

**PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA E EQUIPAMENTO INATIVADOR DE GASES PARA PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA**

**CAMPO DE APLICAÇÃO**

[001] O presente relatório descritivo refere-se a um **PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA E EQUIPAMENTO INATIVADOR DE GASES PARA PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA**, o qual se destina principalmente pela transformação da matéria orgânica dos corpos inanimados de humanos ou animais, passando brevemente pela transformação líquida, denominada de **necrochorume**, em gases e vapores inofensivos ao meio ambiente.

**SUMÁRIO DA INVENÇÃO:**

[002] Este processo viabiliza a construção de cemitérios verticais, em áreas urbanas, pois transforma a decomposição tradicional que sempre resulta na produção de **necrochorume**, - que é um produto líquido altamente poluente e um dos maiores contaminadores dos lençóis freáticos das cidades, principalmente nas regiões onde se encontram os cemitérios tradicionais ou do tipo parque, - em decomposição gasosa, limpa, respirável e não poluente.

[003] O processo de decomposição, ora proposto, têm como principal característica a eliminação de resíduos líquidos, conhecidos pela denominação de necrochorume que consiste de uma sopa de vírus, bactérias e elementos químicos de alta letalidade como, por exemplo, o gás sulfídrico, em gases respiráveis e não agressivos.

[004] Através deste processo, os gases oriundos da formação do necrochorume, inclusive o gás sulfídrico, são colhidos dentro dos “lóculos” (denominação dos túmulos em cemitérios verticais) e encaminhados para um equipamento cuja função é a inativação destes gases nocivos, poluentes e letais, transformando-os em gases respiráveis e não poluentes ou contaminantes.

#### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO:**

[005] A decomposição dos corpos humanos ou de animais, nos cemitérios tradicionais bem como nos tipo jardins e verticais, seguem o mesmo processo desde o primórdio dos tempos, onde os corpos são deixados em um túmulo e a decomposição se dá de forma natural, a maioria das vezes na ausência do ar (anaeróbica), e acontece na forma líquida, com a formação do necrochorume, em função do tempo, normalmente longo, e favorecido apenas pelo calor desprendido do próprio processo de decomposição, culminado com a indesejável contaminação do solo.

[006] Alguns cemitérios verticais adotam o processo anaeróbico de decomposição, onde infalivelmente ocorre a produção do necrochorume, que de alguma forma é recolhido com uma destinação não definida. Em nenhum sistema de decomposição de corpos, até o momento, existe a garantia de não poluição ou contaminação, dada pela impossibilidade de contenção do

necrochorume nos cemitérios tradicionais ou tipo parque, apesar da atual exigência legal de impermeabilização do solo. É absolutamente impossível garantir que a quantidade do necrochorume gerado tenha o destino programado em projeto, tal a área e as dimensões consideradas. O mesmo pode ser dito para os cemitérios verticais do tipo anaeróbicos, onde o necrochorume é produzido e tem o destino inicial em uma caixa de contenção, e o final depende da honestidade e princípios éticos dos operadores.

[007] Também se conhece do estado da técnica o documento PI9103795A, de 30 de março de 1993, porém este processo também é anaeróbico, ou decomposição biológica, apenas retirando os gases formados, causando a pressão negativa para impedir a saída de odores para posterior queima ou filtragem, mas não é um processo aeróbico, pois não tem admissão de ar.

#### **OBJETIVOS DA INVENÇÃO:**

[008] Visando eliminar todos esses inconvenientes é que se desenvolveu o **processo aeróbico em questão**, o qual se refere a um processo extremamente simples e eficiente, sendo muito econômico e com elevada velocidade de vaporização dos fluídos.

[009] O Processo consiste em manter o corpo em decomposição, humano ou animal, em um lóculo lacrado. Neste lóculo estão dispostos dois pequenos dutos, criteriosamente dimensionados, sendo que o primeiro é destinado para a introdução do ar devidamente filtrado, o qual terá a finalidade de indutor da vaporização e da oxidação; o segundo duto tem a finalidade de subtrair os gases gerados na vaporização dos líquidos. O volume de extração dos gases é superior à capacidade de entrada do ar fresco e filtrado, criando-se uma baixa pressão, entre 150 a

300mmca, dentro do lóculo, que atua como agente acelerador da decomposição e da vaporização dos líquidos, maximizado pelo calor gerado pelo próprio processo de decomposição, naturalmente exotérmico.

