para a
25 determinada aplicação, sendo que - diferentemente do estado da técnica - a equalização é realizada durante um tempo significativamente maior para que se tenha uma maior eficiência na flotação. Com isso, se obtém uma menor variação de vazão do produto fornecido ao equipamento de flotação. Note-se que o tempo maior é definido em função de alimentação constante
30 necessária para otimização da respectiva flotação.

Em seguida e ainda na unidade de tratamento primário 3, os efluentes são conduzidos para pelo menos um flotador que removerá a gordu-

ra ou outros sólidos flotáveis.

Como mencionado acima, ainda na unidade de tratamento primário 3, o resíduo é subdividido em lodo e água suja por peneiramento e flotação, ou seja, gera-se um fluxo de lodo 12 e outro fluxo de efluente pós-primário. A quantidade de sólidos/ resíduos dissolvidos em água que entram na unidade de tratamento primário 3 correspondem a uma parcela pouco significativa em massa desta mistura.

Primeiramente, será descrito a destinação do lodo e posteriormente a da água suja.

O lodo proveniente da unidade de tratamento primário 3 é menos diluído face em comparação ao efluente provindo do tratamento primário. Note-se que não é necessário a adição de água – que é também comum no estado da técnica – para que seja realizada a etapa seguinte em uma unidade biodigestora 5.

Na unidade biodigestora 5 o lodo é processado, sendo que como subprodutos diretos da unidade biodigestora 5 são obtidos (i) lodo mineralizado, ou seja, um lodo que continha um material orgânico após processamento na dita unidade 5 passará a conter um material substancialmente orgânico, e (ii) biogás oriundo da fermentação anaeróbica ocorrida dentro da unidade biodigestora 5.

O lodo mineralizado ao sair da unidade biodigestora 5 ainda possui uma parcela significativa de água, a qual é então removida, por exemplo, por centrífugas de maneira que o sólido remanescente após a centrifugação será um biofertilizante orgânico rico em nitrogênio, fósforo e potássio, o que é altamente recomendável para adubação de plantios.

Importante frisar que diferentemente do biofertilizante líquido, o biofertilizante sólido possui alto valor de mercado.

A água que sai das centrífugas na unidade biodigestora 5 é novamente inserida na unidade de tratamento primário 3 de modo que não se perca água durante o processo ocorrido dentro da unidade biodigestora 5 e que se tenha assim um sistema praticamente fechado no tocante à admissão de nova água.

O outro subproduto da unidade biodigestora 5 é o biogás, o qual é conduzido a uma CHP que é uma unidade combinada de geração de calor e de potência 6. Nesta unidade está presente uma máquina térmica, a qual utiliza como combustível o dito biogás. Por sua vez, esta máquina está acoplada a um gerador de energia elétrica podendo, desse modo, fornecer energia elétrica ao frigorífico. Dependendo da aplicação, a energia elétrica gerada com o biogás pode corresponder a 20 – 40% de toda a energia elétrica consumida pelo frigorífico, o que naturalmente reduz os custos de manutenção e produção.

Dependendo da aplicação e das operações que estão sendo realizadas no frigorífico, existe a possibilidade de o frigorífico não interromper a sua produção face à falta de energia elétrica, o que mais uma vez contribui para redução de custos de produção.

Há de se destacar ainda que é gerado calor pela máquina térmica da unidade combinada de geração de calor e de potência 6. O calor produzido pela máquina pode ainda ser utilizado em diversas aplicações que demandem aquecimento no frigorífico, como, por exemplo, o aquecimento de água que é utilizada em algumas etapas da linha vermelha para respectiva higienização ou até a utilização de água quente na unidade biodigestora 5 para aceleração das reações químicas que ali são realizadas.

Assim, pelo fato de 70 – 80% da demanda de energia do frigorífico ser térmica, a unidade combinada de geração de calor e de potência 6 pode reduzir ainda mais o custo de produção, já que pela cogeração de energia é possível se obter pela mesma quantidade de combustível biogás, energia elétrica e térmica.

Face ao exposto, verifica-se que com o reaproveitamento de resíduos que até então seriam nocivos ao meio ambiente, pode-se com o sistema, objeto da presente invenção, se minimizar drasticamente o impacto ambiental que um frigorífico pode gerar e ao mesmo tempo diminuir custos de produção.

