



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

(21) **PI0609997-1 A2**



(22) Data de Depósito: 20/04/2006
(43) Data da Publicação: 18/10/2011
(RPI 2128)

(51) *Int.Cl.:*
B09B 3/00
C05F 17/00

(54) **Título:** PROCESSO, OU SISTEMA, EM ESTÁGIOS PARA A COMPOSTAGEM DE UM MATERIAL ORGÂNICO

(30) **Prioridade Unionista:** 20/04/2005 US 60/672,994

(73) **Titular(es):** INTERNATIONAL COMPOSTING CORPORATION

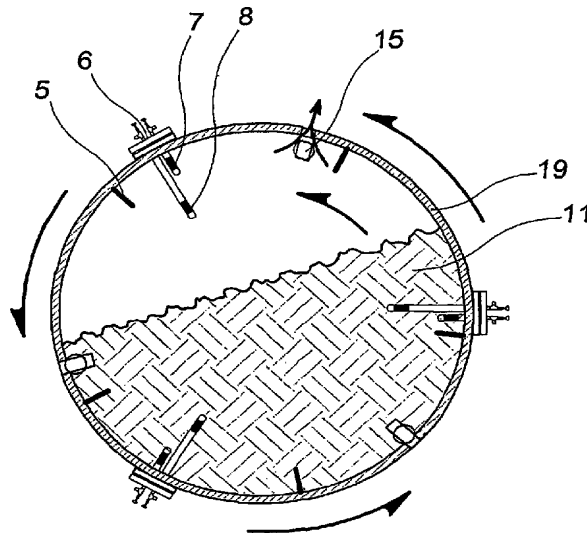
(72) **Inventor(es):** IMBER, BRYAN E.

(74) **Procurador(es):** Custódio De Almeida & Cia

(86) **Pedido Internacional:** PCT CA2006000636 de 20/04/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2006/111026de 26/10/2006

(57) **Resumo:** PROCESSO, OU SISTEMA, EM ESTÁGIOS PARA A COMPOSTAGEM DE UM MATERIAL ORGÂNICO. Em várias formas de realização, a invenção provê processos, ou sistemas, em estágios, para a compostagem de materiais orgânicos, como refugos de material animal e plantas. Em um aspecto, a invenção envolve a passagem em estágios de material orgânico através de ecologias de compostagem alternativas, de modo a otimizar a diversidade de organismos apodrecidos que podem trabalhar sobre os materiais orgânicos. Em algumas formas de realização, um meio termofílico, bem misturado, robusto, é criado por compostagem aeróbica no estágio primário. O composto primário produzido por este estágio pode ser transferido para uma ecologia de compostagem estratificada alternativa, em que o composto secundário desce com o passar do tempo de uma camada relativamente estável de compostagem aeróbica termofílica residual para camadas subjacentes que envolvem uma degradação aeróbica não termofílica do material orgânico.



"PROCESSO, OU SISTEMA, EM ESTÁGIOS PARA A COMPOSTAGEM DE UM MATERIAL ORGÂNICO"

CAMPO

5 A presente invenção refere-se à compostagem de material orgânico. Mais especificamente, a invenção provê sistemas e processos que podem ser adaptados para compostagem contínua que passa um material orgânico através de estágios termofílicos e não termofílicos, assim suportando uma diversidade de ecologias de compostagem.

ANTECEDENTES

10 O composto pode ser amplamente definido como um material orgânico parcialmente apodrecido. Em termos bioquímicos, o processo de compostagem geralmente envolve a degradação microbiológica de compostos orgânicos por processos metabólicos. A compostagem é tipicamente realizada de modo que o produto final é bem apropriado para aplicação aos solos como um fertilizante, para aumentar o teor de humos do solo (a fração orgânica marrom ou preta do solo que consiste de material animal ou vegetal parcial ou totalmente apodrecido).

15 Em muitas jurisdições, existem leis que governam a composição de materiais, como composto, que devem ser descarregados no meio ambiente. Por exemplo, a Regulação (EC) no. 1774/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho fixa regras para sub-produtos animais que não se destinam ao consumo humano, que podem, por exemplo, incluir compostos. Estas diretrizes tipicamente referem-se, em parte, à necessidade de assegurar que os compostos são tratados de modo apropriado para matar ou inativar organismos patogênicos que podem ser encontrados na matéria orgânica grosseira que é tratada. Por exemplo, a Regulação (EC) no. 1774/2002 dita que, pelo menos, alguns materiais usados como a matéria prima na planta de compostagem devem ser submetidos às seguintes exigências mínimas de

tratamento: (a) tamanho de partícula máximo antes de entrar no reator de compostagem : 12 mm; (b) temperatura mínima em todo material no reator: 70°C; e (c) tempo mínimo no reator a 70°C (todo material): 60 minutos. Estas diretrizes também prescrevem padrões com relação à presença de alguns organismos potencialmente patogênicos e amostras dos resíduos de digestão ou composto, como: Salmonella: ausência em 25 g: $n = 5$, $c = 0$, $m = 0$, $M = 0$; Enterobacteriaceae: $n = 5$, $c = 2$, $m = 10$, $M = 300$ em 1 g; onde n = número de amostras a serem testadas, M = valor de limiar para o número de bactérias; o resultado é considerado satisfatório se o número de bactérias em todas as amostras não exceder m ; M = valor máximo para o número de bactérias; o resultado é considerado insatisfatório se o número de bactérias em uma ou mais amostras for M ou maior; e c = número de amostras da contagem bacteriana que pode estar entre m e M . Existe, conseqüentemente, a necessidade de prover sistemas de compostagem que sejam capazes de atender às várias exigências regulatórias com relação ao tratamento e composição de compostos.

SUMÁRIO

Em várias formas de realização, a invenção provê processos em estágios, ou sistemas, para a compostagem de materiais orgânicos, como material de refugo de plantas e animais. Em um aspecto, a invenção envolve a passagem de material orgânico através de ecologias alternativas de compostagem, de modo a otimizar a diversidade de organismos apodrecidos que podem trabalhar sobre os materiais orgânicos. Em algumas formas de realização, um meio termofílico bem misturado, robusto, é criado para a compostagem de estágio primário. O composto primário produzido por este estágio pode ser transferido para uma ecologia de compostagem estratificada alternativa, em que o composto secundário desce com o passar do tempo de uma camada relativamente estável de compostagem termofílica residual para

camadas subjacentes que envolvem a degradação não termofílica do material orgânico. No segundo estágio, a ausência de mistura forte permite que ecologias de compostagem alternativas se estabeleçam em um gradiente vertical. Deste modo, a mistura forte e a degradação termofílica do material orgânico no estágio primário condicionam o composto para uma incubação subsequente nas ecologias estratificadas alternativas do segundo estágio. Verificou-se que esta abordagem combinada é vantajosa na redução da viabilidade de organismos patogênicos que podem estar presentes na carga de alimentação orgânica grosseira.

