



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102018007348-6 A2



(22) Data do Depósito: 12/04/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 29/10/2019

(54) Título: DISPOSITIVO PARA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA

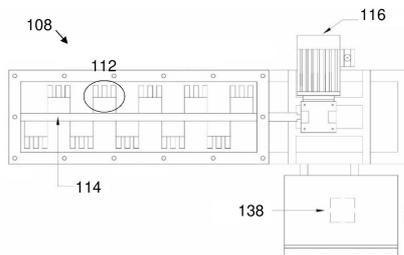
(51) Int. Cl.: C12M 1/107; C12M 1/00; C12M 1/06.

(52) CPC: C12M 21/04; C12M 23/00; C12M 27/06.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO.

(72) Inventor(es): DEROVIL ANTONIO DOS SANTOS FILHO; LAÍS ROBERTA GALDINO DE OLIVEIRA; REBECA OLIVEIRA DE SOUZA; MAURÍCIO ALVES DA MOTTA SOBRINHO; JOSÉ FERNANDO THOMÉ JUCÁ; GILSON SANTOS DO MONTE; ANTÔNIO RODRIGUES DE BRITO; GUILHERME JOSÉ CORREIA GOMES.

(57) Resumo: A presente invenção descreve um dispositivo para biodigestão anaeróbia, que possui a função de estabelecer um ambiente anaeróbio livre de oxigênio, para o aproveitamento máximo do biogás gerado. Na literatura há diversos tipos de reatores para a produção de metano, que apresentam diferentes conformações, sendo o formato um grande influenciador no desempenho de reatores, o formato aqui apresentado é capaz de proporcionar melhorias expressivas sobre os formatos presentes no estado da técnica. Especificamente, a presente invenção compreende uma tampa (102) no formato tipo cone, um reservatório (104), um sistema de vedação (106) compreendendo elastômetro, um misturador (110) e um controlador (110). A presente invenção se situa nos campos da energia renovável, bioquímica e biogás.



## **Relatório Descritivo de Patente de Invenção**

### **DISPOSITIVO PARA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA**

#### **Campo da Invenção**

01. A presente invenção descreve um dispositivo para biodigestão anaeróbia, destacado por possuir um formato retangular, por compreender um sistema de vedação, e por utilizar de um misturador composto por paletas e motor, que promove o contato entre a biomassa residual e os microrganismos, e conseqüentemente, culmina em um aumento na rapidez da decomposição de biomassa. A presente invenção se situa nos campos de energia renovável, bioquímica e biogás.

#### **Antecedentes da Invenção**

02. Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

03. O documento US 20160369219 A1 revela um sistema para produção de biogás a partir de biomassa, sendo um reator horizontal de base retangular compreendendo um reservatório com múltiplas passagens e misturadores em seu interior. Porém, o documento em questão não prevê a utilização de um sistema de agitação do tipo de paletas, fazendo com que a obtenção de biogás seja mais demorada.

04. O documento US 7659108 B2 revela um sistema aplicado ao processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos, dotado de sistema de agitação do tipo de paletas de aço, onde as ditas paletas são dispostas sobre um eixo girante que percorre toda a parte interna do tanque, onde o dito eixo é acionado por um motor elétrico promovendo o acionamento das paletas. Porém, tal documento não prevê a utilização de tampas de seção triangular e nem a utilização de sistema de vedação com borracha, podendo comprometer a estanqueidade do sistema e melhor aproveitamento do gás (não seja tão

afunilado em cima).

05. Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

### **Sumário da Invenção**

06. Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um dispositivo para biodigestão anaeróbia referido que tem como finalidade degradar biomassa por meio da ação de microrganismos anaeróbios, ou seja, na completa ausência de oxigênio. Podendo-se utilizar diversos tipos de substratos, tais como: resíduos alimentares, restos de refeições, de centros de abastecimento, de beneficiamento de alimentos, etc.; resíduos agropecuários, resíduo ruminal bovino, esterco bovino, caprino, ovino e suíno, cama de aviário, sangue, animais mortos, etc.

07. Dentre os inóculos, podem ser utilizados: efluentes têxteis, de cervejarias, de matadouros, de indústria de corte e processamento de carnes, da indústria de laticínios, de Estações de Tratamento de Esgotos, etc. Diante disso, é possível observar a imensa combinação de substratos e inóculos que capazes de permitir uma digestão anaeróbia. Com esse processo, além de ser possível estimar o potencial máximo de geração de biometano, é possível reduzir a quantidade de resíduos que seriam lançados no meio ambiente, com isso, transformando essa biomassa residual em energia, ou seja, transformar um passivo ambiental, degradação do meio ambiente, em um ativo, geração de biogás, energia e biofertilizante a partir desses resíduos.

