



(11) *Número de Publicação:* PT 677484 E

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6 )

C02F003/12 A C02F003/34 B  
C02F001/44 B C05F017/00 B  
C05F017/02 B B01D053/85 B

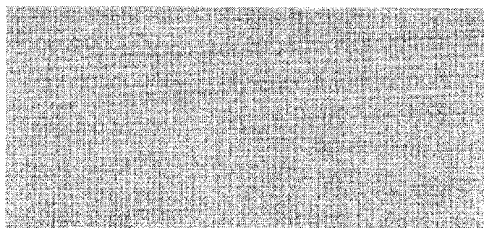
(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

<p>(22) <i>Data de depósito:</i> 1995.04.13</p> <p>(30) <i>Prioridade:</i> 1994.04.14 DE 4412890</p> <p>(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1995.10.18</p> <p>(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2001.03.21</p>	<p>(73) <i>Titular(es):</i> HERHOF-UMWELTTECHNIK GMBH RIEMANNSTRASSE 1 35606 SOLMS-NIEDERBIEL DE</p> <p>(72) <i>Inventor(es):</i> KARL-ERNST SCHNORR DE MARKUS CLAUDY DE</p> <p>(74) <i>Mandatário(s):</i> PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA PT</p>
---	--

(54) *Epígrafe:* PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA EM ESPECIAL PROVENIENTE DE UM PROCESSO DE COMPOSTAGEM

(57) *Resumo:*

PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA EM ESPECIAL PROVENIENTE DE UM PROCESSO DE COMPOSTAGEM





## DESCRIÇÃO

### **"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA, EM ESPECIAL PROVENIENTE DE UM PROCESSO DE COMPOSTAGEM"**

A invenção refere-se a um processo para compostagem de matérias orgânicas e a um dispositivo para realização deste processo.

Da DE-C-36 37 393, da DE-A 38 11 399 e da DE-A 25 41 070 são conhecidos processos de compostagem, nos quais são compostadas matérias orgânicas, em especial detritos contendo matérias orgânicas ("biodetritos"). Em especial, a DE-C-36 37 393 descreve um processo e um dispositivo, nos quais as matérias orgânicas são compostadas num recipiente fechado, com ventilação forçada.

Nos processos de compostagem já conhecidos, realiza-se uma purificação do ar evacuado, durante a qual é obtida água, uma vez que, ao ultrapassar o ponto de condensação nas superfícies mais frias, o vapor de água transportado pelo ar, e resultante das reacções ou transformações biológicas, condensa.

A compostagem de resíduos das cozinhas e de jardins, de recolhas de lixo separado, conduz à libertação de quantidades substanciais de água. Quando o ar evacuado é de tal forma arrefecido que já não passem cheiros para a atmosfera, obtém-se um condensado. Até ao momento, para redução das cargas odoríferas, o ar evacuado de processos biológicos, em especial de processos de compostagem, era transportado através de filtros biológicos, sendo a humidade em grande parte depositada, o que tinha como consequência a impregnação dos filtros pelo lado da alimentação. O líquido assim acumulado é difícil de remover



(também designado por "água de infiltração") era altamente sobrecarregado devido ao contacto com a biomassa e carecia, assim, de um grande consumo de oxigénio (CSB = aproximadamente 40.000 a 80.000 mg O<sub>2</sub>/l). Em consequência do desenvolvimento tecnológico, foram introduzidas cascatas de arrefecimento ou lavadouros, para que o líquido não entrasse mais em contacto com a biomassa, por forma a reduzir o valor de CSB e o valor de BSB do condensado. Os valores de CSB assim obtidos situavam-se, então, por volta dos 5.000 mg O<sub>2</sub>/l. No entanto, também este valor necessitava de ser melhorado.

Da US-A-3 472 765 é conhecido um processo para purificação de água, no qual a água é purificada num bioreactor no qual a água assim purificada é conduzida a um filtro de membrana, através do qual é filtrada, por exemplo, ultrafiltrada.