Não somente a energia obtida inicialmente de uma fonte animal/vegetal é importante, mas também o tratamento de água que é realizado

no sistema do próprio frigorífico que passa a ser sustentável e integrado com todas as suas unidades de produção.

5 A água suja (efluente pós-primário), que seria usualmente descartada, proveniente da unidade de tratamento primário 3 é direcionada a uma unidade purificadora de água 4. Em uma primeira etapa que ocorre dentro desta unidade há a oxidação e filtração molecular da água suja. Adicionalmente, antes da primeira etapa citada é possível que um outro biodigestor, dentro de um sistema de tratamento 24, esteja adicionalmente presente para que otimize esta etapa. Com isso, ainda é gerado um lodo ativado e, eventualmente, na presença do biodigestor adicional, biogás, que são
10 respectivamente direcionados para a unidade biodigestora 5 e para a máquina térmica com gerador e, alternativamente, para outras finalidades que requeiram respectiva combustão/ energia térmica. Portanto, o lodo ativado pode receber o mesmo tratamento acima descrito para se transformar em biogás ou biofertilizante orgânico e, ainda, o biogás proveniente do biodigestor ser direcionado à unidade combinada geração de calor e de potência 6. A
15 água suja após passar por oxidação e filtração recebe uma nova classificação de água de reuso, pois apesar de não ser potável pode ser empregada em diversas etapas da cadeia produtiva de outras unidades do frigorífico, como, por exemplo, nas etapas da linha verde.

Com efeito, e pelo fato da água de reuso ter qualidade suficiente para emprego em outras etapas, o que pode corresponder a até 100% de reuso do efluente, assim reduzindo a admissão de nova água ao sistema, o que possui efeitos ambientais até então não esperados de um frigorífico.

25 Ocorre que em algumas etapas da cadeia produtiva é necessário que água potável seja empregada. Apesar de ser mais oneroso se obter água potável que água de reuso é ainda possível - na presente concretização da invenção - que com demais etapas de tratamento a água de reuso se transforme em água potável.

30 O respectivo efeito é que uma menor quantidade de nova água é admitida no sistema da presente invenção, face o reaproveitamento de água de toda a cadeia produtiva. Naturalmente, alguma água terá que ser repostada,

pois há a evaporação ou outras pequenas perdas de água.

Os efeitos obtidos pelo acima exposto implicam que o sistema ora descrito seja sustentável e integre todo o processamento de resíduos em um único frigorífico de modo que o frigorífico não dependa de sistemas externos (muitas vezes em outros locais) para um correto descarte de seus resíduos. Além disso, como descrito, o sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos ainda permite que haja reaproveitamento de água e de energia então contida nos indesejáveis resíduos, os quais passaram de um passivo para um ativo do frigorífico.

Com o objetivo de melhor entender a integração das unidades supra é possível por meio da figura 3 se verificar a unidade de tratamento primário 3 recebendo efluentes de abate 11. Posteriormente, os efluentes saem da unidade de tratamento primário 3 como lodo 12 e efluente pós-primário 13 (água suja).

O lodo 12 então adentra a unidade biodigestora 5 que é composta por um sistema de biodigestão 14, sistema de biogás 15 e sistema de biofertilizante 16. O sistema de biodigestão 14 provê biogás 18 para o sistema de biogás 15 e lodo mineralizado 17 para o sistema biofertilizante 16. Por sua vez, o sistema biofertilizante 16 gera biofertilizante 19 e água 20 que saem das referidas centrífugas (não reveladas). Já o sistema de biogás 15 alimenta com biogás 21 a unidade combinada de geração de calor e de potência 6 gerando água quente 22 e energia elétrica 23 (lembrando que a água quente provida pela unidade 6 pode ser alimentada para a unidade 5 conforme descrito acima).

O dito efluente pós-primário 13 que sai da unidade de tratamento primário 3 é direcionado para a unidade purificadora de água 4 que é composta por um sistema de tratamento para descarte 24, no qual a água é tratada, por exemplo, por filtração mecânica, biológica e/ou química.

Após o tratamento inicial da água há, a priori, duas opções. Em um primeiro caso a água poderá ser direcionada para o descarte 25 que é a remoção desta água do presente sistema, a qual é destinada ao esgoto ou um rio.

A segunda opção é o reuso de água que é a realização de um direcionamento da água para um sistema de reuso de água 26. Neste sistema de reuso de água 26 a água poderá ser aplicada em outras unidades ou locais do frigorífico ou sofrer ainda uma purificação maior podendo chegar até ser (dependendo do tratamento) água potável. Com isso, água purificada de reuso pode também ser empregada no frigorífico em aplicações específicas que requer uma água de melhor qualidade.

