

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

(21) **PI0617206-7 A2**

(22) Data de Depósito: 15/09/2006  
(43) Data da Publicação: 19/07/2011  
(RPI 2115)



(51) *Int.Cl.:*  
C12P 5/02 2006.01

(54) Título: **PROCESSO PARA USO DE BIOMASSA EM UM PROCESSO DE GERAÇÃO DE BIOGÁS**

(30) Prioridade Unionista: 30/09/2005 DE 2005 047 719.4

(73) Titular(es): KWK GBR

(72) Inventor(es): Thomas Weidele

(74) Procurador(es): Di Blasi, Parente, S. G. & Associados S/C

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006008995 de 15/09/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/039067 de 12/04/2007

(57) Resumo: PROCESSO PARA O USO DE BIOMASSA EM UM PROCESSO DE GERAÇÃO DE BIOGÁS. A presente invenção refere-se a um processo para o uso de biomassa em um processo de geração de biogás. A presente invenção tem a tarefa de também possibilitar o uso de substratos com um alto teor de nitrogênio e de sólidos, consumindo pouca água, tendo assim, um bom balanço de energia e ser particularmente apropriado para o meio ambiente. Estes objetivos são solucionados através do tratamento do substrato com o produto recirculado para se tornar um meio capaz de ser bombeado, com um tratamento posterior com bactérias em ciclone e biodigestor, a separação do nitrogênio em um processo de "stripping", a separação dos resíduos de fermentação sólidos e o uso posterior do produto recirculado como transmissor de calor e meio de redução ao mesmo tempo. O processo é agradável ao meio ambiente tendo um ótimo balanço de energia.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para: "PROCESSO PARA O USO DE BIOMASSA EM UM PROCESSO DE GERAÇÃO DE BIOGÁS".

A presente invenção refere-se a um processo para o aproveitamento energético da biomassa com altos teores de sólidos e nitrogênio como substrato em instalações de biogás.

A tabela 1 mostra a título de exemplo alguns desses substratos. Outros substratos com alto teor de sólidos são, entre outros, restos de vegetais verdes de todos os tipos, restos de frutas e legumes, de jardinagem e de gêneros alimentícios. Além disso, existem substratos com uma fração muito alta de nitrogênio como farelos oriundos da extração de óleo e vinhaças. Substratos com um alto teor de sólidos são, por exemplo, estrume de aves com alta quantidade de cal e areia.

Tabela 1: Composição de substratos selecionados.

	Teor de sólidos [%]		Substratos com alto teor de N
	De	Até	
Estrume líquido de suínos	4	6	X
Estrume líquido de bovinos	7	10	

Estrume de bovinos	20	30	
Forragem de milho ensilado	27	35	
Forragem de grama ensilada	35	40	x
Forragem de vegetais inteiros ensilados	35	40	x
Estrume de aves	35	75	x
Cereais	85	90	x

Os processos de biogás conhecidos geralmente são divididos em processos de fermentação seca e de fermentação úmida. A base para um processo vantajoso de biogás é, entre outros, uma decomposição do substrato usado a fim de fornecer, para as bactérias empregadas, uma área de superfície de rendimento maior possível. As condições de ambiente são de importância especial para as bactérias em tal processo. Elas exigem uma temperatura constante no processo e um meio de suporte que possibilite uma grande mobilidade das bactérias ou garanta o fornecimento de biomassa para as bactérias. Este condicionamento da temperatura juntamente com o meio de confinamento necessário para o contato entre as bactérias e o substrato causam altos custos.

No caso de processos de fermentação a seco, via de regra, o substrato é triturado e em forma sólida fechado em um recipiente hermético, onde o processo de biogás se desenvolve. A desvantagem desse processo, via de regra, é o baixo rendimento de biogás que é causado pela entrada de calor irregular e, portanto, a ocorrência de oscilação na temperatura e a baixa mobilidade das bactérias.

Estas desvantagens essenciais não existem na fermentação úmida. Devido ao meio de suporte líquido, tanto uma temperatura de processo constante como a mobilidade das bactérias ou o fornecimento do substrato são assegurados.

Entretanto, a desvantagem da fermentação úmida é que substratos com altos teores de sólidos precisam ser permanentemente macerados com líquido. Esta, por sua vez, produz um aumento na quantidade de resíduos de fermentação e um respectivo dispêndio logístico no armazenamento e transporte. Uma possibilidade para redução na demanda de líquido é fornecida pela recirculação de resíduo de fermentação para a maceração. Essa solução, porém, não funciona quando são usados substratos com altas concentrações de nitrogênio. Para a redução das concentrações de nitrogênio, resta apenas a possibilidade da diluição das

concentrações com líquido.

Se para a maceração somente for disponibilizado água e não estrume líquido, existe ainda o risco que as bactérias necessárias sejam deslocadas para fora do processo, causando uma interrupção na produção de biogás. A possível remoção das bactérias, no processo de biogás, tem sua origem no longo tempo de geração de bactérias, ou seja, com o resíduo da fermentação saem mais bactérias do biodigestor do que são geradas. Isto se refere principalmente às bactérias para a geração de metano.

Na recirculação de resíduos de fermentação para a maceração do substrato em instalações de biogás existentes, freqüentemente, ocorre uma concentração elevada de minerais no fermentador. Estes minerais em parte possuem a propriedade de agir como inibidores em relação ao processo de biogás.

Um inibidor muito problemático é o amoníaco. A recirculação de resíduos de fermentação é crítica, particularmente, no uso de substratos com alta percentagem de nitrogênio. No processo de biogás, o nitrogênio orgânico ligado é transformado em amônio que, por sua vez, se encontra em um equilíbrio químico com o amoníaco. Este equilíbrio é dependente, essencialmente, da temperatura e do valor de pH.

O amoníaco é tóxico para as bactérias e a causa da dita inibição de nitrogênio. Através da recirculação de altas concentrações de amônio e à maior formação de amoníaco, ocorre obstrução do processo de geração de biogás e, em caso extremo, pode causar a interrupção da geração de biogás. Além disso, devido às altas concentrações de amônio no armazenamento do resíduo líquido de fermentação, há uma permanente formação de amoníaco e isto causa emissões de amoníaco.