Em formas de realização exemplares, os processos e sistemas da invenção podem envolver a introdução de materiais orgânicos grosseiros em um compostor primário, que pode ser um compostor aeróbico. O material orgânico grosseiro pode, por exemplo, incluir organismos patogênicos viáveis, como microorganismos que, em algumas concentrações ou em algumas circunstâncias, são capazes de produzir ou exacerbar as doenças de plantas ou animais. Uma vez introduzido, o material orgânico grosseiro provê uma mistura de compostagem primária dentro do compostor primário. Esta mistura pode ser deslocada no compostor primário, por exemplo, deslocada longitudinalmente, de modo que a mistura de compostagem primária se movimenta da extremidade de entrada do compostor primário para uma extremidade de saída do compostor.

O trânsito da mistura de compostagem primária através do compostor primário pode ocorrer em um intervalo definido como o tempo de compostagem primária. Durante este período de tempo, a mistura de compostagem primária pode ser misturada no compostor primário, de modo que camadas verticais da mistura de compostagem primária são intermisturadas durante o tempo de compostagem primária, no compostor primário. As condições de compostagem primária podem ser mantidas no

compostor primário de modo que organismos termofílicos degradam aerobicamente o material orgânico. Por exemplo, uma temperatura de compostagem termofílica primária de, pelo menos, 70°C, pode ser mantida em, pelo menos, uma porção do compostor primário durante um tempo de compostagem termofílica primária. A duração deste tratamento termofílico pode, por exemplo, ser pelo menos de uma hora, para produzir um composto primário.

O composto primário pode ser transferido da extremidade de saída do compostor primário para um compostor secundário, que pode ser um compostor aeróbico, de modo a prover uma mistura de compostagem secundária dentro do compostor secundário. A mistura de compostagem secundária pode ser verticalmente deslocada no compostor secundário, de modo que a mistura de compostagem secundária desce de uma camada superior no compostor secundário para uma camada inferior no compostor secundário durante um tempo de compostagem secundário. Deste modo, o compostor secundário é operável de modo a prover uma mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada.

As condições de compostagem no compostor secundário podem ser monitoradas e mantidas de modo que a camada superior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada suporta uma degradação continuada do material orgânico pelos organismos termofílicos. As condições e regulação de tempo do estágio de compostagem primária podem ser, assim, modulados de modo que o composto primário é suficientemente biologicamente ativo para sustentar outra degradação termofílica no compostor secundário. Por exemplo, a compostagem termofílica secundária pode ocorrer a uma temperatura de pelo menos 70°C por uma duração definida como um tratamento de compostagem termofílica secundária, que pode ser por exemplo de pelo menos uma hora.

As condições podem ser sustentadas no compostor secundário de modo que uma camada inferior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada sustenta a degradação não termofílica do material orgânico por organismos não termofílicos, que podem ser aeróbicos ou anaeróbicos, ou ambos. Por exemplo, a compostagem não termofílica pode ocorrer em uma temperatura de compostagem termofílica secundária abaixo de 70°C, durante um tempo de compostagem termofílica secundária, como que pelo menos uma hora, para produzir um composto secundário. Todo o processo de compostagem da invenção pode, por exemplo, ser realizado de modo a reduzir a viabilidade de organismos patogênicos no material orgânico grosseiro.

Em algumas formas de realização, processos da invenção podem ser contínuos, no sentido de que o material se movimenta continuamente através dos sistemas de compostagem e estágios da invenção. Deste modo, por exemplo, um meio de compostagem termofílica robusto, criado no compostor primário, pode ser transferido para o estágio inicial do compostor secundário, de modo que um segundo estágio de compostagem termofílica pode ocorrer. Isto requer uma modulação apropriada das condições de processo de compostagem primária de modo a prover um composto primário que irá suportar a compostagem termofílica continuada no compostor secundário. Similarmente, a remoção contínua de material compostado do compostor secundário pode ser modulada de modo a facilitar a troca ecológica gradual no composto à medida que ele desce para o compostor secundário, a partir de uma ecologia de compostagem termofílica para uma ecologia não termofílica, com oportunidades dentro desta troca ecológica para uma ampla variedade de organismos de modo a degradar o material orgânico.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A invenção provê aparelhos e processos para compostagem. Em

um aspecto, os processos da invenção podem ser usados no tratamento de lixo orgânico, como sub-produtos de plantas ou animais, lixo municipal, ou outras composições contendo material orgânico grosseiro apropriado para compostagem. O material orgânico grosseiro de refugo pode ser tratado de modo a prover um composto ou fertilizante apropriado para uso geral, por exemplo, devido à ausência de organismos desvantajosos ecologicamente ou potencialmente patogênicos. Em algumas formas de realização, o material orgânico grosseiro de alimentação pode ser reduzido em tamanho e misturado antes de ser introduzido em um aparelho de compostagem ou "compostor".

10 Em vários aspectos, os processos da invenção usam temperaturas de compostagem relativamente elevadas, como temperaturas em excesso de um valor de limiar em que os organismos termofílicos são ativos na degradação biológica de materiais orgânicos, que podem ser definidas como "temperaturas de compostagem termofílica". Estas temperaturas termofílicas de limiar podem ser selecionadas e mantidas de modo a inativar organismos indesejáveis na carga de alimentação orgânica grosseira. Por exemplo, temperaturas termofílicas podem estar em excesso de 70°C ou em excesso de um valor de limiar que é qualquer número inteiro ou valor decimal entre 40°C e 80°C, como 70°C, 71°C, 72°C, 73°C, 74°C, 75°C ou 80°C. Estas 15 temperaturas de compostagem termofílica podem ser moduladas em vários estágios dos processos da invenção, de modo que temperaturas alternativas são usadas que são apropriadas para o crescimento de organismos termogênicos ou termofílicos alternativos. Alternativamente, uma temperatura termofílica única, ou faixa de temperatura pode ser imposta em todo o 20 processo.

25 "Organismos termofílicos", como usado aqui, faz referência a qualquer organismo tolerante ao calor, como bactérias, leveduras, ou fungos, sem levar em conta se a tolerância ao calor é uma necessidade para

metabolismo e crescimento, ou apenas uma capacidade. Por exemplo, o termo engloba organismos metabolicamente ativos acima das temperaturas de limiar de 40°C a 80°C.

5 "Organismo patogênico", como usado aqui, inclui qualquer organismo capaz de causar, produzir ou sustentar qualquer doença ou efeito adverso em animais, incluindo humanos, assim com em plantas. Os exemplos incluem coliformes fecais, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., estreptococos fecais, ou outros contaminantes fecais, *Bacillus* spp. formador de esporos, *Clostridia* anaeróbica, ou vírus. Além disso, organismos patogênicos, como
10 usado aqui, incluem organismos que são ecologicamente patogênicos, no sentido que eles rompem ou introduzem mudanças ecológicas que não são desejáveis, por exemplo, levando a uma diminuição na utilidade de um composto para uso como um fertilizante.

