

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

(21) **PI0800654-7 A2**



\* B R P I O 8 0 0 6 5 4 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 07/03/2008  
(43) Data da Publicação: 27/10/2009  
(RPI 2025)

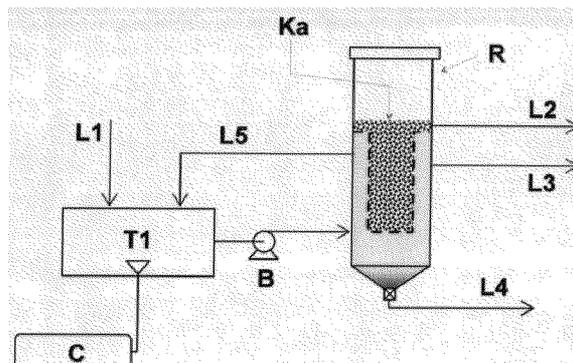
(51) *Int.Cl.:*  
C12F 3/10 (2009.01)  
A23C 9/127 (2009.01)

(54) Título: **PROCESSO PARA O TRATAMENTO E REDUÇÃO DA CARGA POLUENTE DE VINHAÇA E DESTINAÇÃO ECONÔMICA ALTERNATIVA DE SUBPRODUTOS GERADOS**

(73) Titular(es): Associação de Ensino de Ribeirão Preto, Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

(72) Inventor(es): Cristina Filomena Pereira Rosa Paschoalato, Katiúscia Carvalho Silva, Marlei Barboza Pasotto, Murilo Daniel De Mello Innocentini, Reinaldo Pisani Júnior, René de Oliveira Beleboni

(57) Resumo: PROCESSO PARA O TRATAMENTO E REDUÇÃO DA CARGA POLUENTE DE VINHAÇA E DESTINAÇÃO ECONÔMICA ALTERNATIVA DE SUBPRODUTOS GERADOS. É descrito um processo para o tratamento e redução da carga poluente de vinhaça e destinação econômica alternativa de subprodutos gerados, proveniente de processos sucroalcooleiros que compreende o contato da vinhaça com colônias de microrganismos simbiotes (fungos e bactérias) conhecidos como Kefir como agentes redutores de carga orgânica. Em reator (R) dotado de sistema de agitação, adicionar um volume de vinhaça proveniente de processo sucroalcooleiro e uma massa de grãos de Kefir, na proporção de 10 a 100 g de grãos de Kefir para cada 1000 mL de vinhaça, a massa de grãos podendo estar: i) dispersa na solução de vinhaça ou ii) fixada em um leito fixo, ou iii) em leito fluidizado, o processo fermentativo sendo mantido por período desde horas a alguns dias, em geral em torno de 5 dias; após o período de fermentação, retirar a massa de Kefir por peneiramento enquanto os sólidos finos ricos em minerais da vinhaça são encaminhados para complementar a fertilização de solos; da fração sólida separar: i) massa de grãos de Kefir suficiente para reinício do processo mantendo a razão massa de grãos/volume de vinhaça; e ii) separar a massa em excesso de grãos de Kefir, lavar e centrifugar os mesmos. A solução resultante da separação dos sólidos finos (vinhaça tratada) por ter a carga orgânica bastante reduzida é tratada em ETE, a água sendo reaproveitada no próprio processo produtivo da indústria, como insumo ou na geração de vapor.





PI0800654-7

**PROCESSO PARA O TRATAMENTO E REDUÇÃO DA CARGA POLUENTE  
DE VINHAÇA E DESTINAÇÃO ECONÔMICA ALTERNATIVA DE  
SUBPRODUTOS GERADOS**

**CAMPO DA INVENÇÃO**

5 A presente invenção diz respeito a um processo de tratamento e  
redução da carga poluente de vinhaça proveniente de processos  
sucroalcooleiros e destinação econômica alternativa de subprodutos gerados,  
através da utilização de colônias de microrganismos simbiotes (fungos e  
bactérias), conhecidos na literatura como grãos de Kefir, neste caso  
10 funcionando principalmente como agentes redutores de carga orgânica. O  
efluente resultante apresenta redução de carga orgânica em torno de 80%, em  
período de tempo reduzido em relação aos processos do estado da técnica,  
sendo caracterizado ainda como processo multiaplicável, capaz de trazer  
benefícios econômicos importantes.

15 **FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

A vinhaça é o subproduto gerado durante a destilação do caldo de  
fermentação no processo de produção de álcool etílico a partir de cana-de-  
açúcar, beterraba, milho, mandioca e outros caldos vegetais ricos em açúcares  
fermentescíveis. Dependendo da região do Brasil, a vinhaça recebe outras  
20 denominações, como vinhoto, vinhote, calda, restilo, tiborna, caxixi ou garapão.  
Dependendo da origem da matéria-prima vegetal, a vinhaça apresenta  
diferentes propriedades. Como exemplo, a Tabela 1 apresenta as  
características típicas da vinhaça proveniente do processamento e fermentação  
da beterraba e da cana-de-açúcar.

25

30

TABELA 1

Parâmetro	Beterraba	Cana-de-açúcar
pH	5,35 ± 1,02	4,04 ± 0,49
DBO (g/L)	44,9 ± 21,7	16,7 ± 3,4
DQO (g/L)	91,1 ± 38,9	30,4 ± 8,2
DBO/DQO	0,49	0,57
Sólidos totais (g/L)	109,0	52,6 ± 28,9
Sólidos voláteis (g/L)	79,0	40,0 ± 20,0
Sólidos fixos (g/L)	30,0	12,6 ± 8,9
N - total (mg/L)	3569 ± 2694	628 ± 316
P - total (mg/L)	163 ± 66	130 ± 110
K - total (mg/L)	10030 ± 6322	1952 ± 1151
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	3716 ± 2015	1356 ± 1396
Temperatura (°C)	90	90

A composição da vinhaça depende de inúmeros parâmetros de processamento, como a composição da matéria-prima, a linhagem de levedura utilizada, os aditivos químicos utilizados para a preparação do caldo, do tempo de fermentação, e qualidade do vinho e das características do equipamento de destilação, dentre outros.

A denominação de mosto refere-se aos líquidos susceptíveis a sofrer fermentação e posterior destilação. Uma vez fermentado, o mosto passa a ser denominado vinho, que pode ser destilado, possibilitando a recuperação do álcool produzido na fermentação, restando o resíduo que é a vinhaça.

Em relação ao processo baseado na cana-de-açúcar, como o caso brasileiro, a vinhaça pode resultar de três origens distintas: (a) *vinhaça de mosto de melaço* – o mosto é produzido a partir de um subproduto da produção de açúcar, chamado melaço, (b) *vinhaça de mosto de caldo* – produzida em destilarias que produzem apenas álcool, a partir da fermentação alcoólica do caldo, (c) *vinhaça de mosto misto* – o mosto é produzido com mistura de caldo e melaço. Em uma mesma safra, a vinhaça pode se apresentar nas diversas categorias, resultante do uso de caldo, melaço ou com mistura de caldo mais melaço.

A matéria orgânica é o principal constituinte da vinhaça, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos. A vinhaça também é rica em cátions como o

potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Quando originada de mosto de melação, a vinhaça apresenta maiores concentrações em matéria orgânica, potássio, cálcio e magnésio, ao passo que esses elementos decaem consideravelmente quando se trata de mosto de caldo de cana. A quantidade gerada pelas destilarias pode variar de 10 a 18 L de vinhaça por litro de álcool produzido, dependendo das condições tecnológicas da destilaria. Pelo alto teor de matéria orgânica e pelo grande volume gerado, a vinhaça é o efluente líquido da indústria sucroalcooleira que possui o maior potencial poluidor, apresentando Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) variando de 20.000 a 35.000 mg/L.

No Brasil, na safra de 2004/2005 foram produzidos 15 bilhões de litros de álcool. Estima-se que a geração média de vinhaça nesse período tenha sido da ordem de 210 bilhões de litros.

O poder poluente da vinhaça, quando lançada em rios ou em lagos, é cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico, e é devido ao alto teor em matéria orgânica, baixo pH, elevada corrosividade (presença de cátions alcalinos e alcalino terrosos) e altos índices de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), além de elevada temperatura na saída da etapa de destilação (cerca de 85 a 90°C). Por essa razão, a vinhaça é considerada altamente nociva à fauna, flora, microfauna e microflora das águas doces, além de afugentar a fauna marinha que vem às costas brasileiras para procriação. Segundo a literatura, cada 2 litros de vinhaça equivalem ao esgoto sanitário de um habitante/dia.

O impacto ambiental negativo da vinhaça também decorre da sua cor e da presença de metais pesados e poluentes orgânicos, como clorofórmio, pentaclorofenol e cloreto de metileno. Compostos fenólicos (ácido tânico e húmico) da matéria-prima, melanoidinas da reação de Maillard de açúcares com proteínas, caramelos de açúcares superaquecidos e resíduos da hidrólise ácida podem contribuir com a coloração do efluente. Estes compostos podem inibir a fermentação microbiana no rúmen, assim como no tratamento biológico da vinhaça, quando presentes em determinadas concentrações.

Embora a vinhaça seja caracterizada como efluente de alto poder poluente, ela é também tem alto valor fertilizante, principalmente pelos altos teores dos elementos cálcio, magnésio e potássio. Por essa razão, a alternativa principal de uso da vinhaça passou a ser o uso como agente recuperador de solo. A partir da década de 1980, diversas técnicas passaram a ser estudadas para o tratamento da vinhaça, bem como para a minimização de seu poder poluente. Segundo a literatura, os processos para tratamento e aproveitamento da vinhaça são:

- 5 a) tratamentos físico-químicos. Operações como coagulação, floculação e sedimentação podem operar com baixo consumo de energia e com remoção de DQO de até 50%, havendo inclusive remoção de cor;
- 10 b) osmose reversa – Nesse processo, a vinhaça é passada por pressão por uma membrana seletiva, tendo o permeado uma redução de DQO de 90%. É um processo caro com grande consumo energético e dificuldade em encontrar uma membrana adequada;
- 15 c) evaporação – A técnica de evaporação permite a concentração da vinhaça para atingir 60% de brix, porém pode se tornar inviável pelo consumo energético exigido;
- 20 d) incineração – sistema de reação em leito fluidizado. Apesar de reaproveitar os sais minerais nas cinzas, é economicamente inviável;
- e) reciclagem industrial – A técnica de reaproveitamento da vinhaça tem sido investigada como sendo promissora, principalmente quando usada para diluir o melaço antes da fermentação, o que reduz o volume de vinhaça para 1 a 2 litros por litro de álcool produzido;
- 25 f) lagoas aeróbias – Nessas lagoas, a planta aquática conhecida vulgarmente como aguapé gera biomassa a partir do consumo de nutrientes e matéria orgânica da vinhaça, podendo ser aproveitada para ração animal ou para a produção de biogás após a queima;
- g) lagoas de estabilização – o resíduo pode ser estabilizado com prazo de até 9 meses por ação fermentativa natural, onde há o despreendimento de gases com odor desagradável, infiltrações e contaminações do lençol freático;
- 30 h) filtros biológicos – biodegradação anaeróbia;

- i) produção de biomassa protéica fúngica ou unicelular – necessidade de tratamento posterior;
- j) reatores anaeróbios – produção de biogás com aproximadamente 50% de metano durante a degradação anaeróbia; e
- 5 k) fertirrigação – a vinhaça in natura é utilizada na lavoura para reaproveitamento do nitrogênio, fósforo e potássio.