08. Em um primeiro objeto a presente invenção revela um dispositivo para biodigestão anaeróbia compreendendo:

- a. tampa (102);
- b. reservatório (104);

- c. sistema de vedação (106);
- d. misturador (108);
- e. controlador (110);

em que:

- o reservatório (104) compreende formato retangular;
- a tampa (102) compreende formato tipo cone;
- a tampa (102) é associada ao reservatório (104) por meio do sistema de vedação (106);
- o sistema de vedação (106) compreende elastômetro, parafusos e porcas;
- o sistema de vedação (106) é associável ao reservatório (104) e à tampa (102);
- o sistema de vedação (106) compreende mesmo formato do reservatório (104);
- os elastômetros, parafusos e porcas do dito sistema de vedação (106) associam a tampa (102) com o reservatório (104);
- o reservatório (104) é associado ao misturador (108); e
- controlador (110) é associado ao reservatório (104) e ao misturador (108).

09. Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados é de um dispositivo para biodigestão anaeróbia, que tenha um formato horizontal em seu reservatório, porém tenha um formato cônico em sua tampa, que visa avaliar o potencial de metanização a partir da biodegradação anaeróbia de biomassa residual.

10. Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

### **Breve Descrição das Figuras**

11. A figura 1 mostra uma vista frontal do dispositivo para biodigestão anaeróbia.

12. A figura 2 mostra uma vista posterior do dispositivo para biodigestão

anaeróbia.

13. A figura 3 mostra uma vista superior do dispositivo para biodigestão anaeróbia.

14. A figura 4 mostra uma vista lateral direita do dispositivo para biodigestão anaeróbia.

15. A figura 5 mostra uma vista lateral esquerda do dispositivo para biodigestão anaeróbia.

16. A figura 6 mostra uma concretização do dispositivo para biodigestão anaeróbia.

17. A figura 7 mostra uma concretização do dispositivo para biodigestão anaeróbia, com enfoque ao misturador (108).

18. A figura 8 mostra um gráfico sobre o comportamento da produção acumulada de biogás de resíduos sólidos obtido pelo ensaio no biorreator durante um período de 90 dias, onde o eixo das ordenadas representa o volume acumulado de biogás em NL, e o eixo das abcissas o tempo em dias.

### **Descrição Detalhada da Invenção**

19. As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

20. Em um primeiro objeto a presente invenção revela um dispositivo para biodigestão anaeróbia compreendendo:

- f. tampa (102);
- g. reservatório (104);
- h. sistema de vedação (106);
- i. misturador (108);
- j. controlador (110);

em que:

- o reservatório (104) compreende formato retangular;
- a tampa (102) compreende formato tipo cone;

- a tampa (102) é associada ao reservatório (104) por meio do sistema de vedação (106);
- o sistema de vedação (106) compreende elastômetro, parafusos e porcas;
- o sistema de vedação (106) é associável ao reservatório (104) e à tampa (102);
- o sistema de vedação (106) compreende mesmo formato do reservatório (104);
- os elastômetros, parafusos e porcas do dito sistema de vedação (106) associam a tampa (102) com o reservatório (104);
- o reservatório (104) é associado ao misturador (108); e
- controlador (110) é associado ao reservatório (104) e ao misturador (108).

21. A tampa (102) é um compartimento que tem como função receber o gás advindo do reservatório (104). A tampa (102) é em formato cônico, ou triangular, da mesma forma como pode ser visto na figura 1. A tampa (102) é associada a um manômetro (120) e a uma válvula (122), de forma que ambos os elementos associados podem estar localizados no topo da tampa (102). O manômetro (120) tem como função monitorar a pressão do gás que está presente na tampa (102). A válvula (122) tem como função liberar o gás para que este possa ser recolhido, sendo, a válvula, do tipo esfera monobloco.