A CH-A-654 333 revela um processo para compostagem húmida de detritos orgânicos, por exemplo de lodo de clarificação, que é realizado num recipiente de reactor com aporte de oxigénio, e no qual o gás libertado dos detritos é, de novo, reconduzido aos detritos orgânicos através de uma conduta. Antes desta recondução, o gás é desumificado, e a água assim obtida é retirada da circulação. A água obtida quando da desumificação do gás pode ser canalizada para a água residual bruta de uma instalação de clarificação.

É objectivo da presente invenção melhorar o efeito de purificação de um processo e dispositivo para compostagem de matérias orgânicas, no qual a água formada como condensado é purificada.

De acordo com a presente invenção, este objectivo é conseguido através das características da reivindicação 1. A invenção refere-se a um processo para compostagem de matérias



orgânicas, em especial para compostagem de detritos contendo matérias orgânicas ("biodetritos"). A compostagem é realizada, de preferência, num recipiente fechado, com ventilação forçada. As matérias orgânicas são compostadas. A água formada como condensado durante o processo é purificada num bioreactor, sendo a água arejada no bioreactor com oxigénio, de preferência oxigénio do ar. A água assim purificada é ultrafiltrada, por exemplo num módulo de ultrafiltração.

São determinados os constituintes da água a purificar, que determinam o consumo de oxigénio. Os constituintes da água a eliminar da água são fixados. Tal faz-se, de preferência, com base na medição dos constituintes da água a purificar, que determinam o consumo de oxigénio. A regulação das funções metabólicas no bioreactor faz-se através do aporte de nutrientes. Através do processo da presente invenção, a composição da água a purificar pode ser de tal modo modificada, que seja possível um processo biológico de clarificação.

Formas de realização vantajosas são descritas nas reivindicações secundárias.

De preferência, a regulação das funções metabólicas no bioreactor faz-se através do aporte de oxigénio, em especial de oxigénio do ar, e/ou através de regulação do pH e/ou através de regulação da temperatura.

De preferência, a água no bioreactor é agitada.

Uma outra forma de realização vantajosa é caracterizada pelo facto de o decurso das funções metabólicas dos microrganismos introduzidos ser fixado por meio de inoculação. Em seguida podem ser determinados os diferentes parâmetros do substrato (por exemplo, oxigénio, carbono, azoto, fósforo, o



valor do pH e/ou a temperatura), e as alterações das funções metabólicas daí resultantes. De preferência, os constituintes da água fixados são eliminados da água por filtração.

De preferência, a regulação da eficácia de filtração, em especial da eficácia da filtração por membrana, faz-se através de regulação da pressão e/ou de regulação da velocidade de descaga.

De preferência, o ar evacuado do bioreactor é reconduzido ao sistema de ventilação da compostagem. O ar evacuado do bioreactor forma-se em especial através da ventilação do bioreactor com oxigénio ou oxigénio do ar.

De acordo com uma outra forma de realização vantajosa, a lama excedentária que se acumula - em especial no bioreactor - é compostada. De preferência, esta lama excedentária é compostada em conjunto com as matérias a compostar.

A invenção refere-se, ainda, a um dispositivo para realização do processo da presente invenção para compostagem de matérias orgânicas. Para solução do objectivo acima descrito, um tal dispositivo caracteriza-se, de acordo com a presente invenção, por um recipiente, em especial um recipiente fechado, com ventilação forçada, para compostagem das matérias orgânicas, por um bioreactor para purificação da água assim formada, e por um módulo de ultrafiltração.

Em seguida, é explicado em pormenor um exemplo de realização da invenção, com base nos esquemas anexos. Nos esquemas, representam

A Fig. 1 - um esquema de um dispositivo para compostagem de matérias orgânicas



A Fig. 2 - a evolução da quantidade de água de escoamento condensada ao longo do tempo

A Fig. 3 - a composição do condensado em função do tempo de maceração.