15 Para obter as condições de compostagem desejadas, processos da invenção podem envolver controlar o movimento e mistura do material de compostagem com base nas medidas do estado do composto, como medidas da temperatura e/ou concentração de oxigênio no material de compostagem. Deste modo, um ou mais meio(s) apropriado(s) ou ótimo(s) para organismos termogênicos ou termofílicos pode (m) ser obtido(s). Os organismos de
20 compostagem, incluindo organismos termogênicos ou termofílicos, podem ser endógenos para o material orgânico grosseiro usado como carga de alimentação, ou os organismos podem ser providos como um inóculo ou semente durante os processos da invenção. O uso de vários organismos e materiais em um inóculo de compostagem é, por exemplo, discutido em WO
25 2004/035508, que é incorporado aqui por referência.

A temperatura nos vários estágios dos processos da invenção pode ser monitorada e controlada por uma ampla variedade de mecanismos. Por exemplo, organismos termogênicos no material tratado podem ser

cultivados de modo a produzir temperaturas elevadas, como temperaturas em excesso de um valor de limiar, como um valor de cerca de 70°C, ou um limiar alternativo, como dado acima. Alternativamente, ou além disso, um aparelho de compostagem pode ser aquecido e ou isolado para prover meios para sustentar uma temperatura desejada, como qualquer uma temperatura de limitar especificada acima. Ao manter ou estabelecer uma temperatura elevada de modo apropriado, o crescimento de organismos termofílicos no composto é encorajado. Uma vez alcançadas as temperaturas apropriadas, e colônias de organismos termofílicos serem estabelecidas, outro aquecimento pode não ser necessário. A temperatura pode ser elevada acima de uma temperatura de limitar selecionada, que pode ser definida como uma temperatura de compostagem termofílica, durante uma extensão de tempo selecionada, como de um a quatro dias, ou qualquer número de horas de 1 a 100, como 1, 2, 24, 48 ou 96 horas.

Medidas podem ser feitas da temperatura e teor de oxigênio no material de compostagem, ou de outros parâmetros de interesse. Estas medidas podem formar parte de um sistema de controle para ajustar as condições de compostagem de modo a serem apropriadas para o crescimento de bactérias termofílicas, ou para determinar a velocidade e eficácia do processo de compostagem. Por exemplo, dados analíticos como teor de metal, e contagens de salmonella e coliformes podem ser determinados de tempos em tempos, por exemplo, em uma base diária. As medidas podem ser tomadas em uma base contínua ou descontínua, e a frequência de análise de dados pode ser ajustada como parte dos sistemas de controle da invenção. Por exemplo, se os níveis de oxigênio forem determinados para serem baixos, ar pode ser injetado em um compostor, como um vaso giratório, usado como o compostor primário, para prover mais oxigênio para as bactérias termofílicas. Os gases de exaustão podem ser coletados e tratados, por exemplo, para

demanda de oxigênio biológico e odor. Os componentes de ar e água (vapor) dos gases de exaustão podem ser separados, e a água pode ser tratada em um sistema de tratamento de água enquanto o ar pode ser passado através de um biofiltro.

5 Em algumas formas de realização, a invenção provê processos que ligam dois estágios de compostagem, um estágio primário e um secundário, cada um incluindo meios de compostagem em temperaturas relativamente elevadas, como as temperaturas em excesso de 70°C ou qualquer temperatura de limiar dada acima. O primeiro ou estágio primário
10 pode, por exemplo, ser realizado em um aparelho de compostagem que inclui um vaso giratório (isto é, um vaso capaz de girar). Em compostores primários rotativos, a velocidade de rotação pode ser controlada via entradas em um controlador lógico programável (PLC).

 Em algumas formas de realização, um estágio de compostagem
15 secundária pode ser realizado em um aparelho de compostagem que inclui um sistema de empilhamento, como compartimento vertical. Em algumas formas de realização, o vaso giratório e o sistema de empilhamento podem ser ligados de modo operativo para serem parte de um aparelho de compostagem unitário, e a transferência de material do vaso de compostagem giratório
20 primário para o compostor de empilhamento secundário pode ser automatizado. Assim, em algumas formas de realização, o sistema de compostagem da invenção inclui um compostor primário que é um vaso giratório, seguido por um compostor secundário que é um compostor de empilhamento de composto.

25 O vaso giratório ou compostor pode ser, por exemplo, de uma forma que permite a rotação, como cilíndrico, e pode ser feito de aço ou qualquer outro material apropriado. Os compostores giratórios e sistemas de controle para o mesmo são, por exemplo, descritos nas patentes US 6 001 641

e 6 110 733, incorporados aqui por referência. Em formas de realização selecionadas, as dimensões de um compostor giratório cilíndrico podem, por exemplo, ser pelo menos cerca de 3,05 metros de diâmetro e pelo menos cerca de 15,24 metros de comprimento. Os diâmetros maiores ou comprimentos mais longos podem ser usados para aumentar a capacidade. Uma ampla variedade de velocidades de rotação podem ser usadas, como velocidade de 1 a 5 revoluções/hora, e a rotação pode ser modulada em uma faixa, em resposta às condições com o compostor, ou mantidas em cerca de um valor selecionado, como 1, 2, 3, 4 ou 5 revoluções/hora.

10 O compostor primário, como um vaso giratório, pode ser posicionado em um declive, para facilitar o fluxo do material de compostagem a partir da extremidade de entrada até a extremidade de saída do compostor. O compostor primário pode ser também configurado para levar o composto a tombar ou misturar durante a rotação, por exemplo, por posicionamento de barras angulares ou placas no interior do vaso giratório. Devido ao declive do vaso giratório e a configuração interna, por exemplo, arranjo das placas, material pode se movimentar para baixo do vaso giratório por gravidade à medida que o vaso giratório é girado. O refugo ou material de alimentação pode ser alimentado na extremidade elevada do compostor via comportas de entrada por qualquer método apropriado, por exemplo por transportador. O local das comportas pode variar, por exemplo, as comportas podem estar localizadas no topo, centro ou em uma extremidade do vaso compostor. As comportas podem ser configuradas de modo a permitir o enchimento do vaso, enquanto se encontra em repouso, ou quando está girando.

25 O material pode ser retido no vaso giratório durante uma extensão apropriada de tempo, por exemplo, pelo menos 72 horas. Um ou mais pacote(s) de instrumentação pode ser instalada para prover medidas de

oxigênio e temperatura contínuas, ou por monitoração de qualquer outro parâmetro de interesse. Em algumas formas de realização, os pacotes sensores de oxigênio podem ser instalados em, pelo menos, seis locais e uma tubulação pode ser feita de um material apropriado, como aço inoxidável, de modo que oxigênio de seis locais pode ser amostrado sequencialmente ou, se desejado, de modo substancialmente simultâneo. Os pacotes de instrumentação podem estar localizados na borda do vaso giratório e/ou dentro do vaso giratório. Em algumas formas de realização, a determinação de oxigênio pode requerer que o sensor de oxigênio seja montado em um modo em que não gire.