[010] Esse processo inovador, nunca antes formalizado, cria vantagens econômicas e ecológicas e elimina um dos maiores problemas que é a destinação final dos restos de seus semelhantes, de forma natural, limpa, ecológica e não poluente.

[011] Os processos atuais são biológicos, onde os próprios organismos anaeróbicos presentes no cadáver é que irão consumi-lo.

[012] O processo de decomposição, ora proposto, é aeróbico e gera uma grande economia, tanto da área física necessária para o armazenamento dos corpos, quanto no tempo necessário para a exumação ou decomposição total.

[013] A economia de área refere-se a espaços físicos ocupados pelas sepulturas, sendo que neste processo, que preconiza o cemitério vertical, a área necessária para a sua instalação é dezenas de vezes, menor que as necessárias nos cemitérios tradicionais.

[014] A redução do tempo de exumação, também é uma economia relevante neste processo, pois permite que a exumação seja feita na metade do tempo necessário para os meios tradicionais de decomposição, permitindo maior rotação do uso dos lóculos.

[015] A maior rotatividade de uso dos lóculos e a redução drástica das áreas necessárias para a instalação dos ditos lóculos permite uma melhor distribuição urbanística dos cemitérios, possibilitando a redução da quantidade de sepulturas em relação à população usuária.

[016] Um dos principais objetivos deste processo é a garantia de que os resíduos tóxicos e venenosos, gerados pela decomposição da matéria orgânica dos corpos, serão tratados através do equipamento inativador de gases. Além dos resíduos serem tratados dentro do próprio sistema, há um monitoramento direto do que é lançado na atmosfera, através de um único duto, perfeitamente identificado e conhecido. Este processo, absolutamente direto, estável e sem variações permite que as intervenções, para aferição da qualidade dos gases lançados à atmosfera, tenham uma periodicidade bastante longa pela inflexibilidade na sua operação.

[017] Isto, infelizmente não ocorre nos demais cemitérios, com seus procedimentos de decomposição tradicionais, onde os resíduos gerados como o necrochorume contaminam o solo e o meio ambiente e, no caso de serem recolhidos, não tem uma destinação específica, comprometendo da mesma forma o meio ambiente.

[018] Destacado as características deste **processo aeróbico**, passamos a descrever o processo de transformação da matéria orgânica da decomposição em gases e vapores e seu tratamento, visando à inativação daqueles considerados poluentes ou agressivos, nas instalações e nos equipamentos.

### **DESCRIÇÃO DOS DESENHOS:**

[019] Para uma clara visualização de como se constitui o processo em referência, bem como as operações e funcionamento dos equipamentos envolvidos, apresentamos um desenho esquemático demonstrando as fases do processo de transformação.

[020] Figura 1 – Vista esquemática demonstrando o processo de

decomposição da matéria em um lóculo, interligado a um equipamento inativador de gases.

[021] De acordo com o ilustrado, o processo em questão tem como **primeira etapa**, o sistema de filtragem do ar (1).

[022] A finalidade deste sistema é evitar o acesso, no processo de decomposição, de elementos desconhecidos ou indesejáveis como insetos, esporos entre outros, que em contato com a massa em decomposição, a qual se encontra úmida, quente e rica em nutrientes, torna-se um microssistema adequado a sua reprodução, gerando milhares de insetos voadores os quais poderão alterar as condições planejadas do funcionamento do sistema, podendo causar entupimentos, redução de velocidade dos gases nos dutos e a redução e alteração das reações químicas de inativação de gases.

[023] O filtro deste sistema deverá ter preferencialmente uma gramatura superior a 300 micras, para impedir a passagem de impurezas diversas, o qual poderá ser de elementos secos, papel ou tecido, como também filtros químicos ou eletrostáticos.

[024] A **segunda etapa** deste processo está no transporte do ar fresco e filtrado pelo duto (2) de acesso ao lóculo (3). Nesta fase, a velocidade do ar e o volume de gases, retirados do lóculo, são primordiais para determinar a pressão interna, a qual deverá ser negativa para acelerar o processo de decomposição, mas com pequena depressão para evitar o arraste de umidade e matérias orgânicas leves, como cabelos e parte das indumentárias ou ornamentação.

[025] A **terceira etapa** deste processo se dá no interior dos lóculos (3) onde ocorre a decomposição controlada, que é a característica

principal e essencial. Esta etapa prevê a aceleração da decomposição da matéria orgânica em gases. Neste ponto do processo haverá a irradiação do calor natural, decorrente da decomposição dos corpos e a baixa pressão provocada mecanicamente por um exaustor (11) disposto no final do sistema.