Com efeito, verifica-se que praticamente toda a água que está presente no sistema poderia ser reutilizada tornando-se um circuito praticamente fechado de água, ou seja, sem a necessidade de nova água externa.

Por fim, o sistema de tratamento para descarte 24 ainda gera um lodo ativado 27 que é direcionado para a unidade biodigestora 5.

Face o exposto pode-se então verificar que o ciclo pode ser praticamente fechado em termos de utilização de água e, respectiva energia, é ainda obtida implicando em um frigorífico ambientalmente correto.

Não obstante ao acima exposto, a figura 4 apresenta um diagrama de uma planta industrial de uma primeira concretização da presente invenção. As unidades acima descritas foram subdivididas nos equipamentos que compõem o presente diagrama, no qual o processo da presente invenção pode ser visualizado mais detalhadamente. O presente processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia compreende diversas etapas de tratamento e de direcionamento do produto que está sendo operado, as quais serão expostas a seguir.

Como se verifica na figura 4, a linha verde 1 e a linha vermelha 2 são unidas em um tanque de recalque 28 de maneira que os resíduos/ efluentes ali constantes são transportados através de uma bomba E1 para uma peneira de efluente E2. Por meio desta peneira E2 há uma primeira filtragem de sólidos e líquidos dos efluentes, sendo que o líquido ainda composto por uma grande parcela de sólidos deste efluente é acumulado em um tanque de equalização E4 para posterior alimentação em um flotor E8.

Por sua vez, o flotor E8 permite uma segunda separação do

líquido ainda composto por uma grande parcela de sólidos, assim enviando um efluente pós-primário para um sistema de tratamento de água E13. Note-se que o sistema de tratamento de água E13 possui opcionalmente um biodigestor para pré-tratamento do efluente, o qual gera biogás e lodo mineralizado que são reinseridos no sistema auto-sustentável.

Ainda a água proveniente do sistema de tratamento de água E13 é direcionada para (i) descarte para a natureza sem respectivo impacto ambiental e/ou (ii) para tratamento de água para reuso que pode ainda ser submetida a respectivas etapas de purificação chegando até ser considerada água potável.

O lodo oriundo da flotador E8, do sistema de tratamento de água E13, da peneira de efluente E2 e o sangue proveniente da bomba E7, são direcionados para um tanque E14 e, subseqüentemente, para um tanque de mistura para biodigestão E6. A dita mistura de lodo e sangue é enfim enviada através de uma bomba E15 para um conjunto de biodigestores E16, E27 e E28. Note-se que há a possibilidade para se otimizar respectiva biodigestão pela adição de glicerol/ glicerina e outros resíduos orgânicos ao biodigestor.

Após respectivo processo de biodigestão no conjunto de biodigestores E16, E27 e E28, o lodo passa a ser do tipo mineralizado sendo estocado em um tanque E21 que alimenta por meio de uma bomba E23 um dispositivo de remoção de água, a saber, um decanter E22.

Neste decanter E22 há primordialmente a remoção de água do lodo mineralizado para que se transforme em um biofertilizante de alto valor agregado. Há ainda a possibilidade de neste decanter E22 serem adicionados compostos para que este biofertilizante atenda a determinados padrões.

Por sua vez, a água extraída no decanter E22 é direcionada para o tanque de equalização E4 que por sua vez segue as etapas então descritas.

Além do lodo mineralizado gerado no conjunto de biodigestores E16, E27 e E28, há também a geração de biogás que é conduzido para um filtro de remoção de H_2S , o qual é empregado no caso de uma máquina tér-

mica, acoplada a gerador MG, não possuir um filtro para tal aplicação. Após o biogás passar pelo filtro E30 este é conduzido para um secador de gás E31 que por sua vez adentra um booster E32.

5 Este booster E32 pode tanto enviar biogás pressurizado para a máquina térmica acoplada a gerador MG, bem como para o queimadores E38, E39.

Para fins de segurança, é previsto ainda uma linha alternativa que promove comunicação gasosa entre o conjunto de biodigestores E16, E27 e E28 e os ditos queimadores E38, E39.