22. O reservatório (104) tem como função receber a biomassa, que pode ser resíduos alimentares, resíduos agropecuários, ou qualquer outro tipo de matéria orgânica. O misturador (108), ou seja, a agitação provocada por este, tem como função aumentar a velocidade da decomposição da biomassa armazenada no reservatório (104), com o intuito de gerar gases devido a esta decomposição. Dentre os tipos de gases que são direcionados à tampa (102) e podem ser aproveitados como fonte de energia, é o biometano, por exemplo. O misturador (108) é um sistema de agitação. Em uma concretização, o misturador (108) compreende paletas (112), eixo de rotação (114) e motor (116).

23. O eixo de rotação (114) é um objeto que percorre toda a estrutura do

reservatório (104) assim como é visto nas figuras da presente invenção. Em uma concretização, o eixo de rotação (114) é associado ao motor (116) e às paletas (112). As paletas são objetos com um formato parecido a um pente que tem como função aumentar a área de ação da paleta (112) com a biomassa. O eixo de rotação (114) tem como função obedecer à rotação imposta pelo motor (116), o motor (116) faz o eixo de rotação (114) girar e este faz com que as paletas associadas girem também. Estando as paletas em contato com a biomassa, faz com que estas ajam na biomassa, aumentando a velocidade de decomposição desta.

24. O motor (116) é um dispositivo capaz de realizar a rotação do eixo de rotação (114). Em uma concretização o motor (116) é um motor elétrico de indução trifásico associado a um inversor de frequência (138). Devido ao fato de poder compreender um inversor de frequência, a velocidade deste motor pode ser ajustada, de modo que o tempo de decomposição também pode ser alterado devido ao ajuste desta velocidade.

25. O sistema de vedação (106) tem como função realizar a junção da tampa (102) com o reservatório (104), de forma que esta junção seja a mais unida possível, e que não haja escapamento de gás gerado. Em uma concretização, o sistema de vedação (106) compreende elastômetro, parafusos e porcas. Em uma concretização, o elastômetro utilizado é do tipo "O-ring". O sistema de vedação (106) além de realizar uma simples junção, a partir dos componentes elastômetro, parafusos e porcas, este sistema é capaz de entregar a presente invenção uma estanqueidade melhor.

26. O controlador (110) é o dispositivo que controla e monitora as atividades do dispositivo para biodigestão anaeróbia. O controlador (110) é associado à tampa (102), ao reservatório (104) e ao misturador (108). A associação do controlador (110) com o misturador (108) se dá pelo motor (126), que é contemplado pelo misturador. O controlador (110) é compreendido por: um visualizador de situação do motor (124), ou seja, um tipo de display que mostra informação de rotação, tal informação pode ser, por exemplo, a

velocidade de rotação do motor; um acionador do motor (126), cuja a função é a de determinação de rotação do eixo de rotação (114), propiciando ao usuário da presente invenção o controle e ajuste da velocidade de rotação do motor (126), em uma concretização esta velocidade é ajustada por um inversor de frequência (138); um mostrador de temperatura (128) cuja função é mostrar a temperatura do dispositivo para biodigestão anaeróbia, logicamente, é necessário que haja um sensor de temperatura (136), para que esta seja monitorada, este sensor de temperatura (136) pode ser alocado no reservatório da presente invenção, sendo assim este foi alocado no reservatório (104); um mostrador de alerta (130) cuja função é reportar alguma emergência que tenha acontecido ao sistema como um todo; um acionador de alerta (132) cuja função é parar o dispositivo para biodigestão anaeróbia devido a alguma emergência; um acionador do dispositivo para biodigestão anaeróbia (134) cuja função é ligar ou desligar o dispositivo para biodigestão anaeróbia.

27. Em relação ao formato dos reservatórios inferior (104) e superior (102) a presente invenção admite qualquer formato capaz de fornecer estanqueidade ao sistema. Entretanto, a presente invenção, apresenta uma concretização mais ideal para este formato, a qual os reservatórios possuem o mesmo formato, que neste caso é um formato horizontal, cuja largura na base é maior que a altura.

28. A presente invenção tem como escopo o uso de qualquer tipo de material que possa realizar as funções dos elementos descritos neste documento. Porém, a presente invenção apresenta como uma concretização ideal o uso de aço como composição da tampa (102), reservatório (104) e da válvula (122). Em uma concretização ainda mais específica é utilizado o aço inox 304, já que este não permite entrada de oxigênio do meio externo, nem de feixes de luz, que pode afetar a atividade microbiana existente no processo de biodigestão anaeróbia. Ademais, o aço inox 304 tem propriedade anticorrosiva evita a formação de processo corrosivo e, portanto, aumenta a vida útil do dispositivo.