[026] Agindo em conjunto este sistema reduz o tempo da decomposição que inicialmente é líquida, passando para gasosa.

[027] Este procedimento é um dos propósitos desse processo, e garante o aspecto econômico representado pela redução do tempo da decomposição e diminuição do tempo esperado para a exumação, em praticamente a metade do tradicional, permitindo maior rotação no uso dos lóculos, que economicamente significa a possibilidade da construção de cemitérios menores.

[028] A **quarta etapa** deste processo está concentrada nos dutos de condução (4) dos gases gerados nos lóculos e aspirados pelo equipamento inativador de gases (5), esta fase tem importância fundamental por determinar a velocidade dos gases e a pressão negativa desejada no interior dos lóculos (3). A dimensão dos dutos (4) é determinada pelo seu comprimento e pela quantidade de lóculos. A velocidade projetada tem que ser tal que retire o volume de gases superior a possibilidade de alimentação do ar fresco e filtrado, descrito na segunda etapa, mantendo a desejada depressão no interior dos lóculos. A perda de carga do filtro, dos dutos de condução do ar filtrado e dos lóculos é considerada para o dimensionamento citado. O procedimento para a velocidade dos gases e a pressão negativa é dinâmico, e seu controle é essencial, porque nesta fase estão sendo conduzidos gases gerados na decomposição, entre eles o mais importante é o H<sub>2</sub>S (gás

sulfídrico), de alta letalidade, poderoso explosivo e de extremo mau cheiro. Apesar de contido requer cuidado e atenção até sua chegada ao equipamento inativador de gases, onde se transformará em material inócuo e passível de ser lançado na atmosfera.

[029] A **quinta etapa** deste processo ocorre no interior do equipamento inativador de gases (5), onde ocorre a transformação dos gases poluentes e contaminantes, em gases respiráveis. Nesta fase os gases poluentes são introduzidos em uma câmara de entrada (13) e aspirados para a câmara de saída (14), passando obrigatoriamente por uma região onde se encontram obstáculos do tipo anéis raching (6) ou outro tipo de material, ou dispositivos, com a mesma função de aumentar a área de contato dos gases com o líquido alcalino e garantir total eficiência nas trocas químicas. A pressão negativa no interior do equipamento faz com que o líquido alcalino, fracionado pelos obstáculos ou anéis raching, seja pulverizado como nevoa, aumentando a área de contato com os gases e tornando o procedimento altamente eficiente.

[030] Na **sexta etapa** ocorre à fase final do processo onde os gases inativados são retirados do equipamento pelo exaustor (11), e lançados na atmosfera como gases respiráveis, através de uma saída (12).

#### **DESCRIÇÃO DO PROCESSO:**

[031] O processo descrito tem os gases gerados pela decomposição dos corpos, exauridos das câmaras mortuárias e o fluxo destes gases é forçado a passar de forma ascendente pela torre de lavagem e em contra corrente ao fluxo de solução de soda.

[032] A solução de soda é bombeada por intermédio de uma bomba

centrífuga, a qual mantém o fluxo contínuo, molhando de forma descendente todo o recheio randômico da coluna de absorção.

[033] Com a área de contato sendo maximizada, pelo recheio randômico (6) colocado na coluna de absorção (14), a reação dos gases provenientes das câmaras mortuárias com a solução de soda cáustica é bastante facilitada e teremos com isso um rendimento elevado na conversão das reações, eliminando os gases nocivos ao meio ambiente, na coluna de absorção adequadamente projetada para as vazões de cada processo.

### **PRINCIPAIS REAÇÕES DO PROCESSO:**

[034] Como principais reações do processo de absorção dos gases, temos:

[035] O hidróxido de sódio forma uma forte solução alcalina quando dissolvido em água.

[036] Reação com o gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

[037] A solução de soda cáustica facilmente absorve o dióxido de carbono dos gases proveniente do processo.