10 Outrossim, verifica-se que é possível se realizar respectiva cogeração através do calor obtido na combustão de biogás na máquina térmica acoplada a gerador MG pelo aquecimento de água. Esta água é então conduzida por respectivas linhas de água quente P81, P82, P83 e P85 aos referidos dispositivos de biodigestão para troca de calor. Isso porque com o fornecimento de calor aos ditos biodigestores E16, E27 e E28 e/ou tanque de
15 mistura para biodigestão E6 é possível se otimizar as reações químicas e biológicas ali presentes.

Não obstante ao acima exposto, destaca-se que outras concretizações da presente invenção podem ser visualizadas por meio dos diagramas contidos nas figuras 5 e 6, as quais diferenciam-se, por exemplo, do
20 objeto da figura 4 pelo fato de compreender uma quantidade maior ou menor de biodigestores.

Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações a-
25 pensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia que compreende instalações de captação de resíduos, **caracterizado pelo** fato de que

5 - as ditas instalações de captação de resíduos se comunicam em conjunto com uma unidade de tratamento primário (3), a qual recebe resíduos provenientes das instalações de captação de resíduos;

 - a unidade primária (3) se comunica com uma unidade purificadora de água (4) e com uma unidade biodigestora (5), sendo que a unidade
10 purificadora de água (4) recebe água suja da unidade de tratamento primário (3) e a unidade biodigestora (5) lodo da unidade de tratamento primário (3);

 - a unidade purificadora de água (4) fornece água limpa para o sistema sustentável;

 - a unidade biodigestora (5) que recebe o lodo da unidade de tra-
15 tamento primário (3) gera como subproduto fertilizante orgânico e biogás, sendo que o biogás é fornecido a uma unidade combinada de geração de calor e de potência (6);

 - a unidade combinada de geração de calor e de potência (6) gera energia elétrica e/ou energia térmica que é consumida pela cadeia de in-
20 dústria alimentícia.

2. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia que compreende instalações de captação de resíduos, **caracterizado pelo** fato de que

 - a unidade biodigestora (5) que recebe resíduo das instalações
25 de captação de resíduos, a qual gera como subproduto fertilizante orgânico e biogás, sendo que o biogás é fornecido a uma unidade combinada de geração de calor e de potência (6);

 - a unidade biodigestora (5) compreende um sistema de biofertilizante que recupera água está em comunicação fluida com uma unidade
30 purificadora (4);

 - a unidade purificadora de água (4) fornece água limpa para o sistema sustentável;

- a unidade combinada de geração de calor e de potência (6) gera energia elétrica e/ou energia térmica que é consumida pela cadeia de indústria alimentícia.

5 3. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que as instalações de captação de resíduos (1 e 2) são compostas por uma unidade de captação de resíduos orgânicos.

10 4. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a unidade purificadora de água (4) possui um sistema de tratamento (24) e um sistema de reuso de água (26).

15 5. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo** fato de que o sistema de tratamento (24) compreende um biodigestor.

20 6. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo** fato de que o biodigestor do sistema de tratamento para descarte (24) gera biogás e lodo mineralizado.

25 7. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que o sistema de tratamento para descarte (24) gera um lodo mineralizado (27) que é direcionado para a unidade biodigestora (5).

30 8. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que água proveniente da unidade biodigestora (5) é enviada para a unidade de tratamento primário (3)

9. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a unidade purificadora

de água (4) gera um lodo mineralizado (27) que é direcionado para a unidade biodigestora (5).

5 10. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a unidade biodigestora (5) é composta por um sistema de biodigestão (14), um sistema de biogás (15) e sistema de biofertilizante (16).

10 11. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a cadeia de indústria alimentícia é um frigorífico.

15 12. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a cadeia de indústria alimentícia é uma granja.

20 13. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a cadeia de indústria alimentícia é uma indústria de peixes.

20 14. Sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a cadeia de indústria alimentícia é uma indústria de processamento de vegetais.