Sendo assim, a vinhaça é problema ambiental relevante, que urge por soluções práticas e a custos pertinentes, principalmente se considerado o forte crescimento e expansão do setor sucroalcooleiro ao longo das últimas  
10 décadas.

O Kefir é originalmente uma bebida fermentada oriunda da região montanhosa do Cáucaso Setentrional e secularmente utilizado como um probiótico. O Kefir é alternativamente conhecido como “*Kephir*”, “*Kiaphur*”, “*Kefer*”, “*Knapon*”, “*Kepi*”, “*Kippi*”, “*Kewra*”, “*Talai*”, “*Mudu Kekiya*”, “*Tibetans*  
15 *Mushrooms*”, “*Yogurt Plants*”, “*Yogurt Fungus*”, “*Snow Lotus*”, “*Tane-Okó*” ou “*Tibetanischer Pilz*”, “*Tibicos*”, dentre outras nomenclaturas variáveis. A fermentação do leite, ou de substratos alternativos, é alcançada através das atividades metabólicas desenvolvidas por um conglomerado simbiótico de bactérias e fungos, conhecido como grãos ou grânulos de Kefir, ou também  
20 simplesmente Kefir, sendo o grão, neste caso, tomado como pelo próprio nome da bebida. Para simplificação didática, neste texto, Kefir se refere à bebida, enquanto grãos ou grânulos de Kefir ao conglomerado simbiótico.

A beberagem de Kefir é mais tradicionalmente preparada a partir do leite de vaca adicionado dos grãos de Kefir, porém, também são usados os leites de  
25 cabra, búfala, égua e camela, dentre outros. Ainda, substratos alternativos de fermentação são conhecidos, como leite de nozes, de coco, de soja ou ainda água com açúcar (“*Kefir de Água*”). A bebida obtida a partir dos grãos de Kefir e independente do substrato de fermentação utilizado apresenta cerca de 0,08-2% de álcool. De consistência uniforme e cremosa é levemente ácida, devido à  
30 presença de ácido láctico, e de efervescência carbonatada, devido à presença de gás carbônico, detectado em alguns tipos de Kefir na concentração de 0,85-1,05 g/L. O aroma do Kefir é característico e similar ao da cerveja. As

características organolépticas e bioquímicas da beberagem final são variáveis de acordo fatores relacionados, sobretudo, à preparação da bebida, como, presença ou ausência de agitação durante o preparo, tempo e temperatura de incubação, proporção de grãos de Kefir e seu substrato alimentar/fermentativo, além do tipo e características deste substrato, idade da cultura e tipo/proporção de microrganismos presentes na colônia.

A bebida, de modo geral consumida diariamente, é preparada adicionando-se proporções adequadas de substratos fermentativos (Leite animal/vegetal ou Água com Açúcar) a quantidades definidas dos grãos de Kefir. Embora exista uma relação ideal entre os grãos e o substrato de fermentação (1:30 a 1:50, p/v, no caso do leite animal), as medidas, na prática, são feitas empiricamente dentro de limites conhecidos, em particular se considerados os diferentes substratos alternativos. A fermentação de substrato é levada a termo normalmente em temperaturas que variam de 08 a 25°C, em recipiente fechado e por um intervalo de tempo variando de 10 a 40 horas, sendo mais comum o período de 24 horas.

Após a fermentação, o material é coado separando-se os grãos de Kefir do Kefir líquido. O Kefir líquido pode ser consumido imediatamente, ou no caso de consumo posterior, refrigerado, ou ainda amadurecido a temperatura ambiente por alguns dias para redução do teor de lactose. Devido aos aumentos constantes em volume, massa e número dos grãos de Kefir a medida em que realizam a fermentação, a cada preparo, uma boa porção dos grãos é novamente utilizada para manutenção da oferta de bebida, repetindo-se as etapas de preparação, o restante pode ser comido, armazenado, ou tradicionalmente doado a novos apreciadores. A cultura de grãos de Kefir pode ser mantida em uma base de tempo indefinida, uma vez que os grãos permanecem vivos por tempo tão longo quão os mesmos sejam alimentados. Quando do armazenamento dos grãos isolados, as temperaturas de -80°C ou -20°C são preferenciais.

Os grãos ou grânulos de Kefir, a base essencial da beberagem a partir deles produzida, são um aglomerado de bactérias homo e heterofermentativas, meso e termofílicas, além de fungos. Apresentam formato esférico irregular,

tamanho variável (0,5-3,0 cm), coloração branca ou levemente amarelada, consistência macia-gelatinosa, sabor azedo, e odor característico, similar ao de levedo. Quanto à composição nutricional, os grãos, quando, por exemplo, cultivados em leite, secos e congelados (umidade de 3,5%) apresentam em média: lipídeos (4,4%), proteínas solúveis (1,6%) e insolúveis (27%), cinzas (12,1%), mucopolissacarídeos (45,7%), aminoácidos (5,6%), traços de substâncias desconhecidas e ferro amorfo e cristalino na superfície. A composição do grão ou suas características mais gerais, assim como relatado para as características gerais da bebida, são em parte dependentes da cultura mãe da qual a colônia fora obtida, e então da composição simbiótica do grão, modo de preparo, condições de armazenamento, idade da cultura, substrato de fermentação, dentre outros fatores.

Os grãos de Kefir, constituídos então por um aglomerado simbiótico entre um número diversificado de bactérias e fungos, são entremeados por uma matriz de polissacarídeo solúvel chamado Kefiran, que pode representar cerca de 45% do peso seco de cada grão. O Kefiran é um polissacarídeo solúvel em água produzido no centro dos grãos, normalmente, é constituído por D-glicose e D-galactose na proporção 1:1. Este polissacarídeo apresenta consistência bastante viscosa e coloração branca-amarelada. A estrutura do Kefiran é ramificada, sendo representada por uma unidade repetitiva constituída por monossacarídeos unidos aleatoriamente. O Kefiran pode ser produzido por uma certa variedade de lactobacilos, mas se destaca a bactéria *Lactobacillus Kefiranofaciens*. A produção de Kefiran pela bactéria isolada já foi demonstrada em uma variedade de meios e condições, entretanto, a quantidade deste polissacarídeo aumenta em muito quando *Lactobacillus Kefiranofaciens* é cultivada em simbiose no grão, especialmente quando da presença do fungo *Saccaromyces cerevisiae*. Um número bastante alto e diversificado de microrganismos tem sido isolado e identificado a partir de grãos de Kefir, de acordo com diferentes autores, diferentes substratos fermentativos utilizados e suas respectivas qualidades, regiões de origem, idade da cultura, condições climáticas e modo de preparo, que não apenas modificam a presença ou ausência de determinados microrganismos, como

também a proporção entre os mesmos. De acordo com autores especialistas ao se reportarem à microflora, a cultura de início é preparada a partir dos grãos de Kefir, constituídos pelas bactérias *Lactobacillus Kefiri* e espécies do gênero *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter* em estreita dependência mútua, além da presença dos fungos fermentadores de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) e não fermentadores deste açúcar (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*). Embora *Lactococcus lactis* e *Cândida kefir* sejam destacadamente e respectivamente, a bactéria e fungo mais prevalentes no Kefir, os principais lactobacilos isolados dos grãos de Kefir e Kefir são: *L. paracasei subsp paracasei*, *L. acidophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. plantarum*, *L. Kefiranofaciens*, e principalmente, *L. Kefir*, enquanto, das 23 espécies de fungos normalmente encontradas no Kefir destacam-se: *K. marxianus/Candida kefir* e *S. cerevisiae*.

A Tabela 2 mostra as diferentes bactérias e fungos normalmente encontrados nos grãos de Kefir. A taxonomia das diferentes espécies tem sofrido alterações ao longo dos anos. Nesta Tabela é utilizada a nomenclatura mais atual, entendendo que as variantes taxonômicas mais obsoletas sejam aqui representadas pelas mais modernas.

20

25

30

TABELA 2

Fungos	Bactérias
<i>Dekkera anomala/Brettanomyces anomalus</i>	<b>Lactobacilli:</b>
<i>Torulaspota delbrueckii</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>Cândida friedrichii</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Cândida humilis</i>	<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>Casei</i>
<i>Saccaromyces exiguus</i>	<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i>
<i>Cândida inconspicua</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>
<i>Kluyevromyces marxianus/Cândida kefir</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
<i>Pichia fermentans/Cândida firmetaria</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>
<i>Issatchemkia orientalis/Cândida krusei</i>	<i>Lactobacillus Kefiri</i>
<i>Issatchemkia occidentalis</i>	<i>Lactobacillus Kefiranofaciens</i> subsp. <i>Kefiranofaciens</i>
<i>Cândida maris</i>	<i>Lactobacillus Kefiranofaciens</i> subsp. <i>Kefirgranum</i>
<i>Candida pseudotropicalis</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>
<i>Candida tenuis</i>	<i>Lactobacillus paraKefiri</i>
<i>Candida valida</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
<i>Cryptococcus humicolus</i>	<i>Lactobacillus viridescens</i>
<i>Debaryomyces hansenii/Cândida farmata</i>	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
<i>Kloeckera apiculata; Hansenula yalbensis</i>	<i>Lactobacillus galactose; Lactobacillus fructose; Lactobacillus hilarities; Lactobacillus homophobia; Lactobacillus admonishes</i>
<i>Debaryomyces (Schwanniomyces) occidentalis</i>	<i>Lactobacillus fructivorans</i>
<i>Galactomyces geotrichum/ Geotrichum candidum</i>	<i>Lactobacillus hilgardii</i>
<i>Kluyevromyces lactis</i> var. <i>lactis</i>	<b>Outras bactérias:</b>
<i>Kluyevromyces lodderae</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i>
<i>Saccharomyces pastorianus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>Saccharomyces florentinus; Saccharomyces pretoriensis</i>	<i>Streptococcus cremoris; Streptococcus faecalis;</i>
<i>Saccharomyces unisporus</i>	<i>Streptococcus lactis; Pediococcus damnosus</i>
<i>Candida tannotelerans</i>	<i>Enterococcus durans</i>
<i>Yarrowia lipolytica/Cândida lipolytica</i>	<i>Bacillus sp</i>
<i>Saccharomyces dairensis</i>	<i>Micrococcus sp</i>
<i>Zigosaccharomyces rouxii</i>	<i>Leuconostoc. mesenteroids</i> subsp. <i>cremoris</i>
<i>Saccharomyces turisensis</i> sp. nov.	<i>Leuconostoc. mesenteroids</i> subsp. <i>mesenteroids</i>
	<i>Acetobacter aceti/Acetobacter pastorianus</i>