No recipiente 1 (fermentador aeróbico) são compostados detritos orgânicos, ou detritos que contêm componentes orgânicos. Trata-se de um recipiente fechado, com ventilação forçada. O ar evacuado é conduzido a um dispositivo de purificação do ar evacuado 2, no qual o ar evacuado é arrefecido por forma a condensar a água que se encontra no ar evacuado. O condensado 3 é conduzido a um bioreactor 4, no qual os constituintes contidos na água ou no condensado são decompostos biologicamente. Deste modo, a água ou o condensado é purificado no bioreactor 4.

As quantidades de água introduzidas no bioreactor dependem da intensidade metabólica da mistura de maceração que se encontra no recipiente 1. Estas quantidades de água podem ser deduzidas, a título de exemplo, da Figura 2. Na Fig. 2, encontram-se representadas as quantidades de águas de descarga condensadas, portanto as quantidades de água condensada que se formam no dispositivo de purificação do ar e que são conduzidas ao bioreactor, em função do tempo. Tal como se pode depreender da Fig. 2, a quantidade de água de descarga condensada varia no decurso do processo de maceração. A princípio aumenta, até atingir o seu máximo passados aproximadamente 1,5 a 2,5 dias de maceração, e em seguida diminui de novo, sendo em alguns casos possível uma nova subida. Passados cerca de 6,5 dias de maceração, o processo de maceração encontra-se terminado. Como se pode ver da Fig. 2, o máximo da quantidade de água de descarga condensada no exemplo seleccionado situa-se na ordem dos 800 a 1.800 litros. Na Fig. 2 encontram-se representadas



quatro curvas, correspondendo cada curva a um determinado recipiente de maceração.

Na Fig. 3 encontram-se representados os constituintes da água do condensado, em função do tempo. Encontram-se representados os valores de CSB em mg/l, a condutividade eléctrica em  $\mu\text{S/cm}$ , o valor do pH e a concentração de amónia em mg/l. O valor de CSB é representado por triângulos, a condutividade eléctrica por quadrados apoiados num vértice, os valores do pH por quadrados preenchidos (a negro) e a concentração de amónia pelos quadrados vazios (brancos). O valor de CSB é maior no início da compostagem, e depois diminui. A condutividade eléctrica é, de início, reduzida. Atinge um máximo passados cerca de 5 dias de maceração, e depois volta a diminuir. O valor do pH vai aumentando lentamente ao longo de todo o período de maceração. A concentração de amónia é inicialmente reduzida. Aumenta e atinge um máximo passados cerca de quatro a cinco dias de maceração. Depois, volta a diminuir.

O líquido ou a água no bioreactor 4 é ventilada com oxigénio, de preferência com oxigénio do ar, e agitada. Deste modo, verifica-se uma purificação biológico-mecânica. A água, ainda, conduzida, para um módulo de ultrafiltração 6 através de uma bomba 5, e ali ultrafiltrada. No módulo de ultrafiltração 6 encontra-se um filtro de membrana. A água purificada através do filtro de membrana, portanto o permeado, é conduzida a um recipiente de recolha 7 (recipiente tampão), de onde pode depois ser retirada para consumo. A água retida é reconduzida ao bioreactor através da conduta 8.

A regulação das funções metabólicas no bioreactor 4 faz-se através do aporte de nutrientes e, adicionalmente, através do aporte de oxigénio, em especial do aporte de oxigénio do ar,



através da regulação do valor do pH e através da regulação da temperatura. O ar evacuado que se forma em consequência da introdução do oxigénio é reconduzido através da conduta 9 para a circulação de ventilação da compostagem, para posterior purificação. A conduta 9 conduz, pois, ao recipiente 1.

A regulação da eficácia do filtro de membrana, portanto a eficácia do módulo de ultrafiltração 6, faz-se através de regulação da pressão e de regulação da velocidade de descarga. A lama excedentária que se acumula no sistema é retirada de tempos a tempos, e conduzida, através da conduta 10, à mistura de maceração a compostar. A conduta 10 (não representada na Fig. 1) conduz, pois, igualmente ao recipiente 1.