25 15. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia como definido em uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que compreende as seguintes etapas:

- transportar efluentes provenientes da cadeia de indústria alimentícia para uma peneira de efluente (E2);
- 30 - filtrar sólidos na peneira de efluente (E2), sendo que os líquidos são acumulados em um tanque de equalização (E4) para posterior alimentação em um flotador (E8);

- enviar a partir do flotador (E8) efluente pós-primário para um sistema de tratamento de água (E13);

- direcionar água proveniente do sistema de tratamento de água (E13) para tratamento de água em que há reuso de água no sistema sustentável;

- direcionar lodo gerado pelo sistema sustentável para um tanque (E14) e posteriormente para pelo menos um biodigestor (E16, E27 e E28);

- alimentar lodo mineralizado oriundo do biodigestor (E16, E27 e E28) a um dispositivo de remoção de água (E22) que extrai água do lodo mineralizado e gera biofertilizante;

- conduzir biogás gerado no pelo menos um biodigestor (E16, E27 e E28) a máquina térmica acoplada a gerador (MG) para gerar energia elétrica e/ou energia térmica.

15 16. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia como definido em uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado pelo** fato de que compreende as seguintes etapas:

- direcionar resíduo gerado pela cadeia de indústria alimentícia e/ou sistema sustentável para um tanque (E14) e/ou para pelo menos um biodigestor (E16, E27 e E28);

- alimentar lodo mineralizado oriundo do biodigestor (E16, E27 e E28) a um dispositivo de remoção de água (E22) que extrai água do lodo mineralizado e gera biofertilizante;

- direcionar água recuperada do dispositivo de remoção de água (E22) para tratamento de água em que há reuso de água no sistema sustentável;

- conduzir biogás gerado no pelo menos um biodigestor (E16, E27 e E28) a máquina térmica acoplada a gerador (MG) para gerar energia elétrica e/ou energia térmica.

30 17. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acor-

do com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que antes do transporte dos resíduos para peneira de efluente (E2) estes são unidos em um tanque de recalque (28).

5 18. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que no sistema de tratamento de água (E13) um biodigestor para pré-tratamento do efluente gera biogás e lodo mineralizado que são reinseridos no sistema autosustentável.

10 19. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que o lodo gerado pelo sistema antes de ser enviado para pelo menos um biodigestor (E16, E27 e E28) é direcionado para um tanque de mistura para biodigestão
15 (E6).

20. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15, 16 ou 19, **caracterizado pelo** fato de que são empregados dois biodigestores.

20 21. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15, 16 ou 19, **caracterizado pelo** fato de que são empregados três biodigestores.

25 22. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15, 16 ou 19, **caracterizado pelo** fato de que são empregados quatro biodigestores.

30 23. processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que em um dispositivo de remoção de água (E22) são adicionados compostos.

24. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de

processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 14, 15 ou 23, **caracterizado pelo** fato de que no dispositivo de remoção de água (E22) é gerado um biofertilizante.

5 25. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que antes de conduzir biogás para a máquina térmica acoplada a gerador (MG) este é conduzido para um filtro de remoção de H₂S (E30).

10 26. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que antes conduzir biogás para a máquina térmica acoplada a gerador (MG) este é conduzido para um secador de gás (E31) que por sua vez adentra um booster (E32).

15 27. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que o biogás gerado no biodigestor (E16, E27 e E28) é enviado a um queimador (E38, E39).

20 28. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que linhas de água quente (P81, P82, e P85) conduzem água quente para o biodigestor (E16, E27 e E28).

25 29. Processo aplicado a um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos de uma cadeia de indústria alimentícia de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que a linha de água quente (P83) conduz água quente para o tanque de mistura para biodigestão (E6).