Embora existente, o comércio do Kefir e Kefiran não é intenso, especialmente no Brasil, onde mesmo o produto artesanal ainda é relativamente pouco conhecido. O uso industrial e aplicado dos grãos Kefir nos

diversos ramos biotecnológicos é ainda bastante limitado. A caracterização geral do Kefir e Kefiran é em geral denotada pelo uso bastante variado de técnicas laboratoriais. Quando da identificação de microrganismos presentes no grão, um conjunto alargado de técnicas clássicas de microbiologia e bioquímica vem sendo utilizado. As caracterizações físico-químicas do Kefiran, bem como a constituição bioquímica dos grãos, identificação analítica dos compostos produzidos pelos grãos de Kefir e Kefir em diferentes meios e condições, como por exemplo, etanol, ácido láctico e açúcares residuais da fermentação, além de outros compostos, recorrem, sobretudo, às técnicas clássicas da Química Instrumental, como Cromatografias analíticas de diferentes tipos, especialmente Cromatografia Líquida de Alto Desempenho (CLAD), Cromatografia Gasosa, além de Ressonância Magnética Nuclear, e métodos espectrofotométricos, como o de Massa, ou ainda em alguns casos por meio de reações químicas e bioquímicas específicas.

Como salientado, e em que pese o uso convencional de diferentes tipos de leite animal, mais especialmente, ou mesmo vegetal, na prática caseira de criação de Kefir, a sua produção pode ser conseguida em ambiente aquoso, desde que rico em substratos fermentativos. Na prática caseira, tem sido descrito o uso de água e açúcar (orgânico ou não) como um meio alternativo e eficiente para fabricação da bebida (Kefir de Água). No laboratório, estudos com diferentes monossacarídeos e dissacarídeos como substratos de fermentação vem sendo descritos. De fato, em trabalhos científicos, a efetividade de crescimento e manutenção dos grãos de Kefir em meios contendo mono (Glicose e Frutose) ou dissacarídeos (Sacarose, Lactose e Maltose) isoladamente ou em combinação (Glicose e/ou Frutose em presença ou ausência de um dos dissacarídeos, ou os últimos associados entre eles), e em diferentes concentrações, foram investigados. Salienta-se que substratos diferentes dos mencionados, tanto na prática de fabrico da bebida ou mesmo em laboratórios têm sido pouco ou nada explorados, como para o caso da vinhaça constante do presente pedido, onde nenhum registro foi identificado pelos Requerentes.

A patente norte-americana U.S. 5.851.405 propõe um tratamento físico na vinhaça, através de uma centrifugação altamente eficiente onde a vinhaça é concentrada e os sais de potássio são removidos. Não é mencionado tratamento microbiológico ou uso de grãos de Kefir.

5 A patente norte-americana U.S. 6.022.394 relata a clarificação da vinhaça através da correção de pH, com precipitação e separação de componentes inorgânicos do seio da solução. Não é mencionado tratamento microbiológico ou uso de grãos de Kefir.

10 A patente norte-americana U.S. 5.760.078 relata a recuperação de componentes valiosos da vinhaça através da adição de sulfato de amônio, seguido de filtração e microfiltração para a concentração da vinhaça. Não é mencionado tratamento microbiológico ou uso de grãos de Kefir.

15 A patente norte-americana U.S. 6.770.757 relata método de recuperar betaína, eritritol, inositol, sacarose, manitol, glicerol e aminoácidos de soluções residuais e caldos de cana-de-açúcar e de frutas através de resina de troca catiônica em coluna cromatográfica. Não é mencionado tratamento microbiológico ou uso de grãos de Kefir.

20 No Brasil, o pedido de patente MU8502073-7, de 2005, solicita a geração e comercialização de créditos de carbono pela queima de metano oriundo da biodigestão da vinhaça. Não é mencionado uso de grãos de Kefir para a biodigestão da vinhaça.

25 O pedido publicado brasileiro PI 0002730-8 trata do acréscimo de nova rota de obtenção de carbonatos e bicarbonatos a partir de vinhaça concentrada e de CO<sub>2</sub> quer provenientes das dornas de fermentação da sacarose para produção de álcool, quer dos fornos de calcinação de cimento, quer da biodigestão, quer da gaseificação de biomassa, quer de chaminés de caldeiras que utilizem como combustível biomassa ou resíduos de biomassa. Em nenhum dos dois casos citados, os microrganismos para o tratamento da vinhaça coincidem com aqueles propostos no presente pedido de patente.

30 A patente brasileira PI 8305402-2 se refere a um processo de digestão anaeróbica visando à obtenção preferencial de metano a partir de vinhoto de cana, utilizando a técnica de formação de filtro biológico no interior da dorna de

fermentação. O processo desenvolvido leva a uma redução de 80 a 90% da demanda química de oxigênio (DQO) da carga em um tempo de fermentação de cerca de 1,5 a 2 dias se a carga do biodigestor for balanceada em nitrogênio e fósforo. É obtido um biofertilizante utilizado como adubo nos canaviais. Não é mencionado o uso de grãos de Kefir.

A patente brasileira PI 8406861-2 trata apenas do tamponamento na fermentação anaeróbica da vinhaça para produção de metano. Não é mencionado o uso de grãos de Kefir.

A patente brasileira PI 8705131-1 é aplicável ao vinhoto (vinhaça calda ou restilo) de destilarias de álcool, de aguardente ou de qualquer outro líquido contendo álcool, produto de fermentação de caldo de cana, melaço, xarope, tubérculos, cereais, frutas, sorgo, celulose, ou de quaisquer outras matérias-primas de origem vegetal, inclusive aquelas que tenham sido submetidas a processos de hidrólise química ou enzimática, bem como aos efluentes de indústrias que se utilizam de matérias-primas de origem animal, tais como, laticínios, curtumes, matadouros, esgotos sanitários, etc. O processo de tratamento de vinhoto e outros se origina no mosto fermentado e utiliza dois reagentes, o primeiro composto de óxidos e hidróxidos de metais alcalinos terrosos (não ativados) que atuam quimicamente sobre os afluentes, neutralizando e ou alcalinizando a acidez do meio; e o segundo composto de óxidos e hidróxidos de metais alcalinos terrosos (ativados) que, por ação físico-química de adsorção, provoca a floculação dos colóides orgânicos putrescíveis contidos nos afluentes, reduzindo a demanda bioquímica de oxigênio do líquido residual obtido por filtração em até 97% da DBO original. O processo de tratamento de vinhoto e outros é complementado pela obtenção de uma torta organomineral que pode ser consumida como ração animal ou como adubo organomineral para as lavouras e por um líquido residual que pode ser utilizado na irrigação de lavouras ou descartado para os cursos d'água em caráter emergencial, ou até mesmo sem oferecer perigo de poluição danosa à fauna aquática, desde que respeitadas as normas internacionais de engenharia sanitária que asseguram um mínimo de oxigênio dissolvido nas águas correntes. Não é mencionado o uso de grãos de Kefir.

A publicação RU 2203315 envolve o método de preparação de ração animal enriquecida com proteínas e vitaminas a partir de vinhaça. As leveduras são cultivadas em um meio contendo vinhaça acrescida de sais e melaço, ou sacarose, e o percentual resultante de carboidratos é de 0,9-1,1%. O processo de cultivo das leveduras é aeróbio com o consumo de 55-60 m<sup>3</sup>/h para cada 1 m<sup>3</sup>/h de afluente líquido a 34-37°C. A quantidade de leveduras presentes no meio líquido é sempre superior a 500 mln/mln/cm<sup>3</sup>. Os microrganismos utilizados são leveduras de *Candida tropicalis* CK-4 associadas com *Rhodospiridium diobovatum-1* na relação de 3:1 em pH de 5,1-5,3. O método permite obter ração com elevado valor protéico e vitamínico a partir de um resíduo do processo de produção de álcool. Não é mencionado o uso de grãos Kefir.

A patente RU 2102480 descreve um método em batelada para obter leveduras a partir de polpa bruta de amido, que envolve a hidrólise, a sacarificação, fermentação e separação das leveduras. A partir do meio reacional, é possível separar de 20 a 90% das leveduras produzidas, que são recicladas para a fermentação e a vinhaça clarificada é recuperada para preparar a próxima batelada. Não é mencionado o uso de grãos de Kefir.

A patente FR 2697266 descreve o processo de tratamento ácido de recuperação de leveduras e uso de vinhaça para fermentação. O substrato principal para a fermentação é o melaço, suco ou xarope derivado de beterraba ou de cana-de-açúcar, ou um concentrado hidrolisado derivado de cereais. Não é mencionado o uso de grãos de Kefir.

Na patente GB 939.545, produtos alimentícios são feitos por hidrólise sob condições ácidas de vinhaça de beterraba. São exemplos de produtos possíveis líquidos contendo betaína, ácido glutâmico, glutamina, asparagina, leucina, alanina e cistina, que podem ser obtidos a partir do mosto com leveduras ou da vinhaça clarificada por centrifugação, através do tratamento com ácido hidrocloreto a 90-95 °C por 5-7 horas. Não é mencionado o uso de grãos de Kefir.