Tal como se verifica da Fig. 1, está prevista uma conduta 11 regulável através de uma válvula, que deriva da conduta do condensado 3 e através da qual pode ser recolhida uma amostra do condensado. Para além disso, está prevista uma conduta 12 regulável através de uma válvula, através da qual pode ser recolhida uma amostra de água do bioreactor 4. Do recipiente de recolha 7 sai uma conduta 13 que retorna ao módulo de ultrafiltração 6, no qual se encontra uma bomba 14 e uma torneira de segurança 15. A conduta 13 serve para lavagem de retorno do módulo de ultrafiltração.

Da conduta que conduz do módulo de ultrafiltração 6 ao recipiente de recolha 7, deriva uma outra conduta 16, regulável através de uma válvula de comporta, através da qual pode ser recolhida uma amostra do permeado que sai do módulo de ultrafiltração 6.

A água que se encontra no recipiente de recolha 7 pode ser recolhida através de uma conduta regulável por meio de uma



válvula de comporta. Pode ser conduzida a um circuito de arrefecimento ou a um canal de águas sujas.

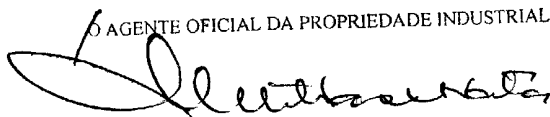
Os constituintes do condensado 3, que determinam o consumo de oxigénio, podem ser medidos com exactidão. A invenção parte do postulado por Justus von Liebig, de que "o nutriente presente em menor quantidade determina o rendimento". Reportando-se à presente invenção, isso significa que a composição do condensado tem de ser modificada de tal modo que o processo biológico de clarificação seja possível, i.e., que através da regulação do rendimento da biomassa seja possível uma fixação dos constituintes a eliminar da água. Assim, estes são primeiramente fixados e depois filtrados da água. A fixação dos constituintes da água nos microrganismos que determinam o valor de CSB ou o valor de BSB é regulada através de fixação do decurso das funções metabólicas dos microrganismos introduzidos, por meio de inoculação do condensado. Em seguida são determinados os diferentes parâmetros do substrato (por exemplo, oxigénio, carbono, azoto, fósforo, o valor do pH, temperatura), e as alterações das funções metabólicas daí resultantes. Uma vez que o nutriente presente no valor mínimo determina o rendimento, pode presumir-se que esta tese pode ser alargada à "grandeza de crescimento" que determina o rendimento; i.e., ao "parâmetro de grandeza do substrato". A transformação prática faz-se através de funções técnicas reguladoras. Uma vez que o aporte de nutrientes numa biocenose exige também a remoção da biomassa que se vai formando, através da filtração por membrana é sempre retida tanta biomassa, quanta é necessária para a manutenção de funções metabólicas óptimas. Esta biomassa é reconduzida à biologia, portanto ao bioreactor.

Com o modo de procedimento descrito no exemplo de realização é possível melhorar a qualidade da água, de tal modo

que o condensado de processos biológicos possa ser utilizado como água útil para circuitos abertos de evaporação (por exemplo, para arrefecimento do ar evacuado de processos biológicos).

Lisboa, 18 de Maio de 2001

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL





## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para compostagem de matéria orgânica, em especial de detritos contendo matéria orgânica, no qual a matéria orgânica é objecto de compostagem, no qual a água assim formada, sob a forma de condensado, é biologicamente purificada num bioreactor (4), sendo a água ventilada com oxigénio, de preferência oxigénio do ar, sendo os constituintes a eliminar da água fixados por microrganismos, no qual a água assim purificada é ultrafiltrada (6) e o retido é reconduzido ao bioreactor (4), sendo medidos os constituintes da água a purificar, determinantes do consumo de oxigénio, e sendo a regulação das funções metabólicas no reactor realizada por meio de aporte de nutrientes.
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a regulação das funções metabólicas ser realizada, adicionalmente, através do aporte de oxigénio, em especial de oxigénio do ar, e/ou através de regulação do pH e/ou através de regulação da temperatura.
3. Processo de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por a água no bioreactor (4) ser agitada.
4. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por ser permanentemente retida por filtração de membrana tanta biomassa, quanto a necessária para a manutenção de condições metabólicas óptimas, sendo esta biomassa reconduzida ao bioreactor (4).
5. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por a evolução das funções metabólicas dos microrganismos introduzidos ser determinada através de inoculação da água a purificar.