Impurezas de grandes proporções, via de regra, são separadas antes da entrada na instalação de biogás. Em contrapartida, impurezas de dimensões pequenas chegam ao fermentador junto com o substrato e lá se depositam. Em particular, a sedimentação de lama e areia é um grande problema. A causa para as sedimentações de impurezas no fermentador, no entanto, é o tamanho das impurezas que não permite nenhuma separação por meio de peneiras ou ancinho. Além disso, via de regra, essas partículas são não magnéticas e eletricamente neutras. Uma separação através da força da gravidade muitas vezes não é possível, pois são ligadas a biomassa e, portanto, a diferença de densidade entre a água ou a biomassa macerada é muito pequena. Ainda, as

sedimentações no fermentador também são problemáticas, uma vez que os sistemas de remoção existentes, tais como válvula de corrediça ou raspagem de fundos funcionam apenas de modo insuficiente. A causa disso é que as sedimentações são movimentadas pela válvula de corrediça e assim, em grande parte, permanecem no biodigestor. O aumento das sedimentações causa, então, uma sobrecarga dos sistemas de retirada até mesmo falhas, restando, somente, a retirada manual das precipitações, na qual a operação da instalação de biogás precisa ser interrompida.

O objetivo da presente invenção é a superação das desvantagens existentes no processo de geração de biogás e aproveitar com vantagem energética substratos com um alto teor de sólidos e um alto grau de nitrogênio em uma instalação de biogás. Nisso deve ser garantido que os seguintes itens sejam implementados:

- aumento da produção de biogás por meio de:

1) separação de matérias estranhas

2) otimização da biologia

3) redução dos inibidores (em particular, evitar o aumento de nitrogênio em instalações de biogás);

- economia expressiva de água;

- balanço de energia vantajoso;
- evitar emissões de amoníaco; e
- redução da ocorrência de resíduos de fermentação.

A presente invenção tem a tarefa de garantir o processo de biogás em operação regular essencialmente sem a adição constante de líquido. Assim, pode se reduzir a quantidade de resíduos de fermentação. O resíduo de fermentação deve ser higienizado no final do processo e destacar-se apenas por pequenas possibilidades de emissões (como, por exemplo, de amoníaco).

Além disso, deve ser possível usar biomassa com grandes frações de impurezas.

A presente invenção também deve solucionar a tarefa de aproveitar substratos com altos teores de sólidos para a produção de biogás. Além disso, deve ser possível o uso de substratos contendo nitrogênio (Ver Tabela 1).

O balanço de energia de todo o processo deve ser configurado de forma que com somente pequenas perdas de calor seja obtido um resultado tecnicamente, economicamente e ecologicamente aceitável.

De acordo com a presente invenção, as dificuldades são solucionadas de acordo com a reivindicação principal. As sub-

reivindicações apresentam realizações apropriadas. Os desenhos facilitam a compreensão da presente invenção.

O processo, de acordo com a presente invenção, ocorre da seguinte forma:

A biomassa (substratos) é introduzida no processo como matéria sólida (1,2). A fim de possibilitar um processo de biogás otimizado, as matérias sólidas são trituradas (3). Com exceção dos processos de partida, nenhum líquido é acrescentado à invenção. O processo de biogás ocorre de maneira que os substratos sejam capazes de serem bombeados de forma líquida. Em um misturador (4), os substratos, juntamente com o produto de recirculação, são macerados. Depois do misturador, os substratos têm mais uma vez seu tamanho reduzido por um triturador de forma alinhada (5) para o aumento da sua área de superfície ativa e serem transportados por uma bomba (6).

O produto de recirculação somente é substituído na fase inicial do processo, de acordo com a presente invenção, por água ou excrementos líquidos.

No estágio preliminar, o qual é executado como ciclone, (7) ocorre a hidrólise, a formação de ácidos e a separação de impurezas. A hidrólise e a formação de ácidos são os

primeiros estágios de decomposição no processo de biogás. Em virtude do início da decomposição biológica, ocorre uma separação da matéria orgânica e inorgânica do substrato. Os componentes inorgânicos mais pesados, por exemplo, areia, são separados pelo ciclone e não interferem mais no restante do processo de biogás. O tempo de permanência do substrato no estágio preliminar é de até seis dias. Ao mesmo tempo, é obtida uma otimização do processo de biogás pela separação espacial dos diversos estágios de decomposição, na qual podem ser reguladas, respectivamente, as condições ideais de ambiente para as bactérias específicas. Nos biodigestores seguintes (8, 9), ocorre a geração de ácido acético e a geração de metano, ou seja, a formação do biogás. Nos biodigestores, o substrato é circulado por meio de agitadores. A fermentação dos substratos ocorre de modo mesófilo, isto é, temperaturas entre 38 a 42°C, ou termófilo, isto é, temperaturas entre 50 e 60°C. O tempo de permanência nos biodigestores é de 20 a 40 dias. A quantidade, o tamanho dos biodigestores e o tempo de permanência da mistura do substrato dependem do tipo e da quantidade dos substratos.

O biogás é armazenado em bolhas de gás (9) e, após uma purificação (19) em uma instalação combinada de calor e força

[KWK] (20), é transformado em corrente elétrica e calor. Via de regra, são usadas usinas térmicas de bloco, mas também podem ser usadas microturbinas a gás, turbinas a gás, células de combustível ou processos ORC [Organic Rankine Cycle].

O resíduo da fermentação do processo de biogás é usado para a maceração dos substratos no misturador (4). Nisso, os resíduos de fermentação são divididos em duas correntes parciais.

A corrente parcial 1 (A) são resíduos não tratados. Através destes, o substrato novo é biologicamente ativado, o qual fornece uma fluência do processo de biogás sem interrupções. Este fato propicia a grande vantagem de que chegam ao dispositivo de maceração aquelas bactérias que são, particularmente, bem apropriadas para o substrato até agora usado, decompondo rapidamente o substrato e gerando uma alta produção de biogás.