10 Medidas de temperatura e oxigênio podem ser tomadas em uma base contínua e usadas, por exemplo, para controlar a velocidade rotacional do vaso giratório. Os controles de oxigênio e temperatura podem ser usados para prover velocidades rotacionais corretas para promover bactérias termofílicas. Um circuito de retro-alimentação conectando a rotação do vaso giratório para as concentrações de oxigênio detectadas no vaso pode ser usado. O vaso giratório pode ser operado com concentrações de oxigênio menores do que 10 mg/L e mais do que 2 mg/L. Se os níveis de oxigênio caírem abaixo de 2 mg/L, a velocidade de rotação pode ser automaticamente aumentada. Ar pode ser retirado do vaso giratório para o sensor. Gases de exaustão podem ser coletados e tratados para demanda de oxigênio biológico e odor do primeiro estágio de aquecimento.

25 Refugo ou material alimentado transformado no composto de primeiro estágio pode sair do vaso cilíndrico por meio de comportas de descargas dimensionadas de modo apropriado. As comportas podem ser operadas por qualquer mecanismo apropriado, por exemplo, motores eletrônicos e mecanismos acionadores que permitem que as comportas sejam abertas automaticamente via o PLC. Em algumas formas de realização, o composto de primeiro estágio saindo pode ficar contido em um transportador

apropriado (por exemplo, um transportador de parafuso equipado com portas eletrônicas) e enviado para um sistema de empilhamento (por exemplo, compartimento vertical).

5 Em um sistema de empilhamento, o composto quente no topo pode causar um efeito de chaminé e puxar o ar para cima através do composto através de respiradouros de ar localizados no fundo do recipiente ou compartimento. Geralmente, um perfil de temperatura se desenvolve no compartimento, de modo que as temperaturas em excesso de 700°C estão presentes em uma profundidade de alguns metros. As temperaturas de 40-
10 500°C estão geralmente presentes em uma profundidade de 3,05 metros a 4,57 metros e temperaturas de saída são geralmente menores que 300 °C. Geralmente, organismos termofílicos no topo causam temperaturas de 70-800°C a serem alcançadas no topo de alguns metros. Em uma forma de realização, material se movimenta para baixo no recipiente do sistema de empilhamento à medida que o material é removido do fundo. Novo material é
15 adicionado no topo e o composto processado se movimenta para baixo no sistema de empilhamento e é considerado composto acabado quando sai do sistema de empilhamento.

O sistema de empilhamento (por exemplo, compartimento
20 vertical) pode ser dimensionado de modo apropriado e pode incluir um ou mais transportadores de entrada no topo e um ou mais transportadores de saída no fundo. O material composto de primeiro estágio é geralmente espalhado de modo uniforme sobre a superfície de topo do compartimento. O sistema de empilhamento pode ser isolado para, por exemplo, prover
25 condições de crescimento otimizado ou apropriado para processamento bacteriano termofílico do composto de segundo estágio.

Os lados do sistema de empilhamento podem ser sólidos, forrados com plástico ou qualquer outro material apropriado para reduzir

corrosão e podem ser isolados. Em outra forma de realização, o sistema de empilhamento pode ser adaptado de modo que o sistema não precisa ser abrigado. Isto pode ser obtido, por exemplo, provendo telhados feitos de um material apropriado, por exemplo, plástico, para o sistema de empilhamento.

5 O sistema de empilhamento pode incluir instrumentação capaz de controlar as concentrações de oxigênio no compartimento para, por exemplo, prover crescimento bacteriano termofílico. Tipicamente, oxigênio é mantido acima de 2 mg/L. O fluxo de ar natural criado pela chaminé pode ser suficiente. No entanto, sistemas de ventilação de ar podem ser usados. Por
10 exemplo, se a altura do sistema de empilhamento for aumentada, um sistema de ventilação de ar pode aumentar ou suplantiar o fluxo de ar natural. Os dados dos sensores de oxigênio, por exemplo, podem ser usados para ligar e desligar os ventiladores de ar que forçam ar na base do sistema de empilhamento. O sistema de empilhamento pode incluir tubos de aeração para
15 processos de aeração tanto passivos como ativos.

O sistema de empilhamento pode incluir uma membrana permeável capaz de reter odor. Em algumas formas de realização, uma membrana semi-permeável é usada para cobrir a superfície de topo do compartimento. Esta membrana permite que ar escape mas não permite que as
20 moléculas de ácido orgânico maiores passem.

Em algumas formas de realização, tanto o vaso giratório como o sistema de empilhamento podem ser isolados e à prova das intempéries do tempo de modo a serem usados em qualquer meio ambiente. Em algumas formas de realização, tanto o vaso giratório como o sistema de empilhamento
25 podem incluir capacidade de aquecimento (por exemplo, por isolamento ou aquecedores ajustados) para ajudar a manter temperaturas elevadas e para assegurar a manutenção das populações de organismos termofílicos.

Em algumas forma de realização, tanto o vaso giratório como o

sistema de empilhamento podem ser controlados por um PLC permitindo a operação direta e/ou remota. Em algumas formas de realização, tanto o vaso giratório como o sistema de empilhamento podem incluir instrumentação capaz de prover medidas de temperatura e oxigênio contínuas, ou para monitorar qualquer outro parâmetro de interesse. Em algumas formas de realização, material de um dia de entrada específico pode ser identificado e os dados analíticos conectados a este material podem ser anexados ao mesmo.

Assim, a invenção provê, em parte, o processamento de material orgânico ou outro material de alimentação para produzir produtos de composto e fertilizante. Em algumas formas de realização, os processos e aparelhos da invenção são capazes de produzir produtos de composto e fertilizante em um modo eficiente no uso de energia e tempo. Em algumas formas de realização, o processo em dois estágios, de acordo com a invenção, pode permitir uma compostagem rápida. Em algumas formas de realização, a redução de patógenos no processo de dois estágios, de acordo com a presente invenção, pode permitir um risco reduzido de sobrevivência de patógenos no produto final. Em algumas formas de realização, a capacidade de análises adicionais pode aumentar a qualidade do produto final. Em algumas formas de realização, os processos e aparelhos da invenção são de custo efetivo e seguros devido a, por exemplo, a falta de exigência para intervenção humana durante o processamento normal, o que pode reduzir a contaminação do produto final.

Os seguintes exemplos são dados para ilustrar formas de realização selecionadas da invenção e não limitar o seu escopo.

EXEMPLOS

A figura 1 mostra uma seção transversal de uma forma de realização de um componente do sistema de compostagem, um vaso cilíndrico.

As dimensões do cilindro são de, pelo menos, cerca de 3,05 metros de diâmetro e cerca de 15,24 metros de comprimento (por exemplo cerca de 16,76 metros). O cilindro é mantido ou assentado em dois assentos de sela 2 e é girado em torno de seu eixo geométrico longitudinal (ver figura 1 e 2B). Os assentos 2 usam um contato de plástico de atrito reduzido, como UHMU, apesar de qualquer outro material apropriado poder ser usado.

O vaso cilíndrico é acionado por um motor 13 de 5 HP (cavalovapor) conectado a uma caixa 14 de engrenagem 920:1 (figura 2B). O motor é equipado com um freio para assegurar que a comporta de carga está corretamente posicionada e está inclinada durante a carga. O vaso cilíndrico é conectado a um mecanismo 12 de acionamento por corrente que circunda o vaso (figura 2B), permitindo uma tração positiva. Isto pode proporcionar uma estabilidade adicionada no evento de, por exemplo, um terremoto.