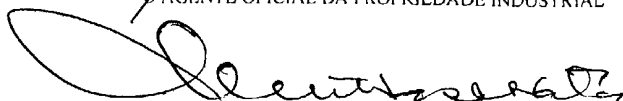


6. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por os constituintes da água determinados serem eliminados da água por meio de filtração.
7. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por a regulação da eficácia de filtração, em especial da eficácia da filtração por membrana, ser realizada através de regulação da pressão e/ou de regulação da velocidade de descaga.
8. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por o ar evacuado do bioreactor ser reconduzido para a circulação de ventilação da compostagem.
9. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por a lama excedentária que se vai acumulando ser compostada, em especial com as matérias orgânicas a compostar.
10. Dispositivo para realização do processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por um recipiente (1), em especial um recipiente fechado com ventilação forçada, para compostagem de matérias orgânicas, um bioreactor (4) para purificação da água que se forma como condensado durante a compostagem, através de ventilação com oxigénio, de preferência oxigénio do ar, e para fixação dos constituintes da água a retirar da água, um módulo de filtração (6) para ultrafiltração da água assim purificada, uma conduta (8) para recondução do retido, do módulo de ultrafiltração (6) para o bioreactor (4), um equipamento para medição dos constituintes da água a purificar, que determinam o consumo de oxigénio, e um equipamento para regulação das funções metabólicas no bioreactor (4) através do aporte de nutrientes.

11. Dispositivo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por um equipamento para regulação das funções metabólicas no bioreactor (4) através do aporte de oxigénio, em especial através do aporte de oxigénio do ar, e/ou através de regulação do pH e/ou através de regulação da temperatura.
12. Dispositivo de acordo com qualquer das reivindicações 10 ou 11, caracterizado por o bioreactor (4) apresentar um equipamento para agitação da água.
13. Dispositivo de acordo com qualquer das reivindicações 10 a 12, caracterizado por uma conduta (9) do bioreactor (4) para o recipiente (1), para recondução do ar evacuado do bioreactor (4) para a circulação de ventilação do recipiente (1).
14. Dispositivo de acordo com qualquer das reivindicações 10 a 13, caracterizado por uma conduta (10) para escoamento da lama excedentária e para recondução da lama excedentária ao recipiente (1).