29. Sucintamente, a presente invenção é contemplada com as seguintes vantagens e melhorias em frente ao estado da técnica, sobretudo no que se refere à deposição de resíduos no meio ambiente, uma vez que esta se preocupa com tal deposição a fim de preservar o meio ambiente:

- formato horizontal do reservatório (104), e com agitação de paletas (112) em aço, aplicado ao processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos, reatores, nesse formato, é somente aplicado a águas residuárias;
- estrutura em material constituído de aço inoxidável 304, cuja propriedade é anticorrosiva, para evitar a formação de processo corrosivo;
- tampa (102) tipo cone, de aço, para acumular o biogás gerado;
- geometria da tampa (102) e fixação da mesma, que garantem a estanqueidade, como também simplificam e facilitam o processo de abertura e fechamento do biodigestor;
- válvulas (122) tipo esfera monobloco, em vez de válvulas tipo agulha, a fim de proporcionar maior estanqueidade, sobretudo, ao processo de abertura e fechamento da válvula (122) de alívio da pressão interna, além de maior durabilidade e resistência do material ante a ação corrosiva do biogás produzido pelo processo anaeróbio.

### **Exemplo 1: Biorreator no Formato Horizontal**

30. Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

31. Biorreator no formato horizontal, ou seja, com a largura maior que a altura, totalmente fabricado em aço inox 304, que não permite entrada de oxigênio do meio externo, nem de feixes de luz, que pode afetar a atividade microbiana existente no processo de biodigestão anaeróbia, figura 6.

32. O mesmo tem uma capacidade total de aproximadamente 42,86 litros, sendo cerca de 25,92 litros para a disposição da biomassa residual, inóculo mais substrato, onde ocorrem as reações bioquímicas, resultando na

decomposição de compostos orgânicos, e conseqüente, geração de biogás e biometano, sendo este compartimento o reservatório (104). E os demais 16,94 litros destinado para o armazenamento do biogás, quando o mesmo não estiver conectado a um gasômetro, sendo este compartimento a tampa (102). A junção desses dois compartimentos é feita por meio de parafusos e porcas de 1/4", além de uma estrutura em borracha, semelhante a um o-ring, de 5 mm que visa assegurar a estanqueidade do equipamento, e armazenar o biogás produzido pela decomposição anaeróbia da biomassa residual, esta descrição é feita para o sistema de vedação (106). Para estimar a produção de biogás e coleta-lo para análise, no topo do corpo do reator há dois segmentos de dutos, para o encaixe do manômetro (120) de 0 a 1 bar (escala de 0,2), da válvula (122) de esfera monobloco latão forjado com conexões de 1/8" e do nipe para redução de 1/4" para 1/8". Como mostra a Figura 7, o equipamento também conta com um misturador (108) ou um sistema de agitação do tipo de paletas (112), com distância de entre elas de 5,85 cm, que varia de 0 rpm até 1670 rpm, acionado por motor (116) elétrico de indução trifásico de marca Eberle, de 1/3 de CV, com 60 Hz de frequência, com uma tensão de 220 volts e uma corrente 1,45 ampères, com um inversor de frequência (138), transformar corrente alternada em contínua, de marca MEQ ®, modelo CFW08, com variação de velocidade de rotação, além de um, mostrador de temperatura (128), nesta concretização um medidor de temperatura do sistema reacional.

33. Segue nas Figuras de 1 a 5 as vistas frontal, posterior, superior lateral direita e esquerda do biorreator, respectivamente.

34. A figura 8 mostra um gráfico comprovando a eficácia da presente invenção no que se refere na geração do biogás. A produção acumulada obtida foi de 213,58 NL, ou 0,21 m<sup>3</sup>, de biogás em 90 dias, como mostra a Figura 8, ou seja, cerca de 0,0023 m<sup>3</sup>/dia, com taxa média de metano de 60%, mesmo não sendo utilizado a capacidade máxima do biodigestor, que é de 25,92 litros, visto que foi adicionado apenas 16 litros de biomassa residual, resíduo de frutas e verduras, lodo anaeróbio de esgoto doméstico, líquido ruminal bovino e

esterco de caprino.