O vaso cilíndrico é posicionado em um declive, para permitir o fluxo do material da extremidade de entrada para a extremidade de saída (figura 2B). O vaso cilíndrico tem barras angulares ou arranjo(s) de placa interna 5 internas (figura 1) para permitir o tombamento do composto. Devido ao declive do vaso e o arranjo da placa interna 5, o material se movimenta para baixo no vaso por gravidade à medida que o cilindro é girado. O refugo ou material alimentado é alimentado por transportador na extremidade elevada do compostor via comportas de entrada.

O(s) pacote(s) de instrumentação 6 é (são) instalado(s) (figura 1) de modo a proporcionar medidas de temperatura e oxigênio contínuas, ou para monitorar qualquer outro parâmetro de interesse. Um arranjo exemplar para sensores de oxigênio e temperatura é mostrado. Gases de exaustão são coletados e tratados para demanda de oxigênio biológico e odor a partir do primeiro estágio de aquecimento no vaso cilíndrico. Vapor pode emanar do vaso cilíndrico por meio de três ou mais válvulas 9 articuladas grandes (por

exemplo de 2,44 metros) que abrem sob gravidade quando no topo do turno (figura 2A). Gás é coletado usando um dispositivo de coleta por sucção 16 (figura 2B). Figuras 2A-B mostram detalhes dos sistemas 16 de controle de odor. Os componentes de água e ar são separados, e a água é tratada em um sistema de tratamento de água enquanto o ar é passado através de um biofiltro.

O composto sai do vaso cilíndrico por meio de três comportas 17 de descarga dimensionadas de 10,16 cm por 56 cm (figura 2B). As comportas são operadas por motores eletrônicos e mecanismos acionadores que permitem que as comportas sejam abertas automaticamente via o PLC. Um transportador de parafuso de saída fica situado sob as comportas e é equipado com uma proteção de plástico (ou qualquer outro material apropriado) para assegurar que todo o composto saindo esteja contido no transportador de parafuso. O material de saída é então elevado a 7,62 metros usando transportadores de corrente ou cesto. Em uma forma de realização, o material saindo do vaso cilíndrico pode ser enviado para um sistema de empilhamento.

Em uma forma de realização alternada, o compostor ou sistema de compostagem pode incluir um sistema de empilhamento (por exemplo compartimento vertical) incluindo um vaso com cerca de 6,10 metros de altura, cerca de 13,72 metros de comprimento, e cerca de 2,44 metros de largura, com um ou mais transportador(es) de entrada 22 no topo (figura 3B) e um ou mais transportador(s) de saída no fundo (figura 3A). O composto quente no topo causa um efeito de chaminé e puxa o ar para cima através do composto através dos respiradouros de ar 35 localizados no fundo do recipiente (figura 3B).

Um transportador de parafuso equipado com portas eletrônicas permite que o material de composto de primeiro estágio seja colocado em um compartimento de empilhamento vertical. A superfície de topo do material de

composto no compartimento é espalhado uniformemente por meio de um transportador de parafuso 22 nivelador (figura 3B). Três grupos de instrumentos 23 são colocados no compartimento vertical permitindo que sejam determinados perfis de temperatura e oxigênio (figura 3A).

5

OUTRAS FORMAS DE REALIZAÇÃO

Apesar de várias formas de realização da invenção serem descritas aqui, muitas adaptações e modificações podem ser feitas no espírito e escopo da invenção de acordo com o conhecimento geral comum dos versados na arte. Estas modificações incluem a substituição de equivalentes conhecidos para qualquer aspecto da invenção a fim de obter o mesmo resultado em substancialmente o mesmo modo. As faixas numéricas incluem os números definindo a faixa. No relatório, a palavra "compreendendo" é usada como um termo aberto, substancialmente equivalente à expressão "incluindo, mas não limitado a", e a palavras "compreende" tem um significado correspondente. A citação de referências aqui não deve ser considerada como uma admissão de que estas referências ao arte anterior à presente invenção. Todas as publicações são incorporadas aqui por referência como se cada publicação individual fosse especificamente e individualmente indicada para ser incorporada aqui por referência, e como se totalmente aqui especificada. A invenção inclui todas as formas de realização e as variações substancialmente como acima descritas e com referência aos exemplos e desenhos.

10

15

20

REIVINDICAÇÕES

1. Processo em estágios para a compostagem de um material orgânico, o processo caracterizado pelo fato de compreender:

5 introduzir um material orgânico grosseiro em um compostor primário, o material orgânico grosseiro compreendendo organismos patogênicos viáveis, de modo a prover uma mistura de compostagem primária dentro do compostor primário;

10 deslocar longitudinalmente a mistura de compostagem primária no compostor primário, de modo que a mistura de compostagem primária se movimenta de uma extremidade de entrada do compostor primário para uma extremidade de saída do compostor primário durante um tempo de compostagem primária;

15 misturar a mistura de compostagem primária no compostor primário, de modo que camadas espaçadas verticalmente afastadas da mistura de compostagem primária são intermisturadas durante o tempo de compostagem primária no compostor primário;

20 sustentar condições de compostagem primária no compostor primário de modo que organismos termofílicos degradam o material orgânico, em uma temperatura de compostagem termofílica primária, de pelo menos 70°C durante um tempo de compostagem termofílica primária de, pelo menos, uma hora, de modo a produzir um composto primário;

transferir o composto primário da extremidade de saída do compostor primário para um compostor secundário, de modo a prover uma mistura de compostagem secundária dentro do compostor secundário;

25 deslocar verticalmente a mistura de compostagem secundária no compostor secundário, de modo que a mistura de compostagem secundária desce de uma camada superior no compostor secundário para uma camada inferior no compostor secundário durante um tempo de compostagem

secundário, de modo a prover uma mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada;

5 sustentar as condições de compostagem secundária superior no compostor secundário de modo que a camada superior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada suporta degradação continuada do material orgânico pelos organismos termofílicos no compostor secundário em uma temperatura de compostagem termofílica secundária de pelo menos 70°C durante um tempo de compostagem termofílica secundária de pelo menos uma hora, e

10 sustentar as condições de compostagem secundária inferior no compostor secundário de modo que a camada inferior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada suporta degradação não termofílica do material orgânico por organismos não termofílicos no compostor secundário em uma temperatura de compostagem termofílica secundária abaixo de 70°C durante um tempo de compostagem termofílica secundária de pelo menos uma hora, de modo a produzir um composto secundário em que a viabilidade dos organismos patogênicos é reduzida comparada com o material orgânico grosseiro.