[038] A reação química entre a soda cáustica e o CO<sub>2</sub> é comumente chamada de carbonatação e é demonstrada na equação abaixo:



[040] Esta reação ocorre em duas etapas. Primeiramente o CO<sub>2</sub> reage com a água formando o Ácido Carbônico:

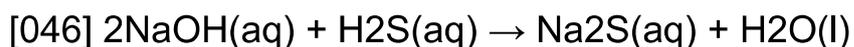


[042] E na sequência o Ácido Carbônico reage com a soda cáustica para formar o sal de Carbonato de Sódio:



[044] Reações com ácidos:

[045] O ânion hidróxido faz o hidróxido de sódio uma base forte que reage com ácidos formando água e os correspondentes sais. No caso do processo em questão, o gás sulfídrico, dissolvido na água, forma a solução de gás sulfídrico e na sequência, a soda cáustica reage com grande conversão para formar o sal de Sulfeto de Sódio:



[047] Em ambas as reações citadas, a solução de soda cáustica é ávida pelo ácido o que torna as reações com forte tendência de deslocamento para o lado dos reagentes, eliminando os gases tóxicos gerados.

#### **Controle de processo:**

[048] Ajustar a faixa de concentração da soda cáustica entre 5% a 30%, preferencialmente em 10%, a qual deverá ser controlada e ajustada durante o processo para manter o rendimento elevado de absorção e eliminação dos gases nocivos.

#### **DESCRIÇÃO PREFERIDA DO EQUIPAMENTO**

[049] O EQUIPAMENTO INATIVADOR DE GASES para cemitérios verticais poderá ter dimensões e tamanhos variáveis em função da quantidade de gases a serem tratados, ou da quantidade de lóculos existente no cemitério.

[050] Poderá ser construído em aço, aço inox ou plásticos, desde que resistentes a soluções alcalinas.

[051] Este equipamento é formado por três câmaras. A primeira câmara (13) destina-se a recepção dos gases oriundos da decomposição. A segunda câmara (14) destina-se aos obstáculos ou anéis raching (6), onde acontecerá o encontro destes com o líquido alcalino promovendo as reações químicas que transformarão os gases nocivos, gerados pela decomposição dos corpos, em ar

respirável. A terceira câmara (15) destina-se a recepção dos gases tratados e seu lançamento na atmosfera. O exaustor (11) é acoplado a esta câmara.

[052] Constitui parte integrante do equipamento, além do exaustor, que responsável pela circulação dos gases, uma bomba química (7) que tem a função de circular o líquido alcalino, que poderá ser uma solução de soda caustica entre 5% a 30 %, sendo preferencialmente de 10%, entre as câmaras, retirando-o de um depósito (9) independente das câmaras e o lançando, através de um ou vários aspersores (10), na câmara (14) com os obstáculos (6). O controle da pressão desejada é mantido entre 150 e 300 mmca (milímetros de coluna de água).

[053] Os dispositivos que mantêm a estabilidade da pressão desejada podem ser mecânicos, constituídos por dampers na entrada ou saída do exaustor, ou por válvulas reguladas para permitir a entrada de ar falso, reduzindo ou aumentando a capacidade do exaustor. Preferencialmente, estes dispositivos podem ser eletrônicos, constituídos por um pressostato, medidor da pressão, que comanda a rotação do motor do exaustor ou comanda os dampers.

[054] Apesar de detalhada a invenção, é importante frisar que a mesma não limita sua aplicação aos detalhes e etapas descritos. A invenção é capaz de outras modalidades e de ser praticada ou executada em uma variedade de modos. A terminologia empregada tem o escopo de mera descrição e não de limitação.

## REIVINDICAÇÃO

1º) **PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA E EQUIPAMENTO INATIVADOR DE GASES PARA PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA**, que se destinará, na aplicação de cemitérios verticais, viabilizando sua construção em áreas urbanas sem agredir o meio ambiente, transforma a decomposição de corpos que geram o **necrochorume**, líquido altamente poluente e tóxico, em decomposição gasosa, limpa, respirável e não poluente, **caracterizado por** um lóculo (3) fechado, dotado de orifício que conecta um tubo (2), por onde entra o oxigênio que torna o processo aeróbico, o qual é controlado através da sucção dos gases, por meio de exaustor externo (11), que retira os gases formados pelo ar, gases e vapores gerados pela decomposição do corpo, sendo que a sucção destes gases são retirados com uma capacidade volumétrica superior a capacidade de entrada do ar, gerando uma depressão interna de aproximadamente 150 a 300 mmca, sendo que este processo aeróbico e de baixa pressão torna-se indutor da aceleração da decomposição dos corpos reduzindo pela metade o tempo de decomposição ou da exumação, em relação ao processo biológico tradicional; o oxigênio admitido com o ar é um redutor universal, combinando dentro dos lóculos com os gases e vapores nocivos emanados da decomposição, reduzindo-os pela oxidação, tornando essa mistura gasosa preparada para as reações com os ânions hidróxidos, do hidróxido de sódio na torre de

retro lavagem (14), transformando o CO<sub>2</sub> (gás carbônico) em carbonato de sódio e o perigoso e explosivo H<sub>2</sub>S (gás sulfídrico) no inofensivo sulfeto de sódio.