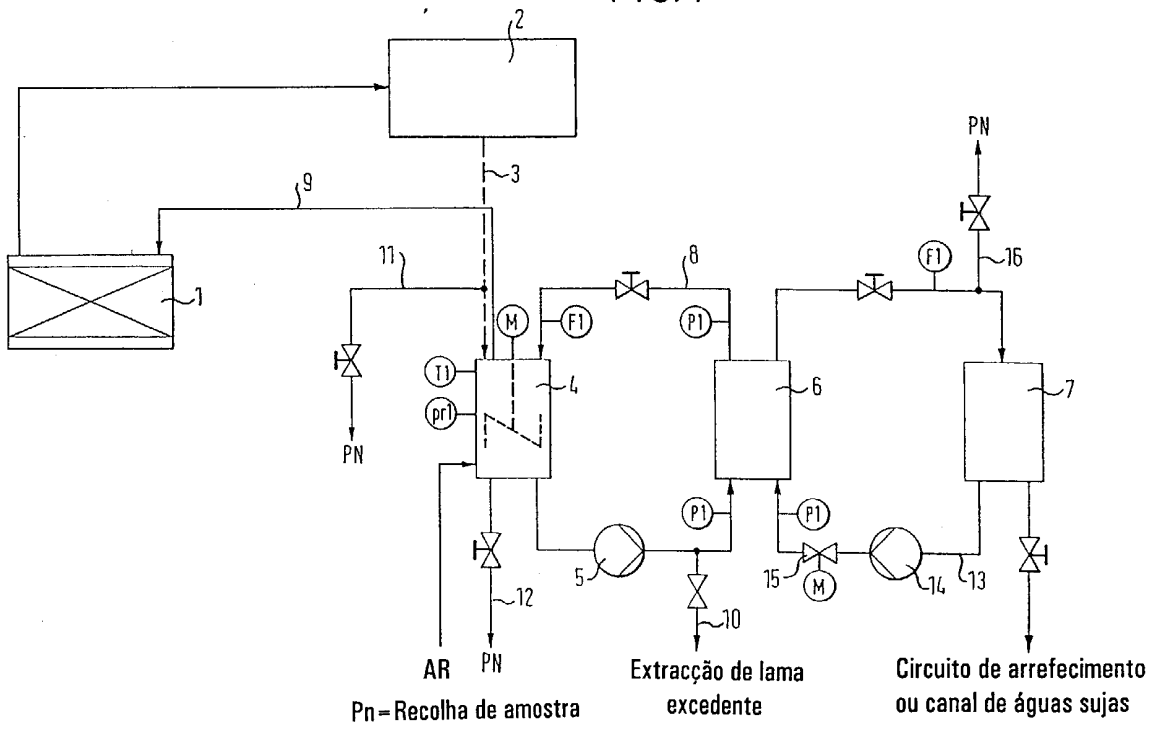
Lisboa, 18 de Maio de 2001

AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL



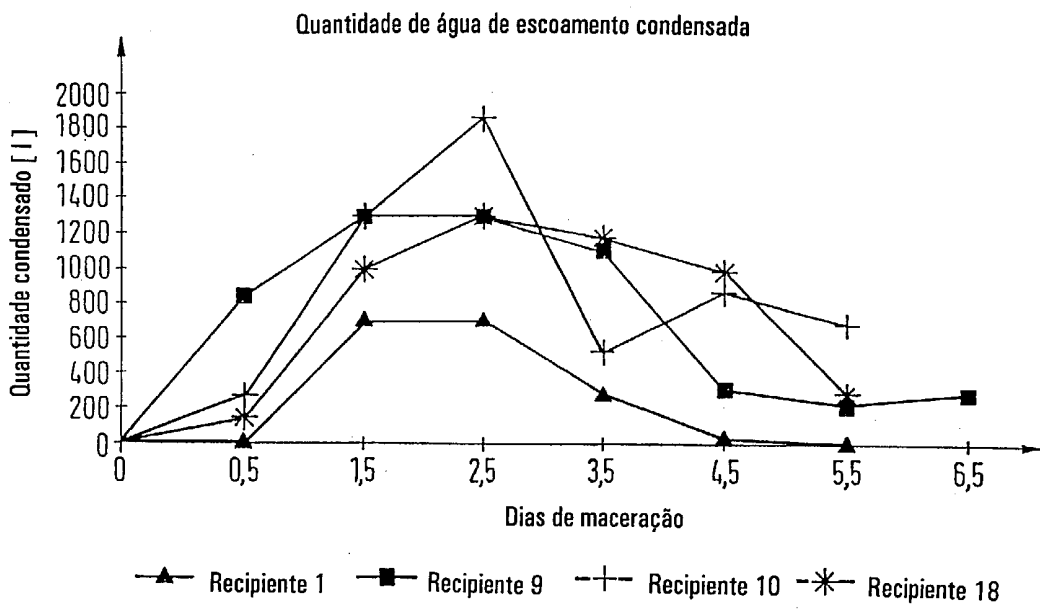
*Deutsche*

FIG. 1



*Handwritten signature*

FIG. 2



Determinação da formação de condensado em recipientes de maceração "Herhof"