A corrente parcial 2 (B), primeiramente, é submetida a um preparo do substrato (10) para eliminação dos inibidores. Nisso, primeiramente, trata-se da remoção de amônio/amoníaco com a ajuda de um processo de "stripping". O processo de "stripping" é aquecido com o calor de escape da instalação KWK (20). Simultaneamente, consegue-se uma higienização dos

resíduos de fermentação, ou seja, a temperatura, no processo de "stripping", fica acima de 70°C durante um período superior a 60 minutos. Por esse motivo, o processo de "stripping" funciona em batelada. O grau de separação de nitrogênio do amônio deve ficar em torno de cerca de 50 a 90%. Para minimizar a energia de aquecimento para o processo de "stripping", os resíduos de fermentação trazidos ou retirados são aquecidos ou esfriados (11) em processo de contracorrente. Para possibilitar o processo em contracorrente, três recipientes de "stripping" são previstos para tal processo, dos quais no máximo dois recipientes estão em operação ou um recipiente está em operação e, respectivamente, um recipiente está sendo preenchido ou esvaziado. Os resíduos de fermentação higienizados e pobres em nitrogênio são alimentados continuamente através de um recipiente de compensação (12) ante um separador (13). Alternativamente, o processo de "stripping" pode ser executado com quatro recipientes de "stripping", sendo que, cada vez que um recipiente está sendo preenchido e esvaziado, dois recipientes estão em operação. Nessa variação, o recipiente de compensação (12), ante o separador (13), pode ser dispensado.

O separador (13) separa os resíduos de fermentação em uma fase sólida e uma fase líquida. A fração de sólidos da fase líquida é de cerca de 2 a 6%. Ela é aproveitada para a maceração do substrato. Devido ao processo de "stripping" é, ao mesmo tempo, obtida uma desintegração térmica da biomassa dos resíduos de fermentação. Assim, consegue-se uma maior transformação da biomassa recirculada da fase líquida no biodigestor e rendimentos de gás mais elevados.

A fração de matéria sólida da fase sólida é de cerca de 25 a 50%. Através do processo de "stripping", a concentração de amônio na fase sólida é reduzida para aproximadamente 0,5 a 10kg de  $\text{NH}_4/\text{t}$  de teor de sólidos. Isso reduz consideravelmente as emissões de amoníaco. A título de comparação, as concentrações de amônio em resíduos de fermentação líquidos não tratados ficam em torno de 20 a 80kg de  $\text{NH}_4/\text{t}$  de teor de sólidos. As emissões de odores são reduzidas pela decomposição dos substratos no processo de biogás e higienização. Uma outra decomposição aeróbica dos resíduos de fermentação e, com isso, a formação de emissões de odores, é impedida através da secagem ao ar dos resíduos de fermentação com o calor de escape (14) do processo de "stripping". Os resíduos de fermentação sólidos são

armazenados e podem ser usados como biofertilizantes na agricultora.

O processo de biogás precisa ser aquecido. Devido às relações de massa entre o substrato e o produto recirculado, a entrada de calor essencial no processo de biogás ocorre por meio do processo de "stripping". Adicionalmente, o calor de escape do processo de "stripping" é aproveitado para o aquecimento do processo de biogás. Alternativamente, também pode ser usado diretamente o calor da instalação combinada de força e calor [KWK] (20) para o aquecimento. O aquecimento é feito através de um transmissor de calor externo (18). Para tal, o substrato é retirado do estágio preliminar e dos biodigestores, aquecido no transmissor de calor e bombeado de volta. Os recipientes são aquecidos alternadamente e o substrato é novamente conduzido àquele recipiente de onde foi retirado. No ciclone, o substrato para o aquecimento é retirado na saída, com o objetivo de manter a parte de poluentes e também a poluição do trocador de calor o mais baixo possível.

Como variação para o circuito na figura 2, o processo é configurado de acordo com a figura 3. Nessa variação, o estágio preliminar (7) biológico e a separação de areia (23)

usam equipamentos separados. Depois do estágio preliminar (7) biológico, o substrato é submetido a um substrato preparado (10). O preparo do substrato é configurado conforme variação acima descrita.

O substrato higienizado e pobre em nitrogênio é conduzido para o separador de impurezas (23). Alternativamente à figura 3, o separador de impurezas (23) também pode ser disposto entre o preparo do substrato (10) e o trocador de calor em contra-corrente (11). Do separador de impurezas, o substrato, que foi higienizado e extraído de inibidores e impurezas, é conduzido para os biodigestores (8, 9) seguintes para a geração de biogás. A fermentação acontece conforme descrito acima. Os resíduos de fermentação do processo de biogás (processo do biodigestor) são conduzidos para o separador (13) para a separação dos resíduos de fermentação em uma fase sólida e líquida. A fase líquida é usada para a maceração do substrato. Uma recirculação em duas correntes parciais pode ser dispensada nessa modalidade. O resíduo do processo na figura 3 permanece inalterado em comparação com o processo na figura 2.

Como uma outra modalidade, há a remoção das impurezas tanto depois da geração de biogás (figura 2), como também

depois da hidrólise (figura 3), para a obtenção de um grau de separação especialmente alto no que se refere aos inibidores.

#### Exemplo de execução

O exemplo para a execução do processo usa como substrato dejetos de galinhas, mas também é apropriado para o uso de todos os outros substratos já mencionados com alto teor de nitrogênio e alto teor de sólidos (ver a figura Balanço).

O uso de estrume de galinha é caracterizado pelo fato de que este substrato apresenta um alto teor de sólidos (TS = 30% a 80%) e um alto teor de nitrogênio de até 6% de teor de sólidos. No cálculo do presente exemplo, o teor de sólidos é de 48% com um teor de nitrogênio de 5% de teor de sólidos.

Como modalidade do processo descrito, o estrume de galinha é conduzido diretamente para o estágio preliminar sem trituração e misturador. No estágio preliminar, é gerado um substrato capaz de ser bombeado, com um teor de sólidos de TS = 10 a 15%, por meio de maceração com o produto recirculado. No cálculo do exemplo, o teor de sólidos é de 12,5%, sendo que para a partida da instalação são necessários cerca de 2000ton de recirculado ou na primeira partida, água. A mistura é providenciada pelo agitador central do ciclone.