2º) **PROCESSO**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato dos resíduos gerados pela decomposição tóxica e venenosa da matéria orgânica dos corpos, serem tratados dentro do próprio sistema, havendo monitoramento direto do que é lançado na atmosfera, que ocorre por um único duto (12).

3º) **PROCESSO**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do processo consistir na filtragem do ar, por um sistema de filtros (1) de gramatura superior a 300 micras para reter impurezas.

4º) **PROCESSO**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato deste processo consistir na condução dos gases pelos dutos (4), que conduz os gases gerados nos lóculos (3) e aspirados pelo equipamento inativador de gases (5), que determina a velocidade dos gases e a baixa pressão desejada no interior dos lóculos (3), sendo a dimensão dos dutos (4) determinada pelo seu comprimento e pela quantidade de lóculos, onde a velocidade da retirada dos gases será maior que a do duto (2) de alimentação do ar filtrado, e o controle do procedimento para a velocidade dos gases e a baixa pressão será dinâmico.

5º) **PROCESSO**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato deste processo ocorre no interior do equipamento inativador de gases (5), onde ocorre a transformação dos gases poluentes e contaminantes, em gases respiráveis, onde os gases poluentes são introduzidos em uma câmara de entrada (13) e aspirados para a câmara de saída (14), passando obrigatoriamente por uma região onde se encontram obstáculos do tipo anéis raching

(6) que aumenta a área de contato dos gases com o líquido alcalino, garantindo a eficiência nas trocas químicas; a baixa pressão no interior do equipamento (5) faz com que o líquido alcalino, fracionado pelos obstáculos ou anéis raching, seja pulverizado como nevoa, aumentando a área de contato com os gases e tornando o procedimento altamente eficiente.

6º) **PROCESSO**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de dos gases inativados serem retirados do equipamento pelo exaustor (11) responsável pela baixa pressão e lançados na atmosfera, como gases respiráveis, através de uma saída (12).

7º) **PROCESSO**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato dos gases gerados pela decomposição dos corpos, exauridos das câmaras mortuárias (3) e o fluxo destes gases serem forçados a passar de forma ascendente pela torre de lavagem (14) e em contra corrente ao fluxo de solução de soda.

8º) **PROCESSO**, de acordo com as reivindicações 1 e 7, **caracterizado** pelo fato da solução de soda ser bombeada por intermédio de uma bomba centrífuga (7), a qual mantém o fluxo contínuo, molhando de forma descendente todo o recheio randômico (6) da coluna de absorção (14).

9º) **PROCESSO**, de acordo com as reivindicações 1, 7 e 8, **caracterizado** pelo fato da área de contato ser maximizada, pelo recheio randômico (6) colocado na coluna de absorção (14), a reação dos gases provenientes das câmaras mortuárias (3) com a solução de soda cáustica ser altamente facilitada gerando um elevado rendimento na conversão das reações, eliminando os gases nocivos ao meio ambiente, na coluna de absorção adequadamente projetada para as vazões de cada processo.

**10º) PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA E EQUIPAMENTO INATIVADOR DE GASES PARA PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CORPOS INANIMADOS EM AMBIENTE AERÓBICO, INDUZIDO POR CALOR E PRESSÃO NEGATIVA,** caracterizado pelo fato do equipamento (5) ter dimensões e tamanhos variáveis em função da quantidade de gases a serem tratados, ou da quantidade de lóculos (3), construído em aço, aço inox ou plásticos, é formado por três câmaras sendo a primeira (13) destina-se a recepção dos gases, a segunda câmara (14) destina-se aos obstáculos ou anéis raching (6), onde acontecera o encontro destes com o líquido alcalino promovendo as reações químicas que transformarão os gases nocivos; a terceira câmara (15) destina-se a recepção dos gases tratados e seu lançamento na atmosfera através do exaustor (11), sendo que a circulação do líquido alcalino entre as câmaras e o depósito (9) ocorre por meio de uma bomba química (7) que o lança por meio por meio de aspersores (10) dispostos na câmara (14) a uma pressão desejada, mantida entre 150 e 300 mmca.