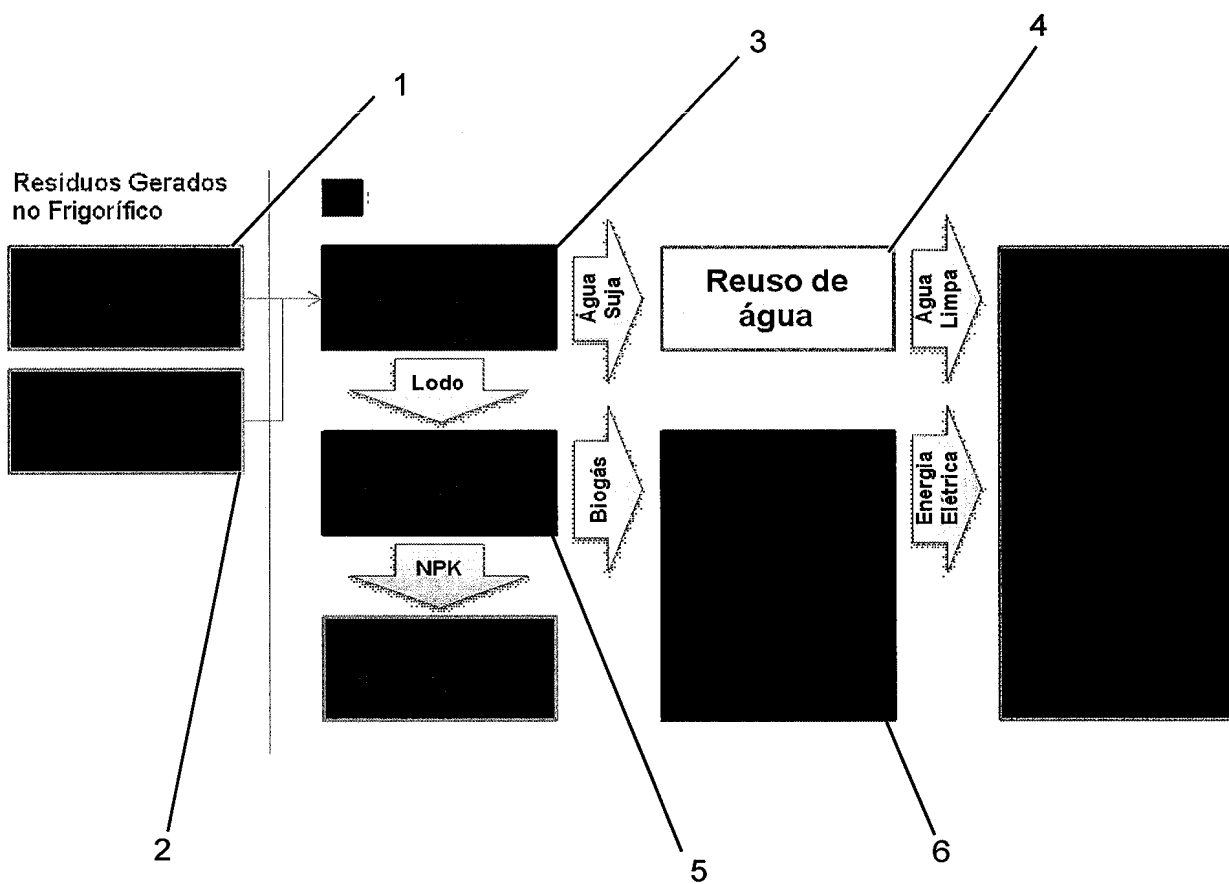
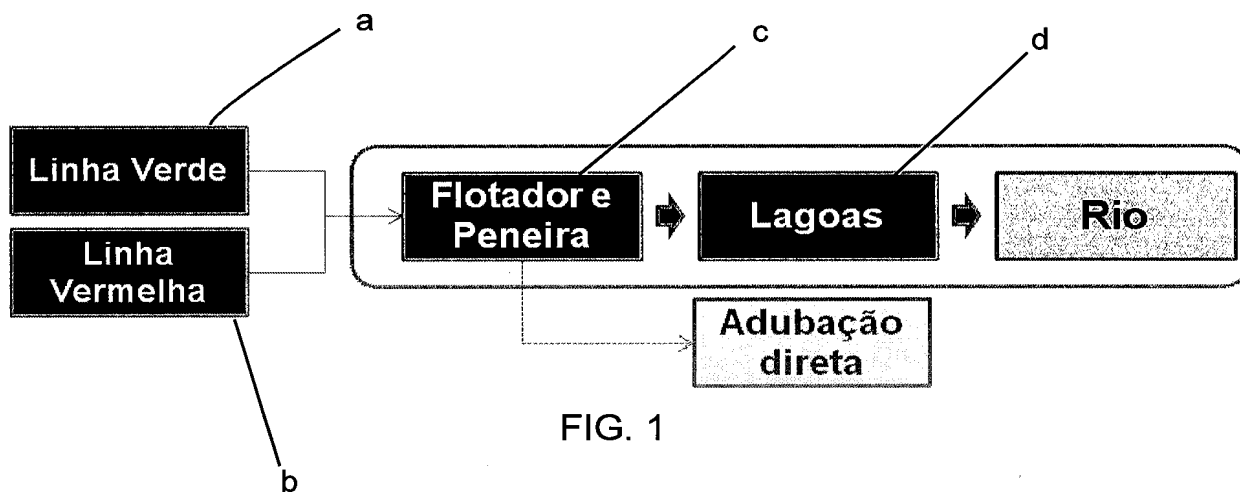