O pedido publicado norte-americano US 20050019932 descreve o desenvolvimento de uma linhagem de leveduras floculantes que permite o

emprego de elevadas concentrações de leveduras em biorreatores. O processo é útil para realizar fermentações a taxas elevadas para converter açúcares em etanol, ou fermentações com baixa geração de efluente para converter melaço, amido ou açúcares de frutas para etanol. Não é mencionado o uso de grãos de

5 Kefir.

O Modelo de Utilidade brasileiro MU 8502073 7 trata da geração e comercialização de créditos de carbono e produção de energia elétrica renovável através da reforma do metano oriundo da biodigestão da vinhaça, subproduto das indústrias sucroalcooleiras, com a tecnologia de célula a

10 combustível. Não é mencionado o uso de grãos de Kefir.

A patente norte-americana U.S. 5.204.247 descreve o isolamento de uma nova linhagem de *Lactobacillus* sp. KPB-176 dos grãos de Kefir para aumentar a produtividade de polissacarídeos. O meio de cultura contém proteína do leite. Nenhuma menção ou reivindicação é feita em relação à

15 vinhaça em conjunto com os grãos de Kefir.

A patente norte-americana U.S. 4.957.752 descreve um processo para produzir Kefir que envolve o aumento do conteúdo de sólidos secos de leite de vaca por ultrafiltração em temperaturas entre 50 e 55°C. Não é feita menção ou reivindicação em relação à vinhaça.

## 20 **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

De um modo amplo, o processo da invenção para o tratamento e redução da carga poluente da vinhaça, assim como para a sua destinação econômica viável após tratamento, compreende as seguintes etapas:

a) Cultivar por 48 horas, uma massa de grãos de Kefir, cujo inóculo está

25 entre 10 e 100 g de grãos por litro de solução aquosa de sacarose, a sacarose estando em concentração entre 10 e 100 g por litro de solução, à temperatura ambiente, em ambiente aeróbio ou anaeróbio, obtendo uma massa aumentada de grãos de Kefir;

b) Separar metade da massa da etapa a) para utilização no processo de

30 tratamento da vinhaça, a massa restante permanecendo no meio de cultivo para posterior utilização;

b1) Para operação descontínua, adiciona-se em tanque dotado de sistema de agitação, um volume de vinhaça proveniente de processo sucroalcooleiro e uma massa de grãos de Kefir, na proporção de 10 a 100 g de grãos de Kefir para cada 1000 mL de vinhaça, a massa de grãos podendo ficar:

5 i) dispersa na solução de vinhaça ou ii) fixada em um leito fixo, ou iii) em leito fluidizado, o reator sendo operado i) de modo anaeróbio ou ii) aeróbio, o processo fermentativo sendo mantido por período que pode variar entre poucas horas a vários dias, conforme grau de purificação desejado para a vinhaça, em geral não mais de 5 dias, obtendo um produto em duas fases, uma fase aquosa superior, de carga poluente reduzida, e uma fase inferior concentrada em grãos de Kefir e sedimentos de vinhaça;

15 b2) Para alimentação contínua de vinhaça, o tempo de residência da vinhaça no reator (tempo de residência hidráulico-TDH) situa-se no mesmo intervalo de tempo de operação do reator descontínuo, a massa de grãos de Kefir em excesso sendo retirada periodicamente do reator, para manter constante a razão massa de grãos/volume de vinhaça;

20 c) desligar, após o período de fermentação na etapa b1), o sistema de agitação do reator descontínuo, obtendo um produto em duas fases, uma fase aquosa superior límpida e com carga poluente reduzida em mais de 80% no que tange a DQO e DBO, e uma fase inferior concentrada em grãos de Kefir, Kefiran e sedimentos de vinhaça, retirando da dita fase inferior a massa de grãos de Kefir por peneiramento, enquanto os sólidos finos ricos em minerais da vinhaça presentes nesta fase são encaminhados para complementar a fertilização de solos;

25 d) da fração sólida separada na etapa c) separar massa de grãos de Kefir suficiente para reinício do processo na etapa b) mantendo a razão massa de grãos/volume de vinhaça;

30 e) da fração sólida separada na etapa c), separar a massa em excesso de grãos de Kefir contendo o Kefiran, que após sedimentados e lavados, são úteis para várias finalidades, incluindo a produção de ração animal ou sendo destinada a hidrólise ácida objetivando a obtenção de açúcares fermentescíveis úteis para o comércio ou ainda na produção de etanol;

f) a solução aquosa superior resultante da sedimentação dos sólidos finos da vinhaça e grãos de Kefir por sedimentação, centrifugação ou filtração na etapa c), por ter a carga orgânica bastante reduzida é tratada em ETE, a água sendo reaproveitada no próprio processo produtivo da indústria, para irrigação e/ou diluição do mosto da cana na fermentação e/ou na geração de vapor e outros usos e/ou ainda destinada para o descarte;

Assim, a presente invenção provê um processo pouco oneroso para o tratamento e destinação econômica alternativa da vinhaça, após tratamento, sendo o processo independente do meio em que os grãos de Kefir iniciais sejam produzidos ou mesmo de sua origem e composição bioquímica e microbiológica, assim como o mesmo independe das origens e composições da vinhaça utilizada.

A presente invenção provê também um processo para o tratamento e destinação econômica alternativa da vinhaça utilizando-se grãos de Kefir em processo aeróbio, anaeróbio, parcialmente aeróbio ou parcialmente anaeróbio, que pode operar em esquema em batelada, batelada alimentada ou contínua em leite expandido ou fluidizado, com ou sem agitação do meio reacional.

A presente invenção provê ainda um processo para o tratamento e destinação econômica alternativa da vinhaça utilizando-se grãos de Kefir de diferentes origens e composições, para uso biotecnológico, em processo que envolve a produção de sacarídeos livres, solúveis e fermentescíveis, passíveis de utilização na cadeia sucroalcooleira implantada no país, bem como do polissacarídeo Kefiran, que compõe a estrutura do grão de Kefir. O Kefiran pode ser submetido a processo de hidrólise ácida, com rendimentos superiores a 20% em glicose, que uma vez obtida poderá ser usada diretamente como produto comercial ou ainda para produção de etanol.

A presente invenção provê também um processo auto-sustentável para o tratamento e destinação econômica alternativa da vinhaça utilizando-se de grãos de Kefir de diferentes origens e composições, para uso biotecnológico, onde os grãos de Kefir, dado o seu crescimento e multiplicação, são utilizados na manutenção do processo de maneira cíclica, com as culturas dos grãos de Kefir sendo mantidas numa base de tempo indefinida e adquiridas uma única

vez, salvo contratempos técnicos. Ainda, pela precipitação natural que ocorre com os grãos de Kefir após certo tempo do tratamento da vinhaça, caso a agitação, se utilizada, venha ser interrompida, a centrifugação do ambiente reacional para separação do material sólido daqueles de interesse em solução torna-se desnecessária, consubstanciando uma outra vantagem da técnica.

A presente invenção provê ainda um processo para o tratamento e destinação econômica alternativa da vinhaça utilizando-se de grãos de Kefir de diferentes origens e composições, para uso biotecnológico, o processo sendo relativamente rápido para a redução de 40 a 90% da DQO da vinhaça de diferentes de diferentes origens e composições em períodos tão curtos quanto 4 a 8 dias.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A FIGURA 1 anexa é um fluxograma ilustrativo de uma modalidade da invenção com reator contínuo aeróbio de vinhaça em leito suspenso, com retirada simultânea de vinhaça tratada, massa de grãos de Kefir e sólidos finos.

A FIGURA 2 anexa é um fluxograma ilustrativo de uma outra modalidade da invenção com reator contínuo anaeróbio de vinhaça em leito suspenso, com retirada simultânea de vinhaça tratada, massa de grãos de Kefir e sólidos finos.

A FIGURA 3 anexa é um fluxograma ilustrativo de uma outra modalidade da invenção com reator semicontínuo aeróbio de vinhaça em leito fixo ou fluidizado, com retirada simultânea de vinhaça tratada e de sólidos finos.

A FIGURA 4 anexa é um fluxograma ilustrativo de uma outra modalidade da invenção com reator descontínuo anaeróbio de vinhaça em leito fixo ou fluidizado, com retirada de sólidos finos.

A FIGURA 5 anexa é um gráfico que ilustra a evolução da diminuição de DQO (curva 1) e de crescimento de massa de grãos (curva 2) conforme a modalidade da invenção ilustrada na Figura 1.

A FIGURA 6 anexa é um gráfico que ilustra a evolução da diminuição de DQO (curva 1) e de crescimento de massa de grãos (curva 2) conforme a modalidade da invenção ilustrada na Figura 2.

A FIGURA 7 anexa é um gráfico que ilustra a evolução da diminuição de DQO (curva 1) e de crescimento de massa de grãos (curva 2) conforme a modalidade da invenção ilustrada na Figura 3.

5 A FIGURA 8 anexa é um gráfico que ilustra a influência da concentração inicial de grãos de Kefir na vinhaça sobre a redução da DQO conforme a modalidade da invenção ilustrada na Figura 4, o ambiente de fermentação sendo mantido aeróbio. Curva 1: 10 g de grãos de Kefir/L; curva 2: 20 g de grãos de Kefir/L; curva 3: 40 g de grãos de Kefir/L.

10 A FIGURA 9 anexa é um gráfico que ilustra a influência da concentração inicial de grãos de Kefir na vinhaça sobre a redução da DQO conforme a modalidade da invenção ilustrada na Figura 5, o ambiente de fermentação sendo mantido aeróbio.

15 A FIGURA 10 anexa é um cromatograma obtido em HPLC indicando a presença de glicose na solução hidrolisada de grãos de Kefir, na concentração de 1,2 g/L.

### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

20 A presente invenção refere-se a um processo de tratamento e destinação econômica da vinhaça de diferentes origens e composições químicas, resíduo da indústria de açúcar e álcool, através de processo que utiliza colônias de microrganismos simbiotes (fungos e bactérias), conhecidos na literatura como grãos de Kefir, agindo neste caso, principalmente como agentes redutores de carga orgânica, de modo a diminuir o poder poluente da vinhaça, sendo caracterizado ainda como processo multiaplicável, capaz de trazer benefícios econômicos importantes.

25 Como resultado, obtém-se um efluente com redução de carga orgânica superior a 80%, a redução sendo obtida em período de tempo equivalente àquele de processos do estado da técnica, além de operar nos modos aeróbio e anaeróbio, o que não é relatado na literatura. Ainda vantajosamente, por serem os grãos de Kefir ricos em lipídeos, proteínas, ferro e especialmente  
30 carboidratos, e considerando que os mesmos aumentam muito em número e massa no processo proposto, os mesmos podem ser destinados em parte a

produção de ração animal; ou como já salientado para o reabastecimento do processo ou para obtenção de açúcares fermentescíveis após hidrólise ácida.