20 2. Sistema em estágios para a compostagem de um material orgânico, o sistema caracterizado pelo fato de compreender:

um compostor primário tendo uma extremidade de entrada para aceitar um material orgânico grosseiro, o material orgânico grosseiro compreendendo organismos patogênicos viáveis, de modo que o compostor primário contém uma mistura de compostagem primária;

25 meios para deslocar longitudinalmente a mistura de compostagem primária no compostor primário, de modo que a mistura de compostagem primária se movimenta da extremidade de entrada do compostor primário para uma extremidade de saída do compostor primário

durante um tempo de compostagem primária;

meios para misturar a mistura de compostagem primária no compostor primário, de modo que camadas espaçadas verticalmente afastadas da mistura de compostagem primária são intermisturadas durante o tempo de compostagem primária no compostor primário;

meios para sustentar condições de compostagem primária no compostor primário, de modo que organismos termofílicos degradam o material orgânico, em uma temperatura de compostagem termofílica primária de pelo menos 70°C, durante um tempo de compostagem termofílica primária de pelo menos uma hora, para produzir um composto primário;

meios para transferir o composto primário da extremidade de saída do compostor primário para um compostor secundário, de modo a prover uma mistura de compostagem secundária dentro do compostor secundário;

meios para deslocar verticalmente a mistura de compostagem secundária no compostor secundário, de modo que a mistura de compostagem secundária desce de uma camada superior no compostor secundário para uma camada inferior no compostor secundário durante um tempo de compostagem secundário, de modo a prover uma mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada;

meios para sustentar as condições de compostagem secundária superior no compostor secundário de modo que a camada superior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada sustente a degradação continuada do material orgânico pelos organismos termofílicos no compostor secundário em uma temperatura de compostagem termofílica secundária de pelo menos 70°C, durante um tempo de compostagem termofílica secundária de pelo menos uma hora; e

meios para sustentar as condições de compostagem secundária

inferior no compostor secundário de modo que a camada inferior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada suporta degradação não termofílica do material orgânico pelos organismos não termofílicos no compostor secundário em uma temperatura de compostagem termofílica secundária abaixo de 70°C, durante um tempo de compostagem termofílica secundária de pelo menos uma hora, para produzir um composto secundário em que a viabilidade dos organismos patogênicos é reduzida comparada com o material orgânico grosseiro.

3. Sistema em estágios para a compostagem de um material orgânico, o sistema caracterizado pelo fato de compreender:

um compostor primário tendo uma extremidade de entrada que aceita um material orgânico grosseiro, o material orgânico grosseiro compreendendo organismos patogênicos viáveis, de modo que o compostor primário contém uma mistura de compostagem primária;

um mecanismo de transporte que desloca longitudinalmente a mistura de compostagem primária no compostor primário, de modo que a mistura de compostagem primária se movimenta a partir da extremidade de entrada do compostor primário para uma extremidade de saída do compostor primário durante um tempo de compostagem primário;

um mecanismo de misturação que mistura a mistura de compostagem primária no compostor primário, de modo que camadas espaçadas verticalmente afastadas da mistura de compostagem primária são intermisturadas durante o tempo de compostagem primária no compostor primário;

um sistema de monitoração e controle de composto primário que sustenta as condições de compostagem primária no compostor primário de modo que os organismos termofílicos aerobicamente degradam o material orgânico, em uma temperatura de compostagem termofílica primária de pelo

menos 70°C, durante um tempo de compostagem termofílica primária de, pelo menos, uma hora, para produzir um composto primário;

um mecanismo de transferência de composto primário conectando a extremidade de saída do compostor primário para um compostor secundário, o mecanismo de transferência sendo operável para transferir o composto primário da extremidade de saída do compostor primário para o compostor secundário, de modo a prover uma mistura de compostagem secundária dentro do compostor secundário;

o compostor secundário sendo operável para deslocar verticalmente a mistura de compostagem secundária, de modo que a mistura de compostagem secundária desce de uma camada superior no compostor secundário para uma camada inferior no compostor secundário durante um tempo de compostagem secundário, para prover uma mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada;

um sistema de monitoração e controle de composto secundário que sustenta as condições de compostagem secundária superior no compostor secundário de modo que a camada superior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada suporta degradação continuada do material orgânico pelos organismos termofílicos no compostor secundário em uma temperatura de compostagem termofílica secundária de pelo menos 70°C, durante um tempo de compostagem termofílica secundária de pelo menos uma hora; e

o sistema de monitoração e controle de composto secundário sustenta as condições de compostagem secundária inferior no compostor secundário de modo que a camada inferior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada suporta degradação não termofílica do material orgânico por organismos não termofílicos no compostor secundário em uma temperatura de compostagem termofílica secundária abaixo de 70°C,

durante um tempo de compostagem termofílica secundária de, pelo menos, uma hora, para produzir um composto secundário em que a viabilidade dos organismos patogênicos é reduzida comparada com o material orgânico grosseiro.

5 4. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que os compostores são aeróbicos, e condições de compostagem primária aeróbica são sustentadas no compostor primário de modo que os organismos termofílicos aerobicamente degradem o material orgânico; e condições de compostagem secundária aeróbica são sustentadas
10 no compostor secundário de modo que a camada inferior da mistura de compostagem secundária verticalmente estratificada suporte degradação aeróbica não termofílica do material orgânico por organismos não termofílicos.

15 5. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 1, 2, 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que a compostagem é contínua nos compostores primário e secundário, com o material grosseiro sendo introduzido no compostor primário enquanto o composto secundário é produzido pelo compostor secundário.

20 6. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que as condições de compostagem primária são monitoradas e ajustadas para manter parâmetros de processo de compostagem primária selecionados.

25 7. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que as condições de compostagem secundária superior ou inferior são monitoradas e ajustadas para manter parâmetros de processo de compostagem secundária selecionados.

 8. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que os parâmetros de processo de compostagem

primária e secundária compreendem temperatura ou teor de oxigênio.

5 9. Processo ou sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o compostor primário é um compostor de tambor giratório inclinado tendo um declive de compostor primário.

10 10. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o compostor primário compreende um arranjo de placa interna que opera em conjunto com o declive do compostor primário para deslocar longitudinalmente o material ao longo do compostor primário à medida que ele gira.

11. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que o tempo de compostagem primária é de pelo menos 48 horas.

15 12. Processo ou sistema de acordo com a reivindicação 9, 10 ou 11, caracterizado pelo fato de que o compostor de tambor é operado com concentrações de oxigênio menores do que cerca de 10 mg/L e mais do que cerca de 20 mg/L.

20 13. Processo ou sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que as condições de compostagem secundária superior e inferior são sustentadas de modo que um perfil de temperatura se desenvolve no compostor secundário de modo que as temperaturas de compostagem secundária superior de pelo menos 70°C são sustentadas em uma porção superior do compostor secundário, e temperaturas de compostagem secundária do meio de cerca de 40-50°C são sustentadas em
25 uma porção do meio do compostor secundário, e temperaturas de saída do composto secundário são menores do que cerca de 35°C.

14. Processo ou sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que o perfil de temperatura

no compostor secundário puxa para cima o ar através do compostor secundário através de respiradouros de ar localizados na região inferior do compostor secundário.

5 15. Processo ou sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que a concentração de oxigênio no compostor secundário é mantida em acima de cerca de 2 mg/L.

16. Processo ou sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que o compostor primário ou o compostor secundário são isolados e aquecidos.