*[Handwritten signature]*

Composição do condensado em função do tempo de maceração

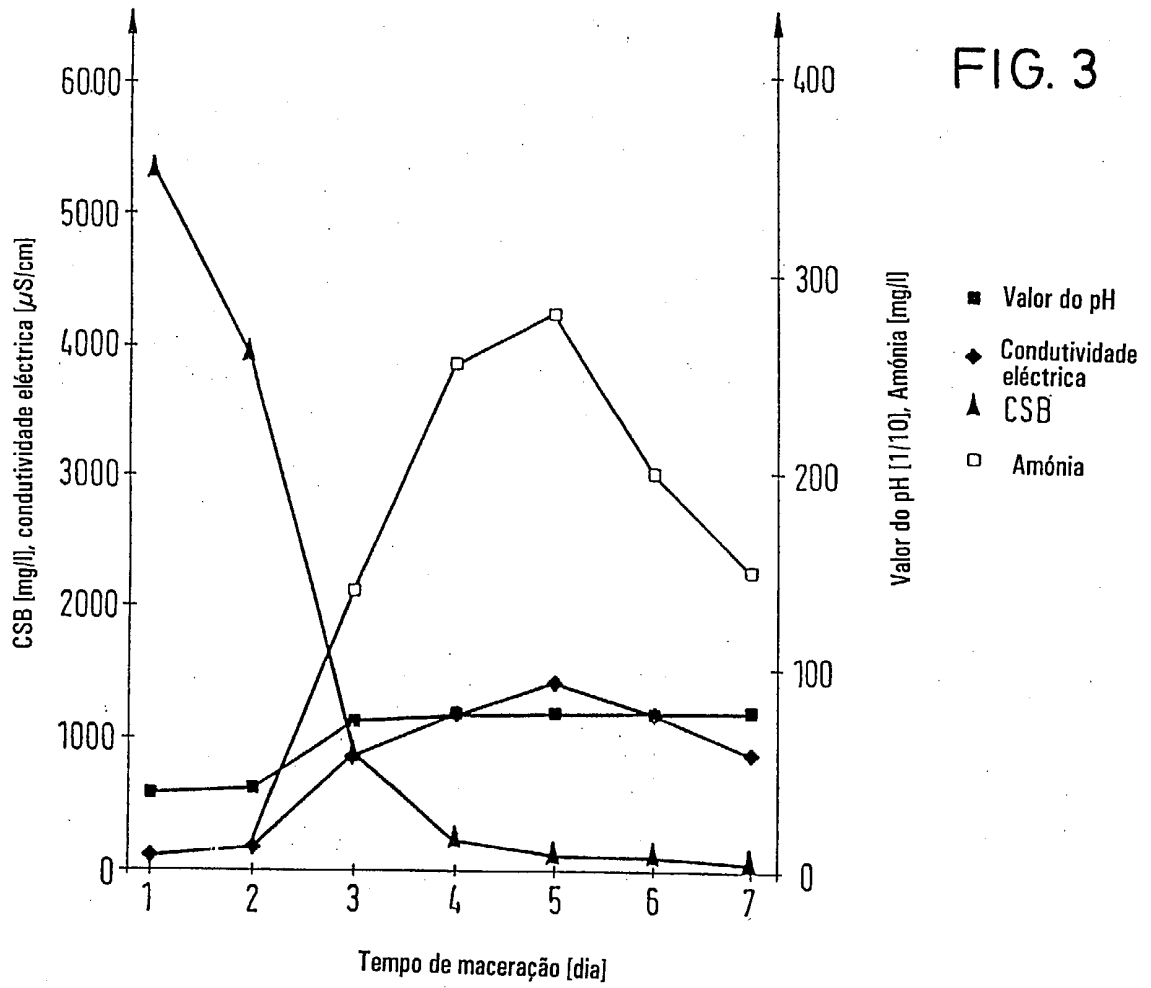


FIG. 3