O presente processo clarifica a vinhaça e propicia a separação em duas fases características e individualizadas, uma superior, rica em água, com poucos compostos solúveis, e uma inferior, enegrecida, rica em compostos inorgânicos sólidos e grãos de Kefir. A porção superior, rica em água, pode ser recuperada por drenagem, e destinada a usos variados na usina de açúcar e álcool após o uso ou não de processos de clarificação, filtração e dessalinização, como no resfriamento de caldeiras, irrigação, diluição de melação, lavagens, produção de vapor ou mesmo dispensada como efluente para estação de tratamento, caso respeitadas as normas vigentes. Ainda conforme a invenção, a porção inferior de resíduo sólido do processo de fermentação tem alto teor de minerais como magnésio, cálcio e potássio, o que permite o seu uso em fertilização do solo nas lavouras de cana-de-açúcar ou similares.

A massa de grãos de Kefir tem um crescimento acelerado no período de fermentação, pela conversão dos nutrientes presentes na vinhaça em massa celular e massa de polissacarídeos, fato este importante para a sua reutilização no processo, ou ainda para sua destinação econômica decorrente do mesmo.

A hidrólise ácida do Kefiran, presente nos grãos de Kefir, fornece uma solução contendo açúcares fermentescíveis que têm aplicação direta na indústria, como no processo fermentativo alcoólico ou complemento de rações animais, ou mesmo para venda direta.

O procedimento para o tratamento da vinhaça pela presente invenção consiste das seguintes etapas:

a) Cultivo de colônia de grãos de Kefir em solução aquosa de sacarose em temperatura ambiente. A fonte de sacarose pode ser açúcar cristal ou refinado, bem como de outros açúcares fermentescíveis. A concentração de açúcar na solução de cultivo deverá estar entre 10 e 100 g por litro de solução. A massa de inóculo de grãos deverá estar entre 10 e 100 g de grãos por litro de solução. Não há necessidade de controle de temperatura durante a preparação do inóculo, podendo o mesmo ser feito em temperaturas ambientes

que estejam entre 10 a 35°C. O cultivo da colônia de Kefir pode ser executado em ambiente aeróbio ou anaeróbio.

b) após o período de 48 h, há um aumento da massa de grãos de Kefir no cultivo descrito na etapa a). Separa-se metade desta massa para a utilização no processo de tratamento da vinhaça. A massa restante permanece no meio de cultivo para posterior utilização.

b1) Para operação descontínua, adiciona-se em tanque dotado de sistema de agitação, um volume de vinhaça proveniente de processo sucroalcooleiro e uma massa de grãos de Kefir, na proporção de 10 a 100 g de grãos de Kefir para cada 1000 mL de vinhaça. Essa massa de grãos pode ficar dispersa na solução de vinhaça ou então fixada em um leito fixo, ou então em leito fluidizado. O reator pode operar de modo anaeróbio ou aeróbio. No primeiro caso, o reator é fechado para evitar contato com a atmosfera e o sistema de agitação é acionado, de modo a facilitar a transferência de massa entre os grãos de Kefir e a solução de cultura. Na opção de tratamento aeróbio, introduz-se ar atmosférico no reator através de compressor de ar por borbulhamento. A vazão de ar pode variar entre 1 a 5 L de ar por minuto por L de vinhaça tratada. O processo fermentativo é mantido por período que pode variar entre poucas horas a vários dias, conforme grau de purificação desejado para a vinhaça. Em geral, o período de tratamento não ultrapassa 5 dias.

b2) O processo fermentativo desta etapa também pode operar de modo contínuo de alimentação de vinhaça. Neste caso, o tempo de residência da vinhaça no reator situa-se no mesmo intervalo de tempo de operação do reator descontínuo (de poucas horas a vários dias). A massa de grãos de Kefir em excesso é retirada periodicamente do reator, para manter constante a razão massa de grãos/volume de vinhaça;

c) Após o período de fermentação na etapa b), desliga-se o sistema de agitação do reator descontínuo, obtendo um produto em duas fases, uma fase aquosa superior límpida e com carga poluente reduzida em mais de 80% no que tange a DQO e DBO, e uma fase inferior concentrada em grãos de Kefir, Kefiran e sedimentos de vinhaça, retirando da dita fase inferior a massa de grãos de Kefir por peneiramento, enquanto os sólidos finos ricos em minerais

da vinhaça presentes nesta fase são encaminhados para complementar a fertilização de solos;

5 d) da fração sólida separada na etapa c), separa-se massa de grãos de Kefir suficiente para reinício do processo na etapa b), mantendo-se a razão massa de grãos/volume de vinhaça.

e) da fração sólida separada na etapa c), separa-se a massa em excesso de grãos de Kefir, que depois de sedimentados e lavados, poderão ser utilizados com as seguintes finalidades:

10 i) Hidrólise ácida dos grãos de Kefir ricos em Kefiran lavados em ácidos inorgânicos, tais como clorídrico, nítrico, sulfúrico ou fosfórico, em concentração de 0,1 a 3M, temperatura entre 80 e 150°C por período entre 30 e 60 min, em reator de hidrólise aberto ou fechado. Após hidrólise, a solução resultante pode ser diretamente utilizada como meio nutricional complementar para fermentação alcoólica utilizando-se

15 *Saccharomyces cerevisiae* como levedura;

ii) Secagem em estufa dos grãos lavados em temperatura de 105°C e tempo de 1 a 3 horas para desidratação dos grãos. Após período de secagem, os grãos podem ser moídos e utilizados diretamente para

20 complementação nutricional de animais ou ainda para o fabrico de ração;

iii) Secagem em estufa dos grãos lavados em temperatura suficiente para não causar a morte da colônia de microrganismos. Após secagem, os grãos podem ser armazenados para posterior utilização no processo fermentativo. Ao invés de secagem térmica, os grãos lavados podem ser

25 liofilizados.

f) a massa de sólidos finos separados na etapa c) é rica em minerais contidos na vinhaça, como cálcio, magnésio e potássio, sendo utilizada como complementação nutricional para fertilização do solo. Esse é o destino usual da fração sólida resultante de outros processos de tratamento químico ou

30 bioquímico da vinhaça e descritos na literatura.

g) a solução aquosa de vinhaça resultante da separação dos sólidos finos por sedimentação, centrifugação ou filtração na etapa c), pode ter

diferentes destinações. Normalmente, a vinhaça não tratada é utilizada em fertirrigação do solo de plantio de cana-de-açúcar. Por ter elevada carga orgânica (medida em Demanda Química de Oxigênio (DQO) ou em Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e ser gerada em grandes volumes pelas usinas de álcool, esse rejeito é de difícil tratamento e não pode ser enviado a estações de tratamento de esgoto (ETE). O tratamento da vinhaça pelo processo da invenção reduz rapidamente (poucos dias) e drasticamente (>80%) a carga orgânica da solução de vinhaça, tornando viável o seu tratamento em ETE e posterior reaproveitamento da água tratada no próprio processo produtivo da indústria, seja como insumo ou na geração de vapor.

A novidade do presente invento está no uso dos grãos de Kefir para a degradação microbiológica da vinhaça. A versatilidade do processo quanto ao meio de cultura (aeróbio ou anaeróbio), modo de operação (batelada ou contínua), e destinação econômica das frações sólidas e líquidas envolvidas é desconhecida na literatura técnica, bem como em outras patentes do gênero, conforme revisão bibliográfica extensa efetuada pelos Requerentes.

As Figuras 1 a 4 apresentam algumas configurações de reatores descontínuos e contínuos para a operação do processo fermentativo da etapa b) do presente processo.

A Figura 1 é um fluxograma ilustrativo de uma modalidade da invenção com reator contínuo aeróbio de vinhaça em leito suspenso, com retirada simultânea de vinhaça tratada, massa de grãos de Kefir e sólidos finos. Conforme esta Figura, alimentação de vinhaça nova é enviada via (L1) para um tanque (T1) onde a aeração é efetuada com auxílio de um compressor (C). Uma bomba (B) bombeia o conteúdo do tanque para a parte inferior de um reator (R) dotado de um leito suspenso (Ka) de grãos de Kefir. Após o tempo determinado para a reação, o excesso dos grãos de Kefir é retirado lateralmente via a linha (L2), a vinhaça tratada é retirada também lateralmente via a linha (L3) e os sólidos finos depositados são retirados pelo fundo do reator (R) via a linha (L4). Vinhaça é reciclada para o tanque (T1) via a linha (L5).

A Figura 2 é um fluxograma ilustrativo de uma outra modalidade da invenção com reator contínuo anaeróbio de vinhaça em leito suspenso, com retirada simultânea de vinhaça tratada, massa de grãos de Kefir e sólidos finos. Conforme a Figura 2, o tanque (T2) é um tanque de mistura, próprio para a execução de um processo anaeróbio. Vinhaça é reciclada para o tanque (T2) via a linha (L5).

A Figura 3 é um fluxograma ilustrativo de uma outra modalidade da invenção com reator semi-contínuo aeróbio de vinhaça em leito (Kb) fixo ou fluidizado, com retirada simultânea de vinhaça tratada e de sólidos finos. (T3) é um tanque de recepção.

A Figura 4 é um fluxograma ilustrativo de ainda uma outra modalidade da invenção com reator descontínuo anaeróbio de vinhaça em leito (Kb) fixo ou fluidizado, com retirada de sólidos finos via a linha (L4). O tanque (T4) é um tanque de sedimentação, a retirada de sólidos finos depositados sendo feita pelo fundo do mesmo, via a linha (L4'). É previsto o reciclo de vinhaça via a linha (L5).

A presente invenção será ilustrada pelos seguintes Exemplos, que não devem ser considerados limitativos da mesma.

#### EXEMPLO 1

Utilizou-se neste experimento grãos de Kefir provenientes de cultura preparada em laboratório, e vinhaça proveniente de destilação de mosto de caldo em usina de álcool da região de Ribeirão Preto, SP. A vinhaça foi previamente caracterizada, apresentando Demanda Química de Oxigênio (DQO) de 14425 mg/L. Um volume de 125 mL de vinhaça foi adicionado em frasco de Erlenmeyer junto com 12 g de grãos de Kefir. O frasco foi mantido vedado, e a reação de fermentação foi realizada em ambiente anaeróbio e temperatura ambiente. Alíquotas de 1 mL foram retiradas diariamente para o acompanhamento da DQO, junto com o acompanhamento de crescimento da massa de grãos por pesagem. Ao final do experimento, observou-se DQO de 6810 mg/L (redução de 53%) de massa de grãos de 47 g (crescimento de 129%) em período de 400 h.