O tempo de permanência do substrato no ciclone, no

exemplo de execução, é de quatro dias. No ciclone, a areia contida no estrume de galinha se separa. De acordo com o exemplo, cerca de 860t de areia são retiradas do processo anualmente.

No triturador de forma alinhada seguinte, ocorre o ajuste da granulometria necessária do substrato. O triturador de forma alinhada tritura essencialmente palha e penas que são trituradas até o ponto que, devido à granulometria das partículas, sejam garantidos uma boa capacidade de serem bombeadas, e um fluxo do substrato sem obstrução nas tubulações. Uma bomba conectada ao triturador de forma alinhada em série transporta o substrato para o biodigestor.

O tempo de permanência do substrato nos biodigestores, na presente modalidade de uso, é de 30 dias. O processo ocorre de modo mesófilo a 40°C. A concentração de amônio no biodigestor é de cerca de 4kg de  $\text{NH}_4\text{-N/t}$  de substrato.

O biogás gerado, antes de ser usado na usina térmica de bloco, é preparado em uma purificação de gás externa. Com o objetivo de garantir, em caso de falha da máquina de calor e energia, o consumo do biogás e o aquecimento do preparo do substrato, estão instalados uma tocha de emergência e um aquecimento de emergência. A corrente elétrica é alimentada

na rede, ao passo que o calor serve para o abastecimento de outros consumidores e preparo do substrato.

Depois da fermentação, a corrente parcial 1 do substrato pré-fermentado é recirculada com uma fração de sólidos de 7,5% e novamente conduzida para o misturador. Assim, as bactérias necessárias para a fermentação são misturadas com o substrato novo. O substrato restante (corrente parcial 2) é levado para o preparo do substrato. Lá, ele é higienizado e anualmente são separados cerca de 310t de nitrogênio. Após isso, ocorre a separação da fase líquida e da fase sólida. A fase líquida recirculada apresenta ainda uma concentração de amônio de cerca de 0,8kg de  $\text{NH}_4\text{-N/t}$  de substrato com um teor de sólidos de 3%. Do mesmo modo que a corrente parcial 1, essa fase é usada para a maceração dos substratos novos.

Devido à mistura do substrato novo com o recirculado da corrente parcial 1 e corrente parcial 2 no misturador, surge uma temperatura da mistura de cerca de 36°C. Com o calor de escape do preparo do substrato, o estágio preliminar e os biodigestores são aquecidos através de um trocador de calor. Nisso, o aquecimento necessita ser de 36 para 40°C e as perdas de calor da instalação de biogás precisam ser compensadas.

A fase sólida higienizada dos resíduos de fermentação, no presente caso, apresenta um teor de sólidos de cerca de 36%. Depois de uma secagem ao ar, tal fase é armazenada em um depósito de sólidos com um teor de cerca de 66% de sólidos e pode ser usado, por exemplo, na agricultura. Como calor para a secagem ao ar, é utilizado o calor de escape do processo de "stripping".

A presente invenção é explicada detalhadamente com a ajuda das seguintes figuras:

- Figura 1: Esboço do princípio;
- Figura 2: Fluxograma 1;
- Figura 3: Fluxograma 2; e
- Figura 4: Balanço do exemplo de execução.

A presente invenção apresenta vantagens essenciais em comparação com o estado da técnica. Agora é possível aproveitar os substratos, de acordo com a presente invenção, que em processos de biogás convencionais não podem ser usados ou somente podem ser usados com grandes desvantagens.

A vantagem econômica da presente invenção, entre outros, está no menor consumo de água em comparação com os processos de fermentação úmidos, ao mesmo tempo em que possui uma melhor geração de biogás e, portanto, com rendimentos de gás

consideravelmente maiores em comparação com processos de fermentação seca.

A Tabela 2 compara a presente invenção com uma fermentação úmida normal. Como é visto em tal tabela, a presente invenção requer investimentos de cerca de 480.000 euros a menos para o armazenamento dos resíduos de fermentação. Adicionalmente, os custos anuais para a água e o transporte dos resíduos de fermentação para áreas de cultivo agrícolas diminuem por cerca de 458.000 euros.

Tabela 2: Comparação da presente invenção com uma fermentação úmida convencional.

	Invenção		Fermentação úmida	
Estrume de galinhas	23.000 t/ano		23.000 t/ano	
Consumo de água	2.000 t/ano	4.000 euros/ano	51.000 t/ano	102.000 euros/ano
Quantidade de resíduos de fermentação	8.500 ton/ano		68.500 ton/ano	
Espaço de armazenamento	8.000 m <sup>3</sup>	170.000 euros	34.250 m <sup>3</sup>	650.000 euros

Custos de transporte para os resíduos de fermentação	6 euros/t	51.000 euros/ano	6 euros/t	411.000 euros/ano
--	-----------	------------------	-----------	-------------------

Legenda para figura 1:

- 4 Misturar, Triturar;
- 5 Misturar, Triturar;
- 7 Estágio preliminar;
- 8 Biodigestor;
- 9 Bolha de gás;
- 10 Preparo do substrato;
- A Recirculação fluxo parcial 1;
- AA Recirculação fluxo parcial 1;
- B Fluxo parcial;
- BB Recirculação fluxo parcial 2;
- $\alpha$  Biomassa;
- $\beta$  Resíduos sólidos de fermentação;

Pontilhado: limite do agregado de substâncias sólidas; e

Sombreado: limite do agregado de substâncias líquidas.