35. Os dados supracitados demonstram que o referido instrumento se mostrou capaz de promover a biodigestão anaeróbia, bem como a produção de biogás e de metano. No estudo de Leite et al. 2014, obteve-se 0,12 m<sup>3</sup>/dia de biogás em 270 dias, utilizando um volume de biomassa bastante superior, 1.670 kg de resíduo vegetal e 418 kg de lodo anaeróbio de esgoto sanitário. Em outra pesquisa de Leite et al. 2002 encontrou um volume médio de biogás de 0,00171 m<sup>3</sup>/dia com 25 kg de massa residual, sendo 21,25 kg de resíduos de frutas e verduras e 3,75 litros de líquido ruminal bovino, para um tempo de detenção de 350 dias.

36. Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

### Reivindicações

1) Dispositivo para biodigestão anaeróbia **caracterizado** pelo fato de compreender:

- (a) tampa (102);
- (b) reservatório (104);
- (c) sistema de vedação (106);
- (d) misturador (108);
- (e) controlador (110);

em que:

- o reservatório (104) compreende formato retangular;
- a tampa (102) compreende formato tipo cone;
- a tampa (102) é associada ao reservatório (104) por meio do sistema de vedação (106);
- o sistema de vedação (106) compreende elastômetro, parafusos e porcas;
- o sistema de vedação (106) é associável ao reservatório (104) e à tampa (102);
- o sistema de vedação (106) compreende mesmo formato do reservatório (104);
- os elastômetros, parafusos e porcas do dito sistema de vedação (106) associam a tampa (102) com o reservatório (104);
- o reservatório (104) é associado ao misturador (108); e
- controlador (110) é associado ao reservatório (104) e ao misturador (108).

2) Dispositivo para biodigestão anaeróbia, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, **caracterizado** pelo fato do misturador (108) compreender:

- (f) paletas (112);
- (g) eixo de rotação (114);
- (h) motor (116);

em que:

- as paletas (112) compreendem agitação e são associadas ao eixo de rotação

(114); e

- o eixo de rotação (114) compreende acionamento das paletas (112) e é associado às paletas (112) e ao motor (116).

3) Dispositivo para biodigestão anaeróbia, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 **caracterizado** pelo fato da tampa (102) compreender:

(i) manômetro (120);

(j) válvula (122);

em que:

- a tampa (102) compreende formato cônico e é associada ao manômetro (120) e à válvula (122);

- a válvula (122) é do tipo esfera monobloco.

4) Dispositivo para biodigestão anaeróbia, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato da tampa (102) e reservatório (104) compreenderem mesmo formato horizontal.

5) Dispositivo para biodigestão anaeróbia, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato do controlador compreender:

(k) visualizador de situação do motor (124);

(l) acionador do motor (126);

(m) mostrador de temperatura (128);

(n) mostrador de alerta (130);

(o) acionador de alerta (132);

(p) acionador do dispositivo para digestão anaeróbia (134);

em que:

- o visualizador de situação do motor (124) compreende informação de rotação e é associado ao motor (116);

- o acionador do motor (126) compreende determinação de rotação do eixo de rotação (114) e é associado ao motor (116); e

- o mostrador de temperatura (128) compreende associação com um sensor de temperatura (136), tal sensor de temperatura (136) é associado ao reservatório (104).

6) Dispositivo para biodigestão anaeróbia, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de os elementos: tampa (102), reservatório (104) e válvula (122) compreenderem composição em aço.

7) Dispositivo para biodigestão anaeróbia, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato do motor (116) ser um motor elétrico de indução trifásico associado a um inversor de frequência (138).