A Figura 5 apresenta a evolução dos parâmetros ao longo do experimento, onde a curva 1 representa a redução de DQO e a curva 2, o crescimento da massa de grãos.

### EXEMPLO 2

5 Utilizou-se neste experimento grãos de Kefir provenientes de cultura preparada em laboratório, e vinhaça proveniente de destilação de mosto misto em usina de álcool da região de Ribeirão Preto, SP. Um volume de 125 mL de vinhaça foi adicionado em frasco de Erlenmeyer junto com 20 g de grãos de Kefir e 3 g de açúcar cristal. A DQO inicial desse sistema foi de 44900 mg/L. O  
10 frasco foi mantido vedado, e a reação de fermentação foi realizada em ambiente anaeróbio e temperatura ambiente. Aliquotas de 1 mL foram retiradas diariamente para o acompanhamento da DQO, junto com o acompanhamento de crescimento da massa de grãos por pesagem. Ao final do experimento, observou-se DQO de 20830 mg/L (redução de 53,6%) de massa de grãos de  
15 31,9 g (crescimento de 59,3%) em período de 168 h.

A Figura 6 apresenta a evolução dos parâmetros ao longo do experimento onde a curva 1 representa a redução de DQO e a curva 2, o crescimento da massa de grãos.

### EXEMPLO 3

20 Utilizou-se neste experimento grãos de Kefir provenientes de cultura preparada em laboratório, e vinhaça proveniente de destilação de mosto misto em usina de álcool da região de Ribeirão Preto, SP. Um volume de 125 mL de vinhaça foi adicionado em frasco de Erlenmeyer junto com 20 g de grãos de Kefir e 3 g de açúcar cristal. Um volume de 0,5 mL de glicerina foi adicionado  
25 uma vez por dia como fonte de complementação alimentar para os grãos de Kefir. A DQO inicial desse sistema foi de 44900 mg/L. O frasco foi mantido vedado, e a reação de fermentação foi realizada em ambiente anaeróbio e temperatura ambiente. Aliquotas de 1 mL foram retiradas diariamente para o acompanhamento da DQO, junto com o acompanhamento de crescimento da  
30 massa de grãos por pesagem. Ao final do experimento, observou-se DQO de 18630 mg/L (redução de 58,5%) de massa de grãos de 35,9 g (crescimento de 79,3%) em período de 168 h.

A Figura 7 apresenta a evolução dos parâmetros ao longo do experimento onde a curva 1 representa a redução de DQO e a curva 2, o crescimento da massa de grãos.

#### EXEMPLO 4

5 Utilizou-se neste experimento grãos de Kefir provenientes de cultura preparada em laboratório e vinhaça proveniente de destilação de mosto de melação em usina de álcool da região de Ribeirão Preto, SP. Três ensaios foram executados simultaneamente em frascos de Erlenmeyer. Em cada frasco adicionou-se um volume de 200 mL de vinhaça e grãos de Kefir em massas de  
10 10, 20 e 40 g. A DQO inicial da vinhaça foi de 22316 mg/L, e as concentrações de magnésio, potássio e cálcio foram respectivamente de 125,6 mg/L, 2754 mg/L e 328,4 mg/L. Os frascos foram mantidos com suprimento de ar atmosférico por compressor de ar em vazão constante de 1 L/min. O suprimento de oxigênio à solução foi feito mediante ao borbulhamento de ar  
15 que ocorreu com o auxílio de uma pedra cerâmica porosa colocada no fundo de cada frasco. Desta forma foi possível transferir oxigênio da fase gasosa para a fase líquida, mantendo o ambiente fermentativo saturado em oxigênio. A temperatura nos ensaios foi mantida em 25°C e a agitação era provida pelo próprio borbulhamento do ar na solução de vinhaça nos frascos. Os ensaios  
20 tiveram duração de 96 horas e a cada 24 horas uma alíquota era retirada de cada frasco para a análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e pH. Ao fim do período de 96 horas, separou-se a solução líquida de cada frasco e pesou-se a massa de grãos separadamente para verificar o crescimento dos grãos de Kefir. A solução líquida de cada frasco foi guardada para avaliação de  
25 DQO e pH.

A redução de DQO no período de 96 horas chegou a 63,8%, 73,7% e 69,7% para os frascos com concentração de grãos de Kefir respectivamente de 50, 100 e 200 g/L.

30 Por outro lado, o crescimento de massa de grãos chegou a 28,8%, 18,3% e 14,5% nos experimentos com concentração de grãos de Kefir respectivamente de 50, 100 e 200 g/L. Observou-se assim que o aumento na

concentração de grãos na solução inicial de vinhaça não favoreceu o crescimento da massa de grãos.

A Figura 8 mostra a influência da concentração de grãos de Kefir no meio fermentativo sobre a redução de DQO onde a curva 1 representa 10g de grãos de Kefir/L, a curva 2, 20 g de grãos de Kefir/L, e a curva 3, 40 g de grãos de Kefir/L.

#### EXEMPLO 5

Utilizou-se neste experimento as mesmas soluções iniciais de vinhaça e de grãos de Kefir do experimento 4. A diferença foi a manutenção do meio fermentativo em situação anaeróbia. Os três frascos foram mantidos fechados e a agitação a 160 rpm foi realizada em câmara rotativa incubadora, (Shaker) na temperatura controlada de 25°C. Os ensaios tiveram duração de 192 horas e a cada 24 horas uma alíquota era retirada de cada frasco para a análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e pH. Ao fim do período de 192 horas, separou-se a solução líquida de cada frasco e pesou-se a massa de grãos separadamente para verificar o crescimento dos grãos de Kefir. A solução líquida de cada frasco foi guardada para avaliação de DQO e pH.

A redução de DQO no período de 192 horas chegou a 39,0%, 43,4% e 45,5% para os frascos com concentração de grãos de Kefir respectivamente de 50, 100 e 200 g/L. O crescimento de massa de grãos chegou a 36,6%, 23,3% e 10,2% nos experimentos com concentração de grãos de Kefir respectivamente de 50, 100 e 200 g/L. Observou-se assim que o aumento na concentração de grãos na solução inicial de vinhaça inibiu o crescimento da massa de grãos.

A Figura 9 mostra a influência da concentração de grãos de Kefir no meio fermentativo sobre a redução de DQO.

#### EXEMPLO 6

O objetivo deste experimento foi o de verificar a influência do volume de vinhaça a ser tratado. Utilizou-se neste experimento grãos de Kefir provenientes de cultura preparada em laboratório e vinhaça proveniente de destilação de mosto de caldo em usina de álcool da região de Ribeirão Preto. Um volume de 4 L de vinhaça foi adicionado em reator de plástico junto com 197 g de grãos de Kefir (razão de ~ 50 g de grãos por L de vinhaça). A DQO

inicial da vinhaça foi de 16963 mg/L. O reator foi mantido aerado com uma motobomba adaptada de sistema de tubo venturi para sucção de ar atmosférico e injeção no meio reacional. Os grãos de Kefir foram mantidos suspensos em leito fixo, em ambiente aeróbio e temperatura ambiente (30°C).

5 Alíquotas de 1 mL foram retiradas diariamente para o acompanhamento da DQO, junto com o acompanhamento de crescimento da massa de grãos por pesagem. Ao final de 7 dias, observou-se DQO de 4840 mg/L (redução de 79,1%) e massa de grãos de 269,6 g (crescimento de 36,7%). Amostras da vinhaça original e da vinhaça resultante do processo após 7 dias foram  
10 enviadas para análise de vários parâmetros de qualidade.

A Tabela 3 mostra os resultados e comprova o benefício com o tratamento com grãos de Kefir. Observa-se grande redução de resíduos totais, de nitrogênio na forma de nitrato, DBO e DQO. Também houve elevação do pH para valores próximos de 7,0, o que minimiza o caráter ácido da vinhaça e  
15 dispensa a necessidade de neutralização antes da disposição no solo.

Destaca-se também na Tabela 3 a seguir, que o resultado da análise da vinhaça tratada correspondeu à mistura entre a fase aquosa sobrenadante e os sólidos finos dispersos (remoção apenas dos grãos de Kefir por peneiramento). Desta forma, não é observada redução significativa de minerais, tais como  
20 sódio, potássio, cálcio ou magnésio, por absorção nos grãos de Kefir. No entanto, após a sedimentação dos sólidos finos, praticamente todos os minerais são removidos da fase aquosa, caracterizando a redução da carga mineral da vinhaça tratada, e não apenas a redução drástica de DQO e DBO observada na Tabela 3. Por sua vez, os sólidos finos sedimentados, por terem  
25 elevado teor de minerais, podem ser utilizados como complemento em fertilização do solo.

TABELA 3

Parâmetros	Vinhaça bruta	Vinhaça tratada	Alteração (*)
pH	4,26	7,61	78,6%
Sólidos Totais (mg/L)	17510	9604	-45,2%
Resíduo filtrável (mg/L)	431,43	215,79	-50,0%
Resíduo não-filtrável total (mg/L)	17078,6	9388,2	-45,0%
Dureza Total	1831	1870	2,1%
Condutividade elétrica (miliS/cm)	3,6	3,4	-5,6%
Nitrogênio Nitrato (mg/L)	8,03	0,625	-92,2%
Nitrogênio Nitrito (mg/L)	7,78	10,3	32,5%
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	17,16	2,44	-85,8%
Nitrogênio Total Kjeldhal (mg/L)	824,2	513,9	-37,6%
Sódio (mg/L)	6,77	6,29	-7,1%
Potássio (mg/L)	1531	1434	-6,3%
Magnésio (mg/L)	135	178,66	32,3%
Cálcio (mg/L)	357,12	317,26	-11,2%
Sulfato (mg/L)	511	371	-27,4%
DQO (mg/L)	23150	4840	-79,1%
DBO 5 dias (mg/L)	6602,5	1042	-84,2%

(\*) Variação percentual em relação à vinhaça bruta.

5

### EXEMPLO 7

Uma amostra dos grãos de Kefir retirados do reator ao final do Exemplo 5 foi seca em estufa na temperatura de 105°C para a remoção de umidade. Essa massa foi enviada para laboratório para hidrólise em meio ácido. Utilizou-se 16,5 g de massa de grãos secos em 12 mL de HCl em concentração 1,6 M, para hidrólise em autoclave na temperatura de 75°C por 60 minutos. O caldo resultante foi submetido à análise de cromatografia líquida de alta eficiência HPLC. Como resultado, observou-se no cromatograma da Figura 10 a presença de glicose na concentração de 1,2 g/L.