Legenda para figura 2:

- 1 Recipiente;

- 2 Silo;
  - 3 Triturador;
  - 4 Misturador;
  - 5 Triturador de forma alinhada;
  - 6 Bomba de substrato;
  - 7 Estágio preliminar;
  - 8 Biodigestor;
  - 9 Bolha de gás;
  - 10 Preparo do substrato;
  - 11 Transmissor de calor para preparo do substrato;
  - 12 Estabilizador;
  - 13 Separador;
  - 14 Secagem de resíduos de fermentação;
  - 15 Armazenamento de resíduos de fermentação;
  - 16 Bomba de recirculação;
  - 17 Bomba de aquecimento;
  - 18 Transmissor de calor para aquecimento;
  - 19 Purificação de gás;
  - 20 Instalação KWK;
  - 21 Consumidor;
  - 22 Monitoramento do processo;
- A, AA Recirculação fluxo parcial 1

B Fluxo parcial 2;

BB Recirculação fluxo parcial 2;

Linha contínua: Substrato;

Linha pontilhada: biogás;

Traço / traço / ponto / traço / traço: Produto recirculado 2;

Linha interrompida: Avanço; e

Traço / ponto / ponto / traço: Retorno.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o uso de biomassa em um processo de biogás, onde primeiro a biomassa presente como matéria sólida é triturada em um triturador, macerada, inoculada com bactérias, e o biogás gerado é retirado, **caracterizado pelo** fato de que:

- a biomassa triturada com produto recirculado é macerada em um misturador e o substrato é colocado em uma forma capaz de ser bombeada;
- em seguida, a mistura capaz de ser bombeada é homogeneizada novamente em um triturador de forma alinhada;
- em um ou em vários separadores conectados em série com agitador, ocorre a hidrólise e a formação de ácido sob a ação das bactérias;
- componentes inorgânicos são separados e descartados;
- em biodigestores sob constante processo de mistura a temperaturas elevadas, ocorre a formação de ácido acético e a formação de metano, por meio do qual se forma o biogás;
- o biogás é retirado, eventualmente armazenado e levado a uma aplicação energética;
- de modo que, resíduos de fermentação formados são divididos em duas correntes parciais, sendo que a corrente parcial 1

será usada sem tratamento para a maceração de biomassa nova;

- a corrente parcial 2 é submetida a um preparo de substrato;

- em um processo de "stripping", é retirado da mesma, o nitrogênio de amoníaco/amônio;

- a corrente parcial 2, após o processo de "stripping", é aquecida, eventualmente, por meio do trocador de calor, é conduzida continuamente, através de um recipiente de compensação, para um separador como resíduo de fermentação higienizado e pobre em nitrogênio e é dividida em uma fase sólida e uma fase líquida;

- a fase líquida é conduzida para o misturador como produto recirculado; e

- a fase sólida ou é seca ou é aproveitada em forma de suspensão.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**, conforme apresentado pela figura 2:

- a biomassa triturada junto com produto recirculado é macerada em um misturador (4) e o substrato é colocado em uma forma capaz de ser bombeada;

- após, a mistura a ser bombeada é homogeneizada novamente em um triturador de forma alinhada (5);

- em um ou vários ciclones conectados em série com agitador

central (7), ocorre a hidrólise e a formação de ácido sob ação das bactérias;

- componentes inorgânicos são separados;
- em biodigestores (8) sob constante processo de agitação a uma temperatura de cerca de 40°C, ocorre a formação de ácido acético e a formação de metano, por meio do qual se forma o biogás;
- o biogás é retirado, armazenado (9) e levado a um uso energético em uma usina combinada de força e calor KWK (20);
- de modo que os resíduos de fermentação formados, são divididos em duas correntes parciais;
- de modo que a corrente parcial 1 (A,AA), que possui uma temperatura de cerca de 40°C, será usada sem tratamento para a maceração da biomassa nova;
- a corrente parcial 2 (B) é submetida a um preparo de substrato (10), sendo aquecida para cerca de 70 a 90°C;
- em um processo de "stripping", retira-se nitrogênio de amoníaco/amônio;
- de modo que o calor necessário para o processo de "stripping", é fornecido pela usina combinada KWK;
- O dito processo de "stripping" ocorre a cerca de 75 a 90°C;
- os resíduos de fermentação consumidos e retirados são

esfriados ou aquecidos no processo de contra-corrente (11);

- a corrente parcial 2, após processo de "stripping", através do trocador de calor (11) a uma temperatura de cerca de 45°C, é conduzida continuamente a um separador (13) através de um recipiente de compensação (12) como resíduos de fermentação e pobres em nitrogênio e separada em uma fase sólida e fase líquida;

- a fase líquida é conduzida ao misturador (4) como produto recirculado (BB); e

- a fase sólida ou é seca ou usada diretamente na forma de suspensão como fertilizante na agricultura.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, conforme apresentado na figura 3:

- a biomassa triturada juntamente com o produto recirculado é macerada em um misturador (4) e o substrato é colocado em uma forma capaz de ser bombeada;

- em seguida, a mistura capaz de ser bombeada é homogeneizada novamente em um triturador de forma alinhada (5);

- em um ou vários estágios preliminares (7) conectados em série com agitador central, ocorre a hidrólise e a formação de ácido sob ação das bactérias;

- após isso, a suspensão emergente é submetida a um preparo de

substrato (10);

- de modo que a mesma é aquecida até 70 a 90°C;
- em um processo de "stripping", retira-se nitrogênio de amoníaco/amônio;
- de forma que o calor necessário para o processo de "stripping" pode ser fornecido pela usina combinada KWK (20);
- o dito processo de "stripping" ocorrendo a 70 a 90°C;
- os resíduos de fermentação consumidos e retirados são resfriados ou pré-aquecidos em um processo de contra-corrente (11);
- em um separador (23), são separados e descartados componentes inorgânicos;
- em biodigestores (8) sob constante processo de agitação a uma temperatura de 30 a 60°C, ocorre a formação do ácido acético e a formação do metano;
- o biogás é retirado, armazenado e levado a um aproveitamento energético;
- os resíduos de fermentação, agora higienizados e pobres em nitrogênio, são levados continuamente a um separador (13) e divididos em uma fase sólida e líquida;
- a fase líquida é conduzida ao misturador (4) como produto recirculado; e