FIG. 2

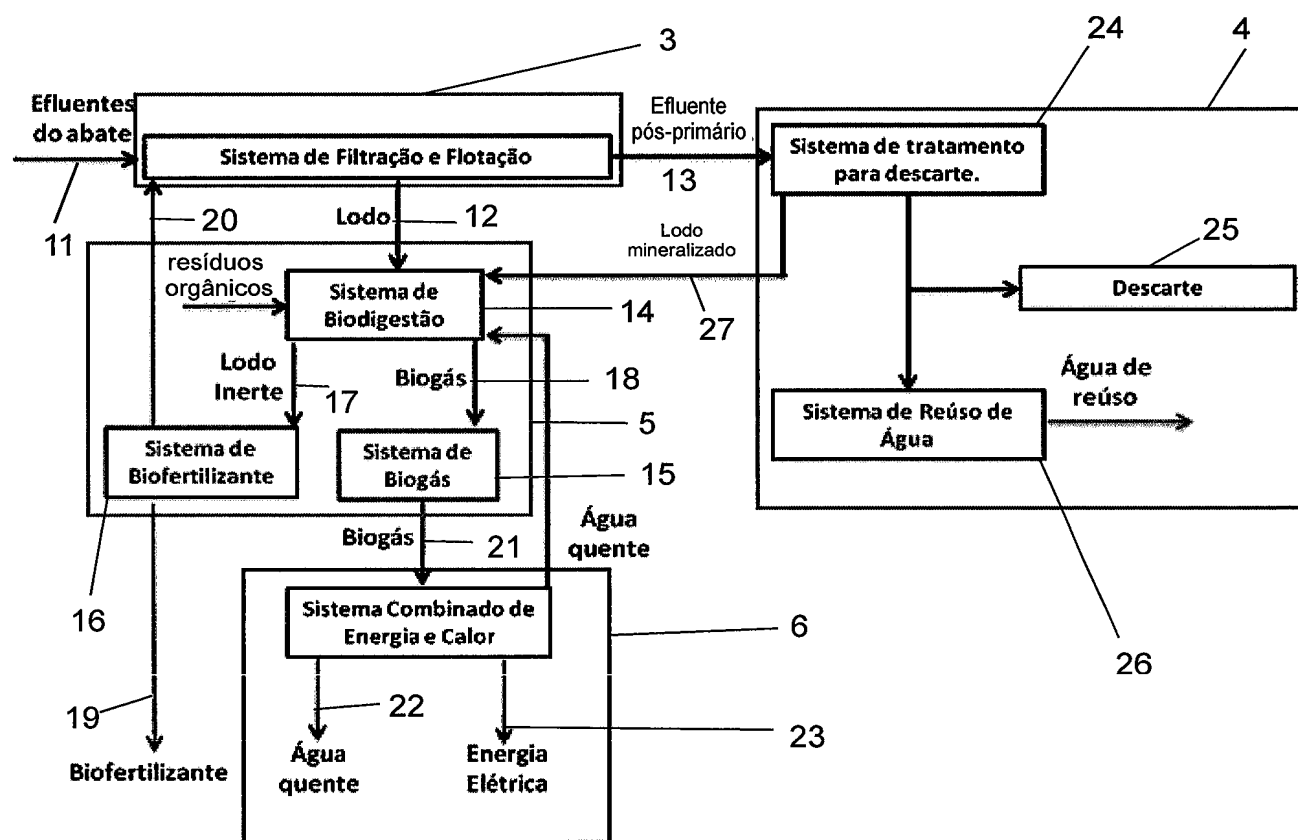


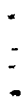
FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5



—

RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA SUSTENTÁVEL E INTEGRADO DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DE UMA CADEIA DE INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E PROCESSO APLICADO AO SISTEMA SUSTENTÁVEL"**.

5 Descreve-se um sistema sustentável e integrado de processamento de resíduos em uma cadeia de indústria alimentícia, a qual é composto por unidades de captação de resíduos, de tratamento primário (3), de purificação de água (4), de biodigestão (5) e de geração de calor e de potência (6).

10 Por meio das ditas unidades é possível que uma quantidade pequena de água externa seja consumida pelo presente sistema e que ainda seja gerada energia térmica e elétrica que é consumida pela própria indústria, a qual minimiza impacto ambiental na cadeia produtiva de alimentos.

15 Ainda, a invenção compreende um processo aplicado ao dito sistema sustentável.