Portanto, Vinhaça é utilizada no presente invento como meio de cultura ou substrato alimentar para os grãos de Kefir.

Vantajosamente, a inovação do processo objeto do presente pedido:

- Torna possível a redução da carga orgânica da vinhaça, medida em Demanda Química de Oxigênio (DQO), de diferentes origens e

composições, utilizando-se de grãos de Kefir, em processo anaeróbio, sem controle de pH, conforme demonstrado nos Exemplos 1, 2, 3 e 5;

- Torna possível a redução da carga orgânica da vinhaça, medida em Demanda Química de Oxigênio (DQO), utilizando-se de grãos de Kefir, em processo aeróbio, conforme demonstrado nos Exemplos 4 e 6;

- Torna possível a redução da carga orgânica da vinhaça, medida em Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), utilizando-se de grãos de Kefir, em processo aeróbio, sem controle de pH, em tempos de tratamento mais curtos que os de técnicas similares citadas na literatura, conforme demonstrado no Exemplo 6;

- Torna possível a redução do teor de sólidos (filtráveis e não-filtráveis) da vinhaça utilizando-se de grãos de Kefir, em tempos de tratamento mais curtos que o de técnicas similares citadas na literatura, conforme demonstrado no Exemplo 6;

- Torna possível a redução do teor de nitrogênio, na forma nitrato, da vinhaça utilizando-se de grãos de Kefir, em tempos de tratamento mais curtos que o de técnicas similares citadas na literatura, conforme demonstrado no Exemplo 6;

- Torna possível o aproveitamento do resíduo sólido resultante do processo, constituído de sedimentos da vinhaça, como fertilizante, dada a composição mineral rica em cálcio, magnésio e potássio, conforme demonstrado no Exemplo 6;

- Torna possível o aproveitamento da massa de grãos de Kefir crescidos na vinhaça de diferentes origens e composições, após hidrólise ácida, como fonte de açúcares fermentescíveis, conforme demonstrado no Exemplo 7.

A presente invenção refere-se, portanto, a um processo de tratamento e destinação econômica alternativa da vinhaça de diferentes origens e composições químicas, resíduo da indústria de açúcar e álcool, através de processo utilizando como agente redutor de DQO, colônias de microrganismos simbiotes (fungos e bactérias), conhecidos na literatura como grãos Kefir, que

neste caso também pode ser de diferentes origens, composição bioquímica e microbiológica.

5 Como resultado, obtém-se: i) um efluente de vinhaça com redução de DQO superior a 80%, ii) um polissacarídeo, dito Kefiran, ocluído nos grãos de Kefir, que uma vez submetido à hidrólise ácida fornece uma solução contendo glicose compatível de ser utilizada no processo de fermentação tradicional para produção de etanol, assim como observado para outros sacarídeos fermentescíveis produzidos. Os rendimentos da hidrólise do polissacarídeo são superiores a 20%, no que tange ao teor de glicose utilizável.

10 O processo de redução da DQO e a redução de odores fazem do tratamento ora proposto um método excelente para diminuir o poder poluente da vinhaça. Além disso, o processo clarifica a vinhaça, e com ou sem o emprego de centrifugação, propicia a separação em duas fases características e individualizadas, uma superior, rica em água, e uma inferior, enegrecida, rica  
15 em compostos orgânicos e grãos de Kefir, sendo ambas as fases de aproveitamento econômico.

A grande flexibilidade do presente processo decorre de que admite o uso de vinhaça de diferentes origens e de composição química variável, em processo que operando em condições de esterilidade ou não, com ou sem  
20 agitação, na dependência ou ausência de oxigênio, operando em batelada, batelada alimentada ou contínua em leite expandido ou fluidizado.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Processo para o tratamento e redução da carga poluente de vinhaça proveniente de processos sucroalcooleiros e destinação econômica alternativa de subprodutos gerados, dito processo sendo caracterizado por compreender as seguintes etapas:
- 5
- a) cultivar por 48 horas uma massa de inóculo de grãos de Kefir entre 10 e 100 g de grãos por litro de solução aquosa de sacarose, a sacarose estando em concentração entre 10 e 100 g por litro de solução, à temperatura ambiente, obtendo-se uma massa aumentada de grãos de Kefir;
- 10
- b) separar metade da massa da etapa a) para utilização no processo de tratamento da vinhaça, a massa restante permanecendo no meio de cultivo para posterior utilização;
- c) em reator dotado de sistema de agitação, adicionar um volume de vinhaça proveniente de processo sucroalcooleiro e uma massa de grãos de Kefir, na proporção de 10 a 100 g de grãos de Kefir para cada 1000 mL de vinhaça, a massa de grãos podendo estar: i) dispersa na solução de vinhaça ou ii) fixada em um leito fixo, ou iii) em leito fluidizado, o processo fermentativo sendo mantido por período desde horas a alguns dias, tipicamente em torno de 5 dias;
- 15
- 20
- d) desligar, após o período de fermentação na etapa c), o sistema de agitação do reator descontínuo, obtendo um produto em duas fases, uma fase aquosa superior límpida e com carga poluente reduzida em mais de 80% no que tange a DQO e DBO, e uma fase inferior concentrada em grãos de Kefir, Kefiran e sedimentos de vinhaça, retirando da dita fase inferior a massa de grãos de Kefir por peneiramento, enquanto os sólidos finos ricos em minerais da vinhaça presentes nesta fase são encaminhados para complementar a fertilização de solos;
- 25
- 30
- e) da fração sólida separada na etapa d) separar: i) massa de grãos de Kefir suficiente para reinício do processo na etapa c) mantendo a razão

massa de grãos/volume de vinhaça; e ii) separar a massa em excesso de grãos de Kefir, sedimentar e lavar para os demais fins;

f) a solução aquosa superior resultante da sedimentação dos sólidos finos da vinhaça e grãos de Kefir por sedimentação, centrifugação ou filtração na etapa d) por ter a carga orgânica bastante reduzida pode ser tratada em ETE, a água sendo reaproveitada no próprio processo produtivo da indústria, para irrigação e/ou diluição do mosto da cana na fermentação e/ou na geração de vapor e outros usos e/ou ainda destinada para o descarte.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os grãos de Kefir, ricos em Kefiran, sedimentados e lavados da etapa e) ii) serem alternativamente submetidos à hidrólise ácida em ácido inorgânico selecionado dentre o grupo de ácido clorídrico, sulfúrico, nítrico, fosfórico, em concentração de 0,1 a 3M, temperatura de 80 a 150°C por período de 30 a 60 minutos, a solução resultante da hidrólise sendo diretamente utilizada como meio nutricional complementar para fermentação alcoólica utilizando-se *Saccharomyces cerevisiae* como levedura;

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os grãos de Kefir, ricos em lipídeos, proteínas, carboidratos e ferro, sedimentados e lavados da etapa e) ii): serem alternativamente submetidos à secagem em estufa em temperatura de 105°C e tempo de 1 a 3 horas para desidratação, após o que, são moídos e utilizados diretamente como complementação nutricional de animais ou para o fabrico de ração animal.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os grãos de Kefir, que crescem em número e massa durante o processo, sedimentados e lavados da etapa e) ii) serem alternativamente submetidos à secagem em estufa em temperatura suficiente de modo a não causar a morte da colônia de microrganismos, após o que os grãos são armazenados para posterior utilização no processo fermentativo;

5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ainda alternativamente os grãos de Kefir sedimentados e lavados da etapa e) ii) serem liofilizados.
- 5 6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por alimentar vinhaça a um reator descontínuo (**R**) dotado de um leito de grãos de Kefir (**Kb**) e após o período de reação, reciclar via (**L5**) a vinhaça para um tanque de sedimentação (**T4**).
7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser realizado em ambiente aeróbio ou semi-aeróbio.
- 10 8. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser realizado em ambiente anaeróbio ou semi-anaeróbio.
9. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por operar em condições de esterilidade ou não, com ou sem agitação, em batelada, batelada alimentada ou contínua em leito expandido ou fluidizado.
- 15 10. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por alternativamente efetuar alimentação contínua de vinhaça ao reator, durante um período de tempo de algumas horas a vários dias, em torno de 5 dias, a massa de grãos de Kefir em excesso sendo retirada periodicamente do reator, para manter constante a razão massa de grãos/volume de vinhaça.
- 20 11. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por compreender alimentar vinhaça nova via uma linha (**L1**) a um tanque de aeração (**T1**) onde é injetado ar com auxílio de um compressor (**C**), para suprir a necessidade de oxigênio na fase líquida, a vinhaça aerada sendo enviada com auxílio de uma bomba (**B**) para um reator (**R**) contendo um leito suspenso (**Ka**) de grãos de Kefir para reação de fermentação, e após o período de algumas horas a alguns dias, retirar o excesso de grãos de Kefir via a linha (**L2**), retirar a vinhaça tratada via a linha (**L3**) e pelo fundo do reator (**R**) retirar via a linha (**L4**) os sólidos finos depositados.
- 25 30 12. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por o tanque de recepção da vinhaça ser um tanque de mistura (**T2**).

13. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por ser realizado em ambiente aeróbio ou semi-aeróbio.
14. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por ser realizado em ambiente anaeróbio ou semi-anaeróbio.
- 5 15. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por compreender alternativamente alimentar vinhaça nova de modo semi-contínuo via linha **(L1)** a um tanque de recepção **(T3)** e enviar a vinhaça com auxílio de uma bomba **(B)** para um reator **(R)** com um leito fixo ou fluidizado **(Kb)** de grãos de Kefir, retirando a vinhaça tratada via a linha
- 10 **(L3)** e pelo fundo do reator **(R)** retirar via a linha **(L4)** os sólidos finos depositados.
16. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser independente do meio em que os grãos de Kefir iniciais sejam produzidos, da origem e da composição bioquímica e microbiológica dos
- 15 mesmos.
17. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a vinhaça ser originária de açúcar de beterraba ou de cana, ou ainda de diferentes composições químicas.
- 20 18. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser efetuado em período entre 4 e 8 dias.