- a fase sólida é seca (14) ou usada diretamente na forma de suspensão.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo** fato de que, na partida do processo de biogás contínuo no lugar dos resíduos de fermentação, é usado água ou esterco líquido para a maceração.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que o tempo de permanência no estágio preliminar é de um a seis dias.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 2 e de 4 a 5, **caracterizado pelo** fato de que, com a corrente parcial 1, o substrato no misturador (4) ou no biodigestor (8) é inoculado com bactérias.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado pelo** fato de que a fermentação no biodigestor (8) é feita de modo mesófilo a temperaturas entre 35 e 42°C ou termófilo a temperaturas entre 50 e 60°C.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, **caracterizado pelo** fato de que, em vários biodigestores (8) independentemente um do outro, trabalha-se de modo mesófilo e termófilo e o tempo de permanência nos biodigestores (8) é de 20 a 40 dias.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado pelo** fato de que o processo de "stripping" ocorre a uma temperatura  $> 70^{\circ}\text{C}$  e com uma duração de tempo de  $>$  uma hora como processo em batelada.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, **caracterizado pelo** fato de que o processo de "stripping", no que se refere à alimentação e remoção de resíduos de fermentação, ocorre no processo de contra-corrente térmica.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, **caracterizado pelo** fato de que de três recipientes de "stripping", respectivamente" um pode ser preenchido, operado e esvaziado ou um é esvaziado e dois são operados, de quatro recipientes de "stripping", respectivamente, um é preenchido e esvaziado e dois são operados e o recipiente de compensação é dispensado.

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, **caracterizado pelo** fato de que, com o calor residual do processo de "stripping", são aquecidos o estágio preliminar (7) e os biodigestores (8) e a fase sólida é seca no armazenamento dos resíduos de fermentação (15).

13. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de

1 a 12, **caracterizado pelo** fato de que, como biomassa com um alto teor de sólidos, é usado esterco de galinha, este é levado diretamente para o estágio preliminar (7), lá ocorre a mistura, a dita mistura, em seguida, é levada para o triturador de forma alinhada.