FIGURAS

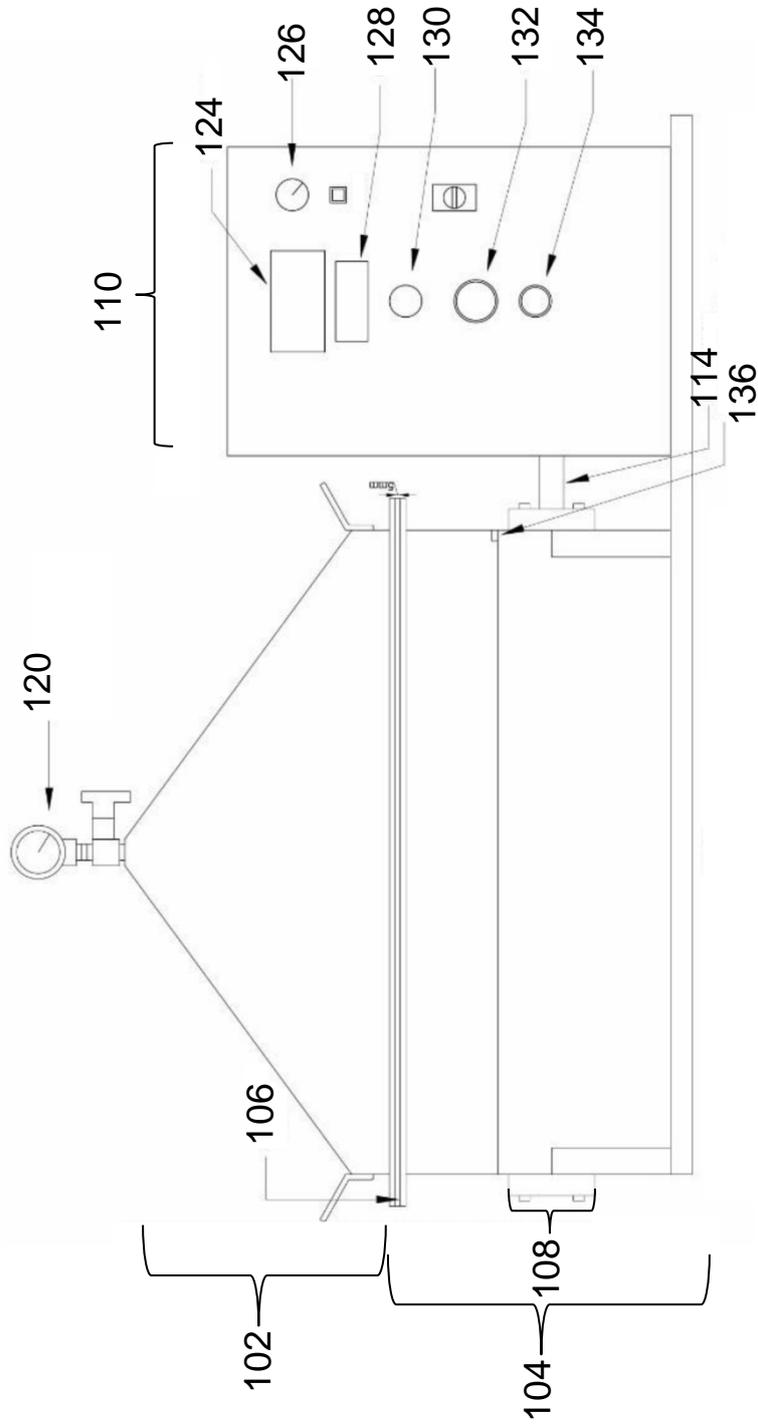


Figura 1

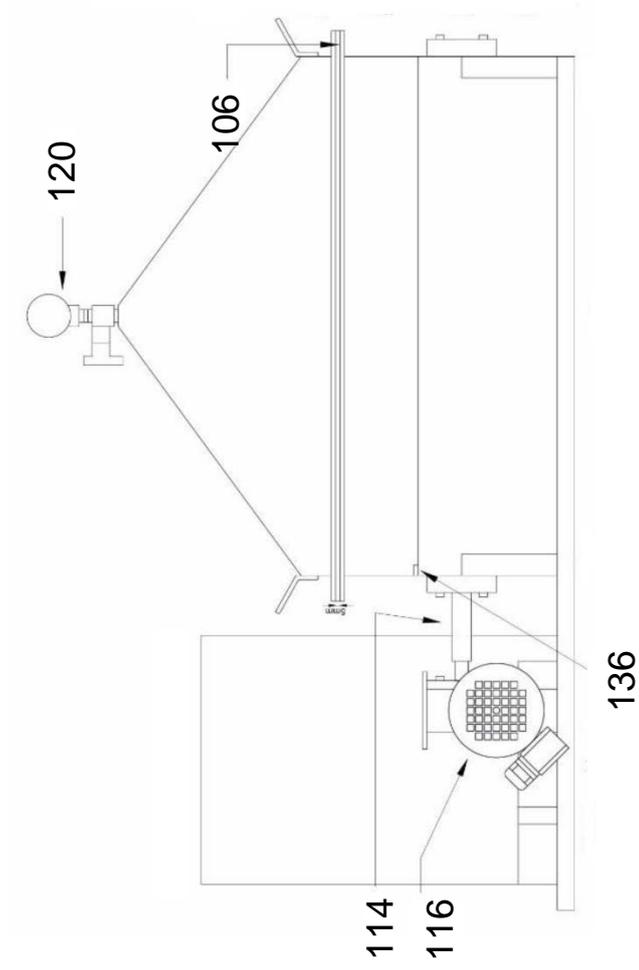


Figura 2

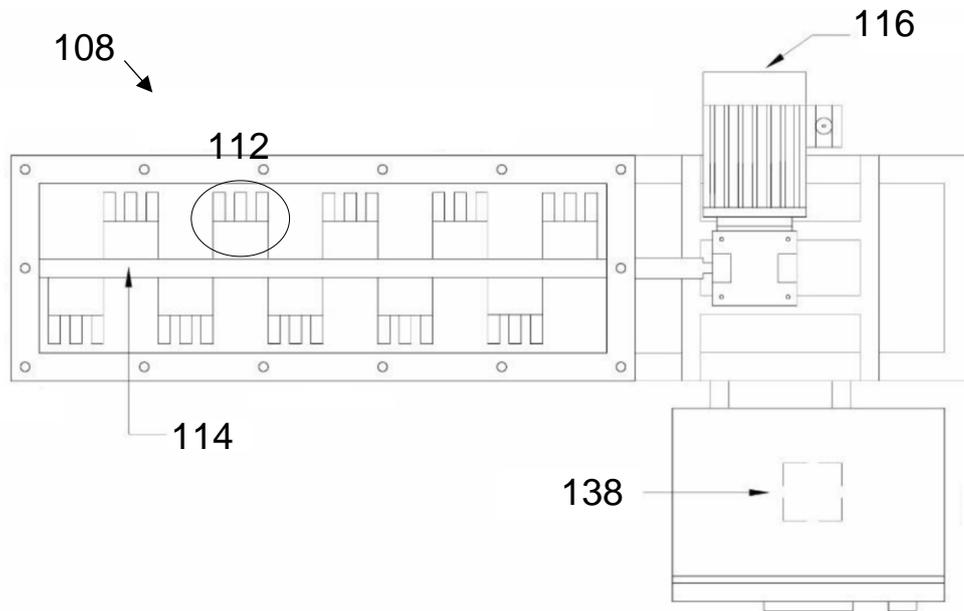


Figura 3

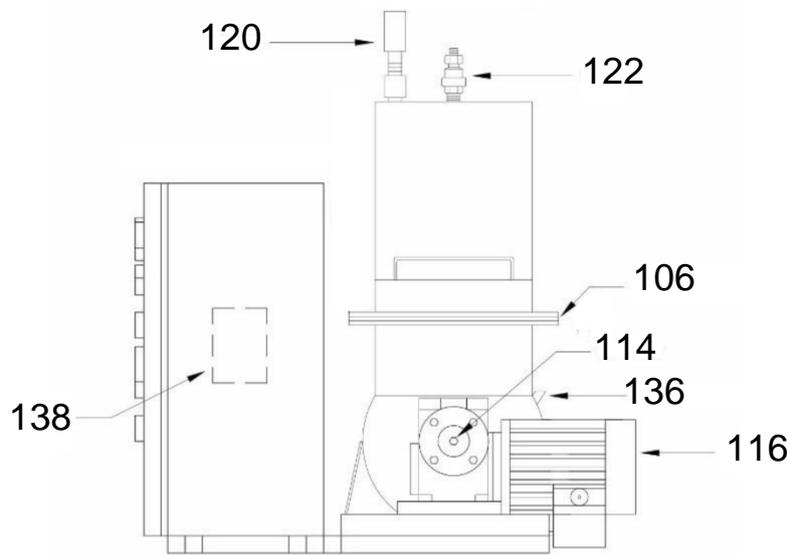


Figura 4

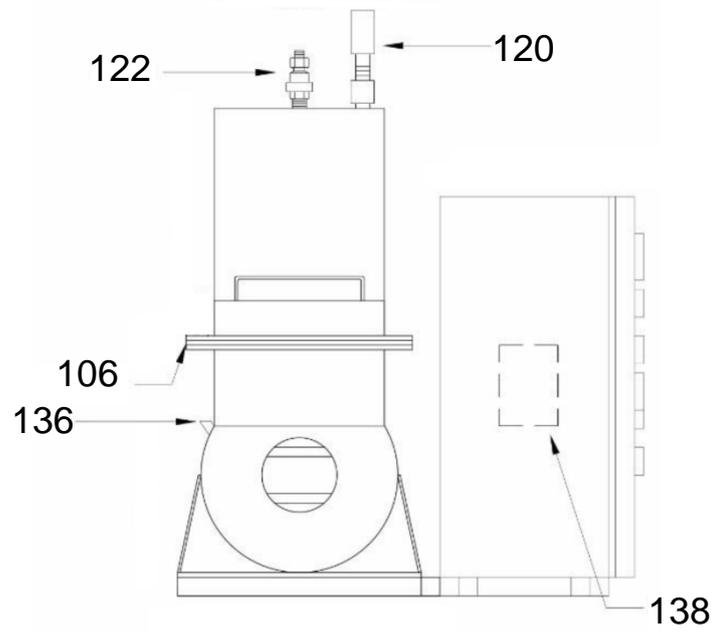


Figura 5



Figura 6



Figura 7

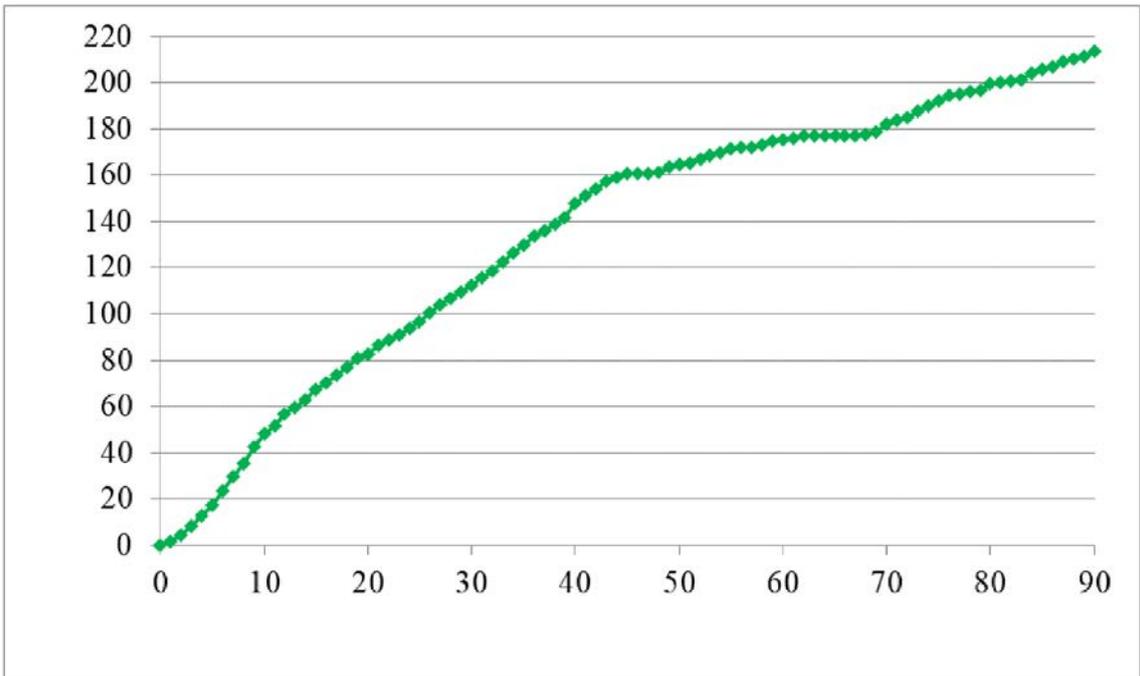


Figura 8

**Resumo****DISPOSITIVO PARA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA**

A presente invenção descreve um dispositivo para biodigestão anaeróbia, que possui a função de estabelecer um ambiente anaeróbio livre de oxigênio, para o aproveitamento máximo do biogás gerado. Na literatura há diversos tipos de reatores para a produção de metano, que apresentam diferentes conformações, sendo o formato um grande influenciador no desempenho de reatores, o formato aqui apresentado é capaz de proporcionar melhorias expressivas sobre os formatos presentes no estado da técnica. Especificamente, a presente invenção compreende uma tampa (102) no formato tipo cone, um reservatório (104), um sistema de vedação (106) compreendendo elastômetro, um misturador (110) e um controlador (110). A presente invenção se situa nos campos da energia renovável, bioquímica e biogás.