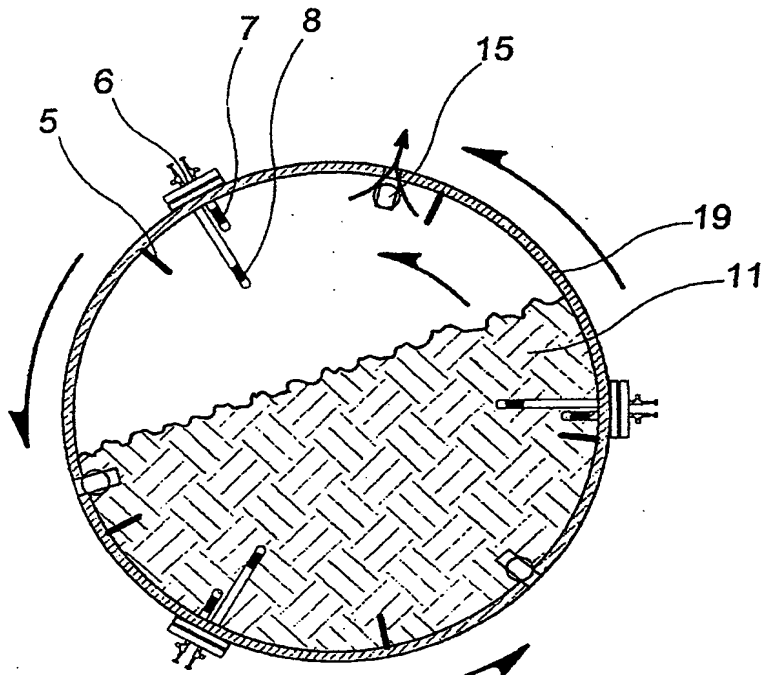


FIGURA 1

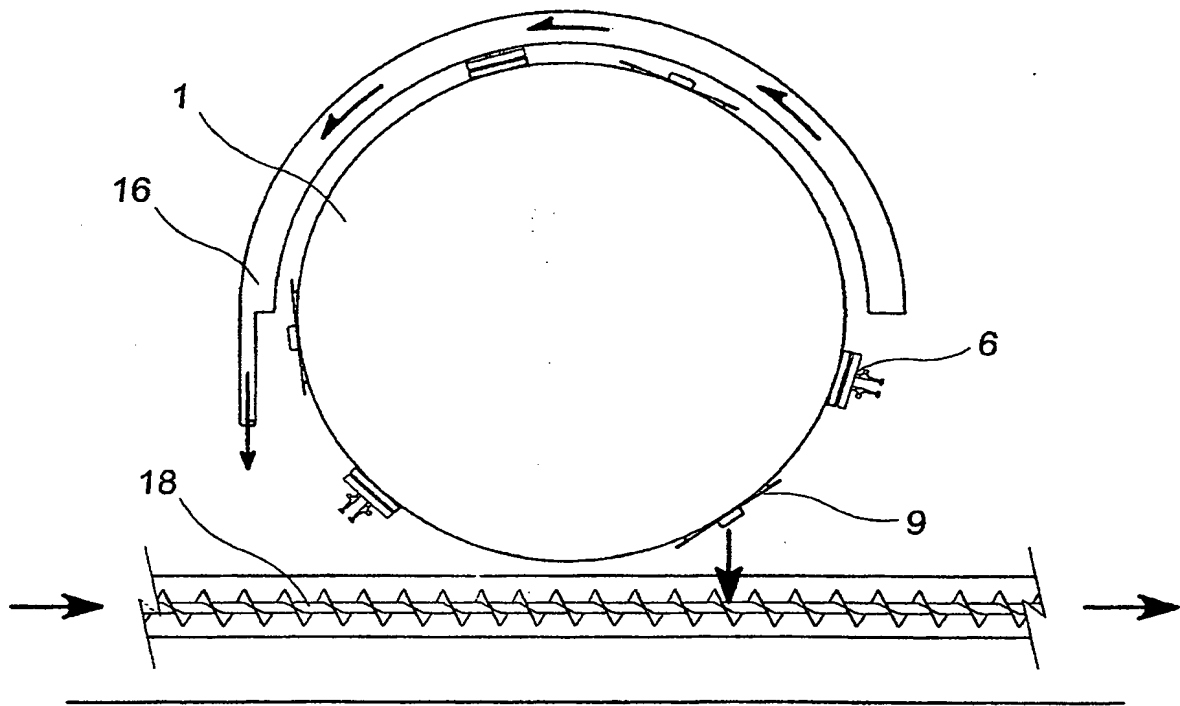


FIGURA 2A

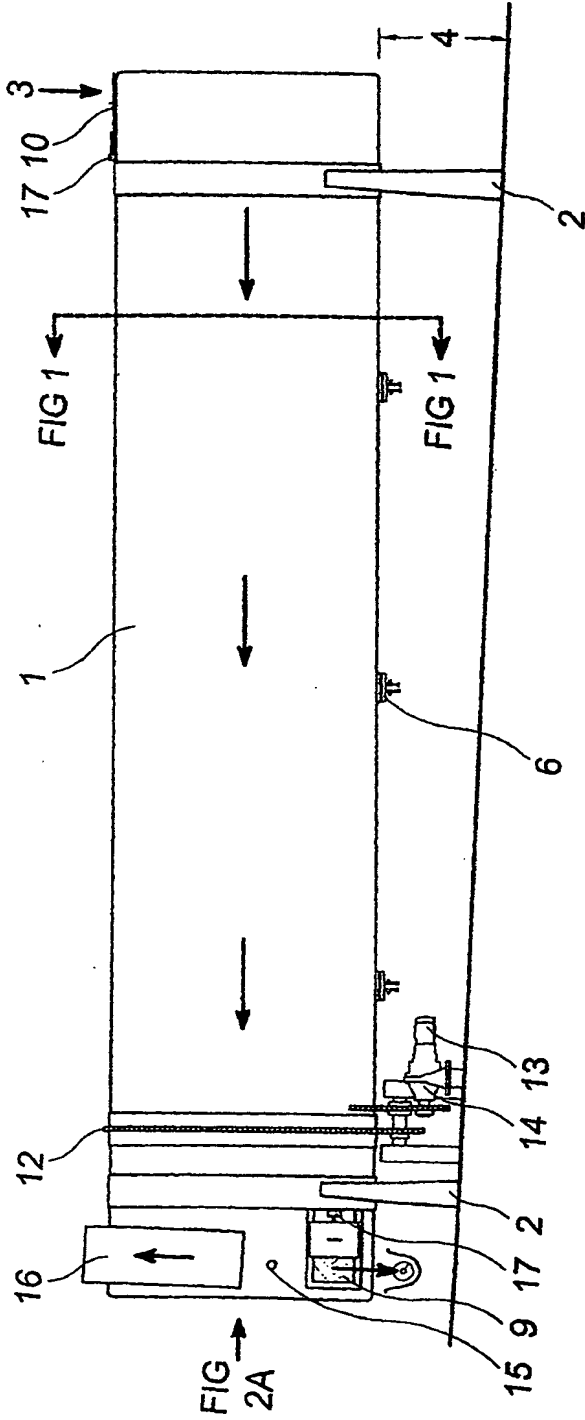
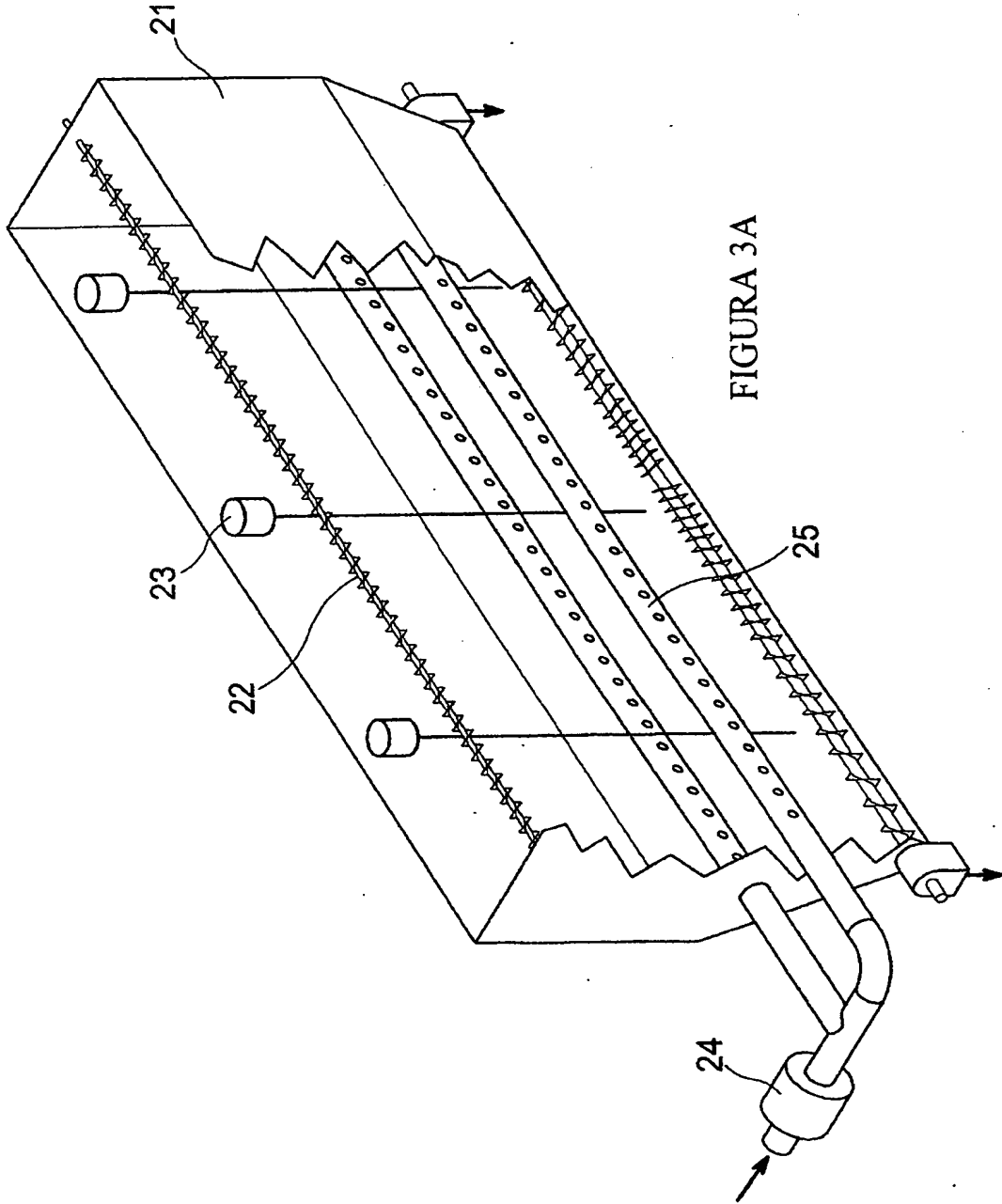


FIGURA 2B



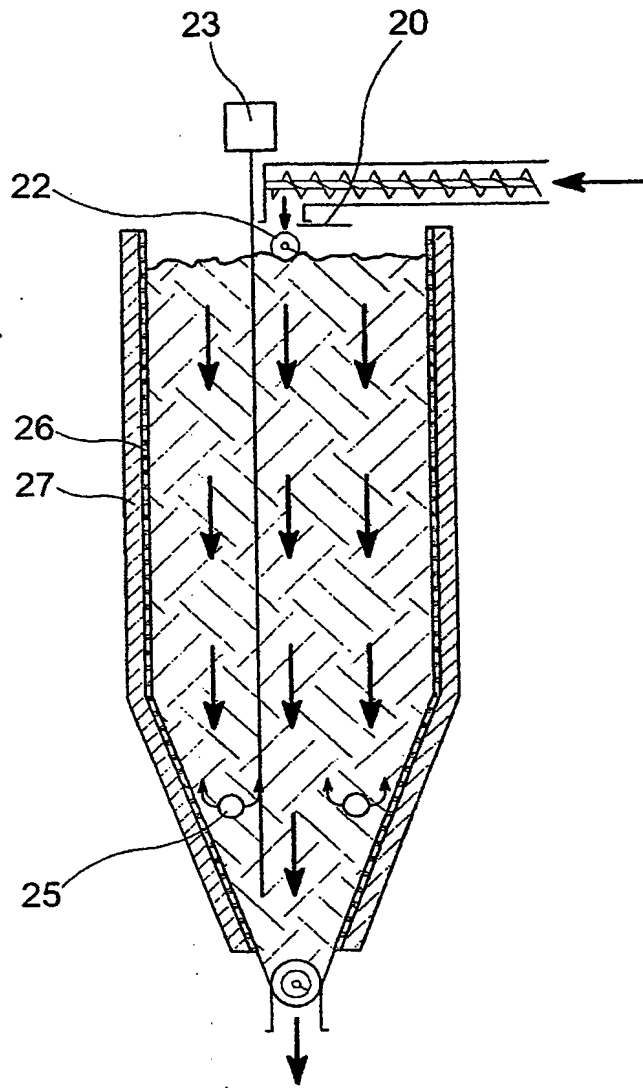


FIGURA 3B

RESUMO**"PROCESSO, OU SISTEMA, EM ESTÁGIOS PARA A COMPOSTAGEM DE UM MATERIAL ORGÂNICO"**

Em várias formas de realização, a invenção provê processos, ou sistemas, em estágios, para a compostagem de materiais orgânicos, como refugos de material animal e plantas. Em um aspecto, a invenção envolve a passagem em estágios de material orgânico através de ecologias de compostagem alternativas, de modo a otimizar a diversidade de organismos apodrecidos que podem trabalhar sobre os materiais orgânicos. Em algumas formas de realização, um meio termofílico, bem misturado, robusto, é criado por compostagem aeróbica no estágio primário. O composto primário produzido por este estágio pode ser transferido para uma ecologia de compostagem estratificada alternativa, em que o composto secundário desce com o passar do tempo de uma camada relativamente estável de compostagem aeróbica termofílica residual para camadas subjacentes que envolvem uma degradação aeróbica não termofílica do material orgânico.