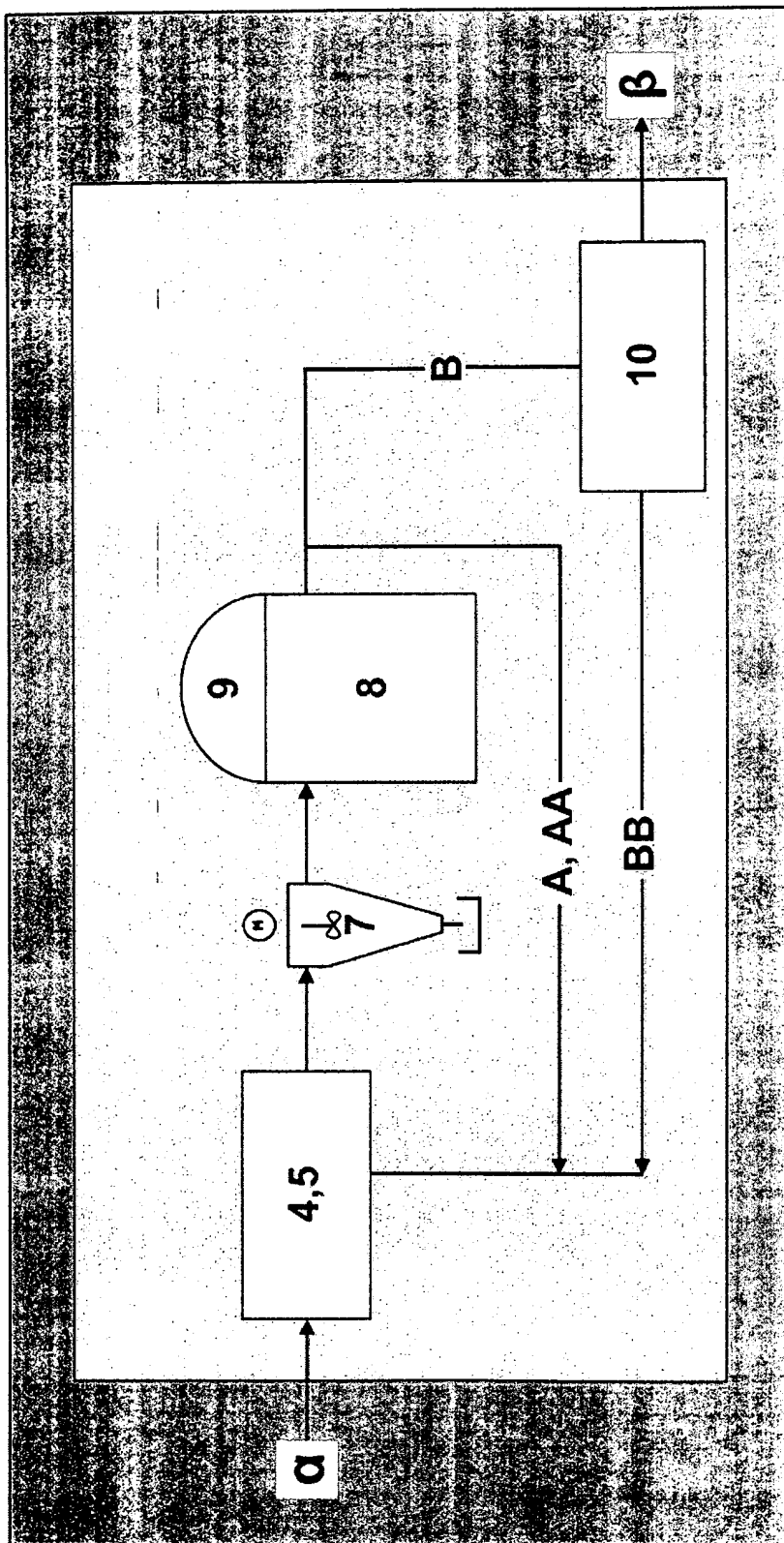


FIGURA 1

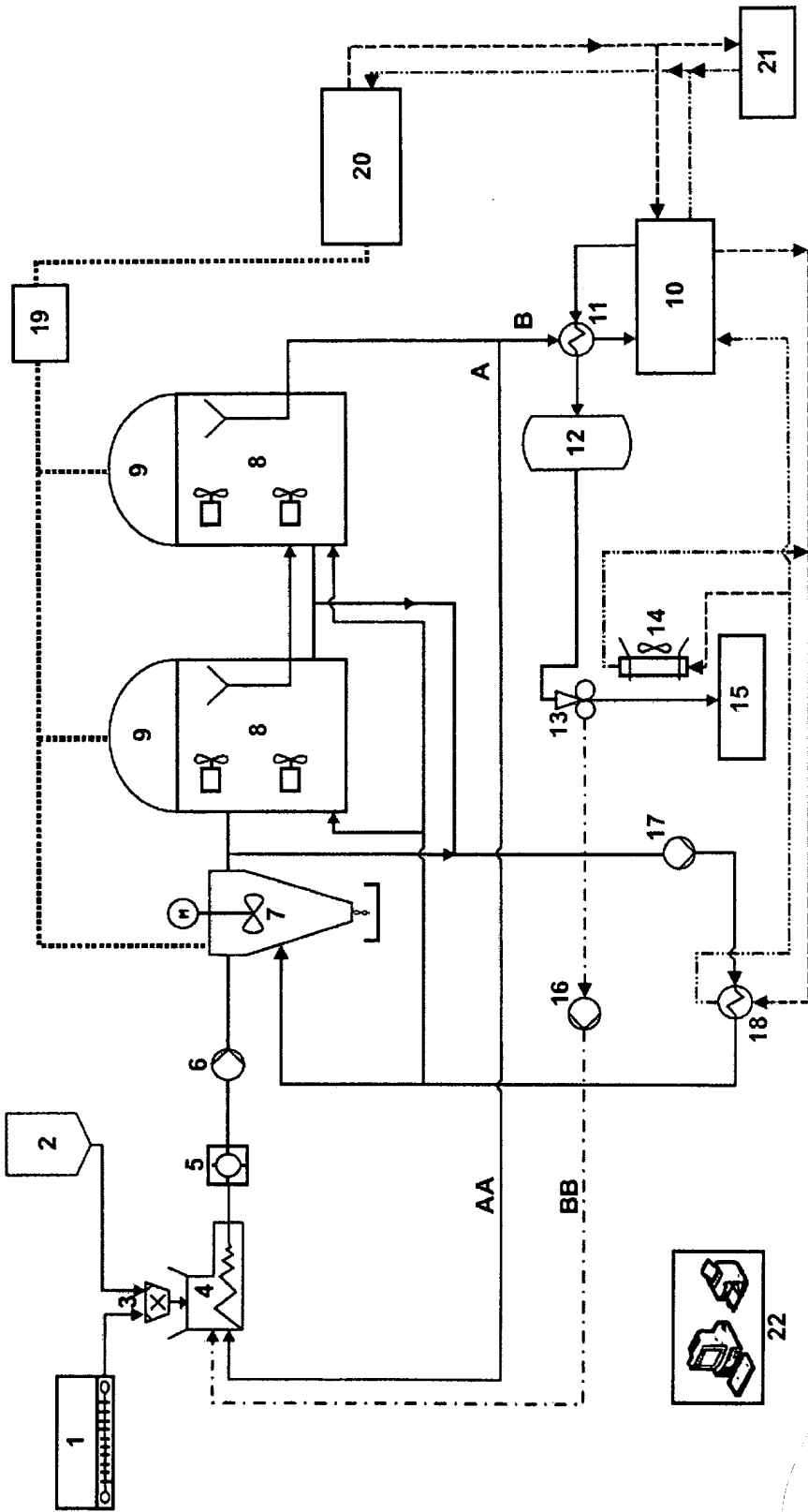


FIGURA 2

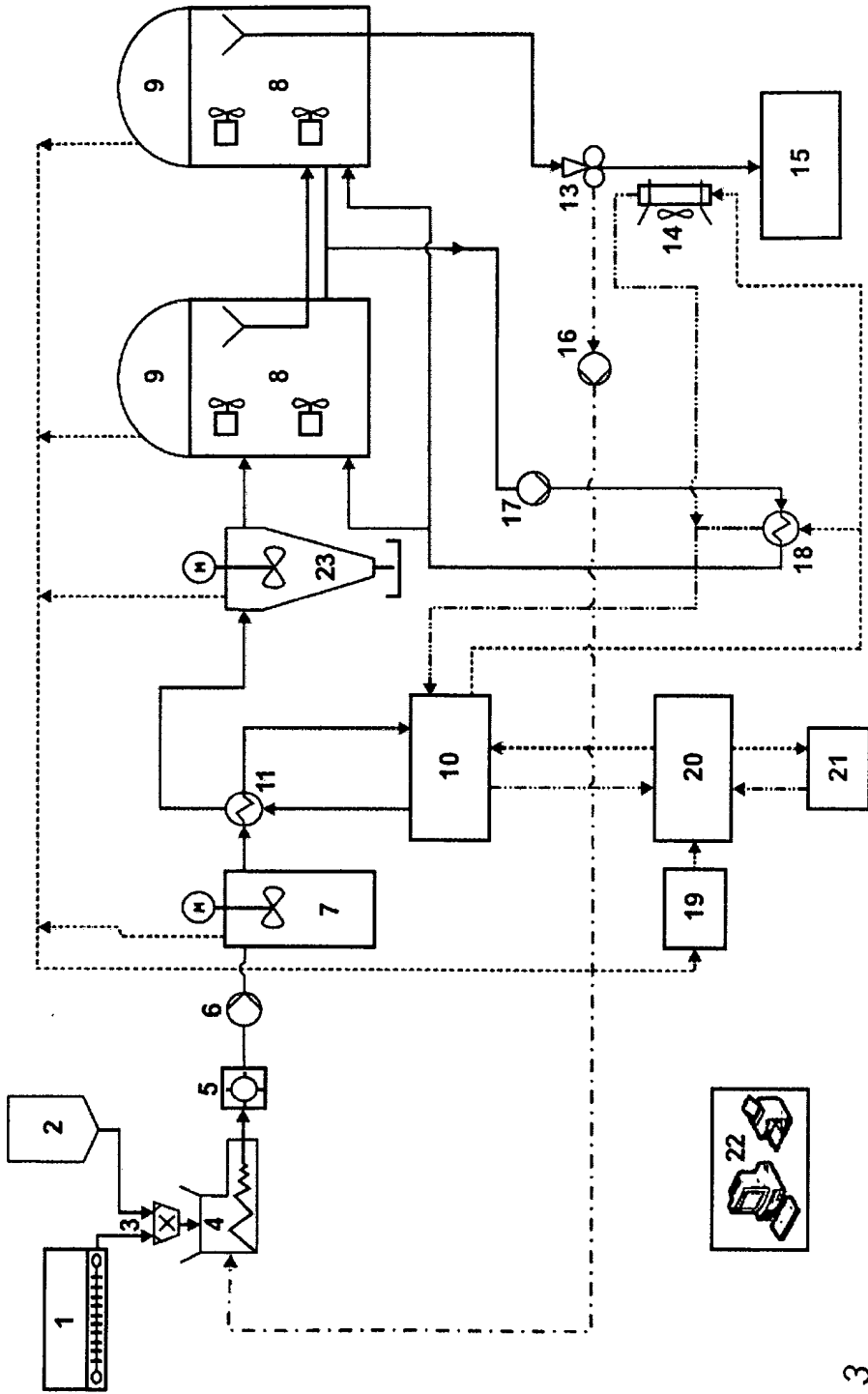


FIGURA 3

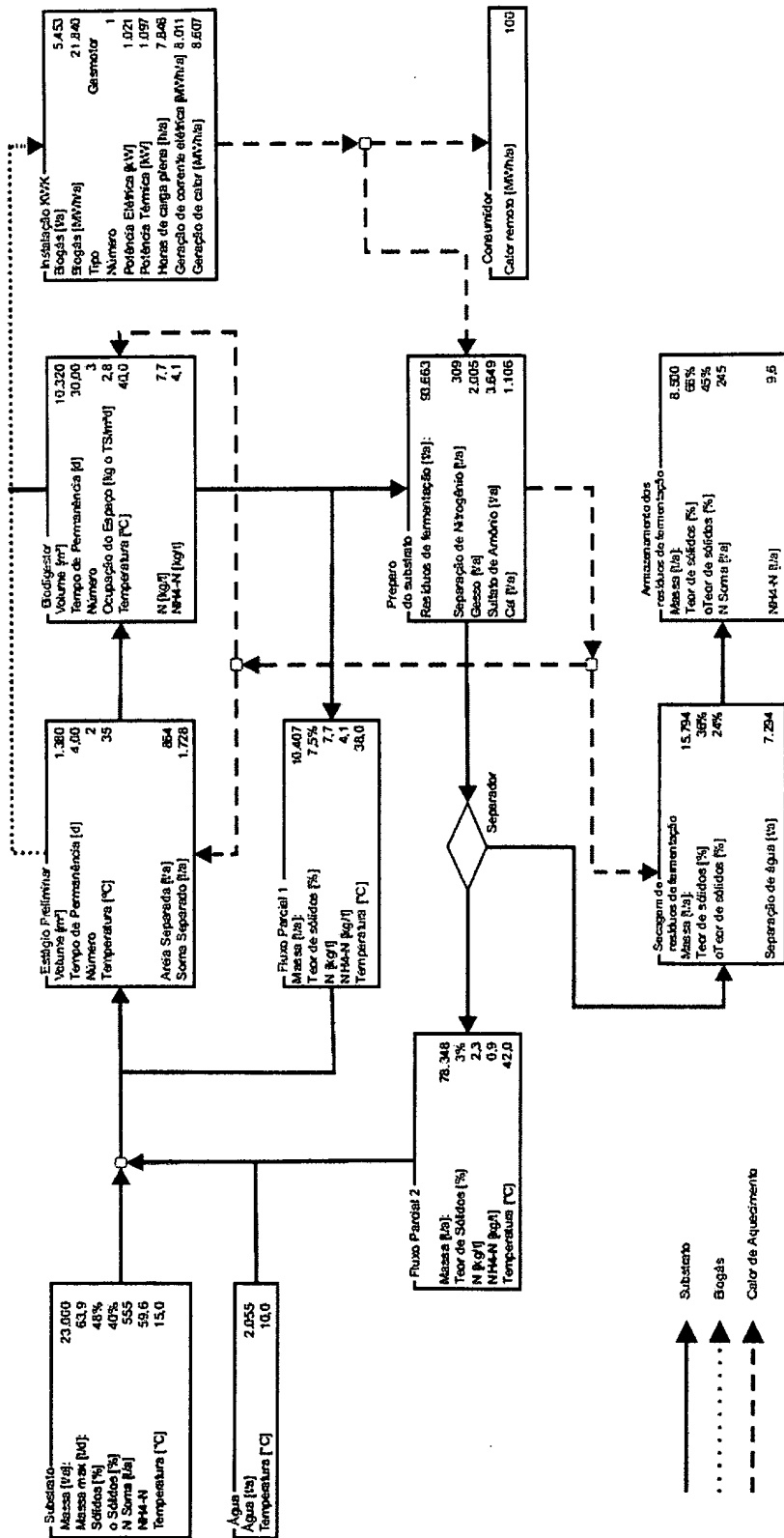


FIGURA 4

PI 0617206-7

Resumo da Patente de Invenção para: "PROCESSO PARA O USO DE BIOMASSA EM UM PROCESSO DE GERAÇÃO DE BIOGÁS".

A presente invenção refere-se a um processo para o uso de biomassa em um processo de geração de biogás. A presente invenção tem a tarefa de também possibilitar o uso de substratos com um alto teor de nitrogênio e de sólidos, consumindo pouca água, tendo assim, um bom balanço de energia e ser particularmente apropriado para o meio ambiente. Estes objetivos são solucionados através do tratamento do substrato com o produto recirculado para se tornar um meio capaz de ser bombeado, com um tratamento posterior com bactérias em ciclone e biodigestor, a separação do nitrogênio em um processo de "stripping", a separação dos resíduos de fermentação sólidos e o uso posterior do produto recirculado como transmissor de calor e meio de redução ao mesmo tempo. O processo é agradável ao meio ambiente tendo um ótimo balanço de energia.