FIG. 1

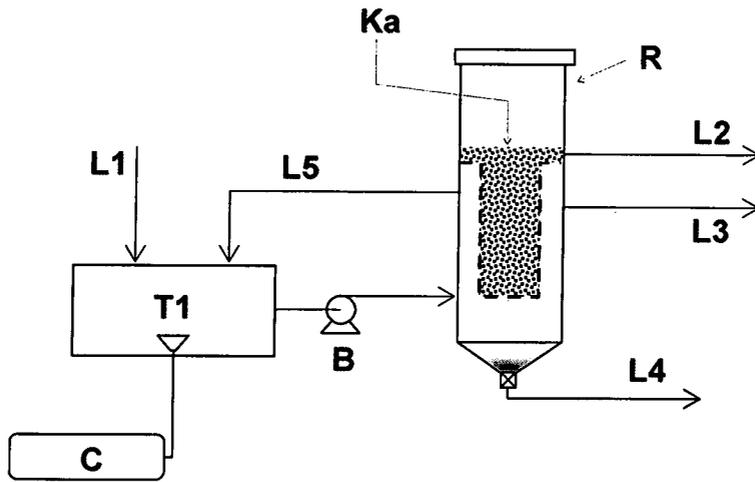


FIG. 2

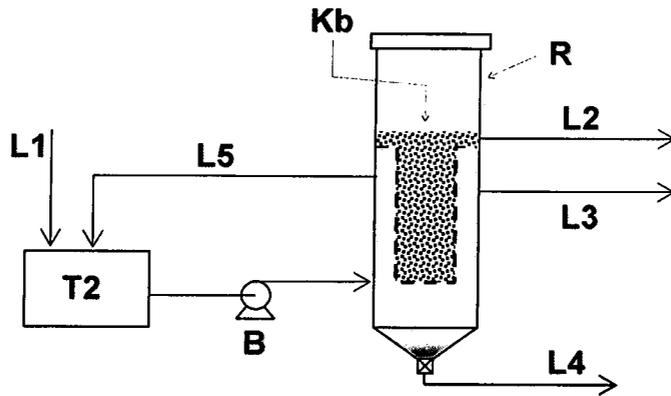


FIG. 3

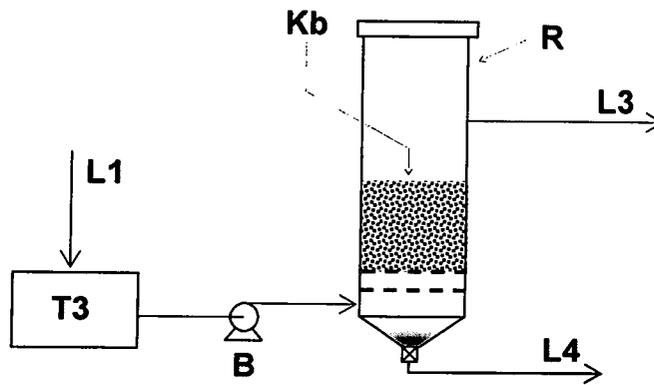


FIG. 4

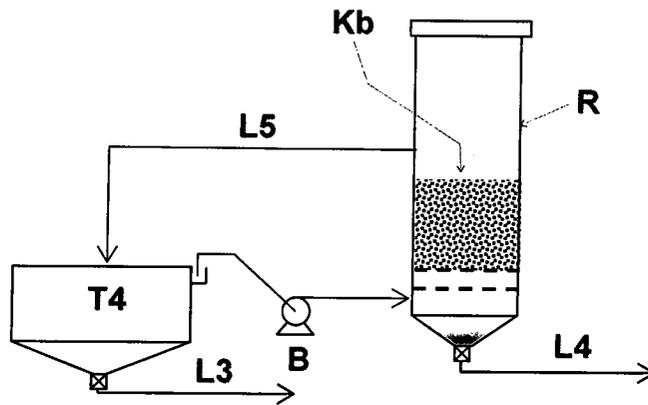


FIG. 5

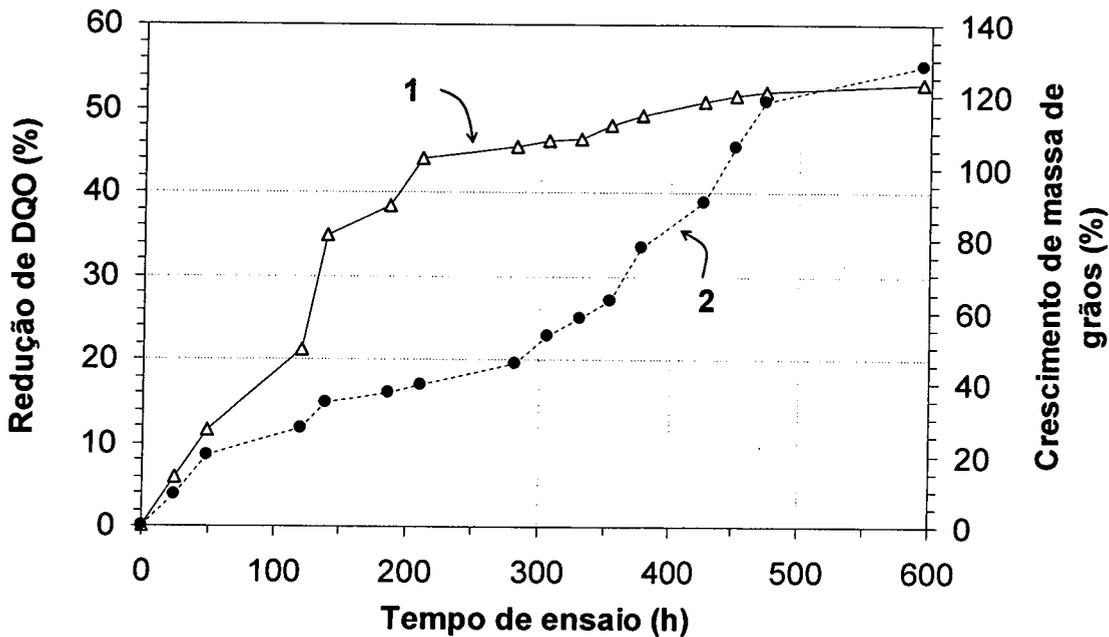


FIG. 6

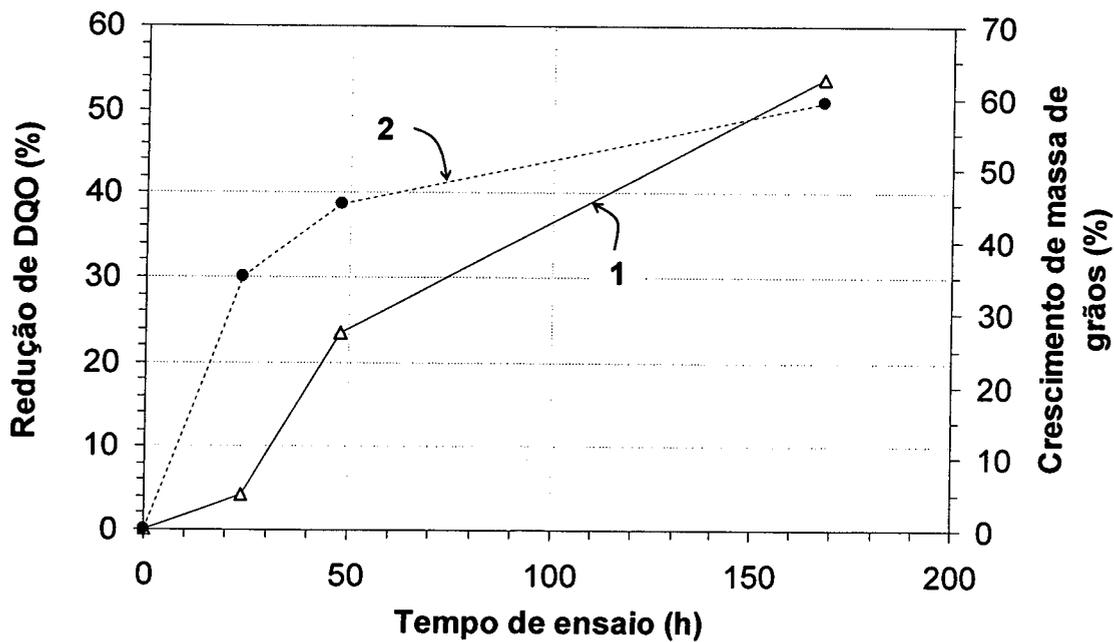


FIG. 7

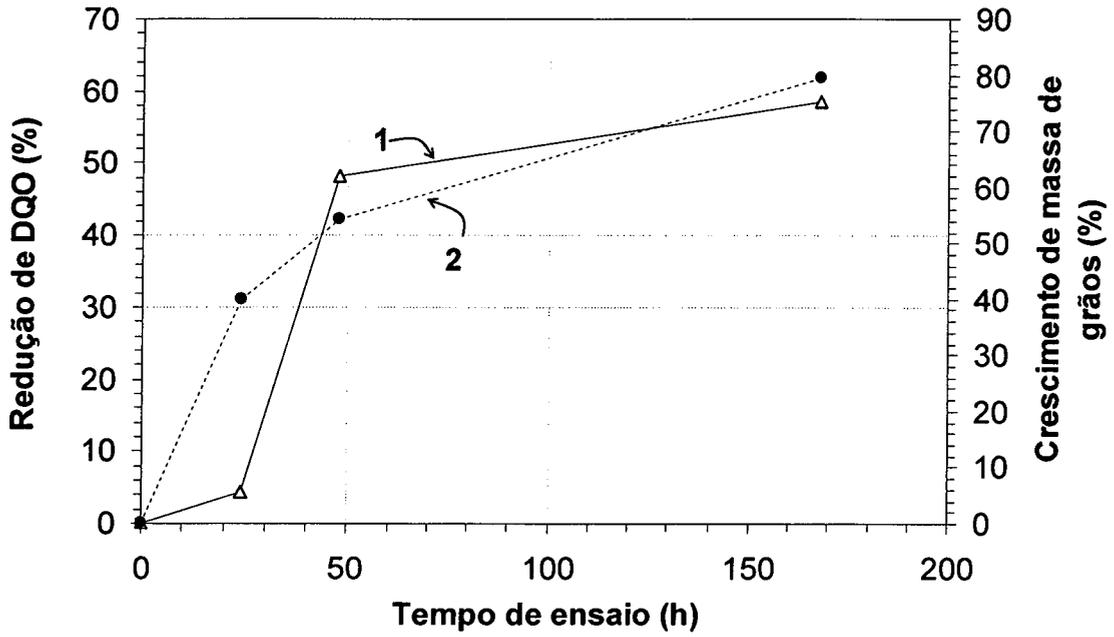


FIG. 8

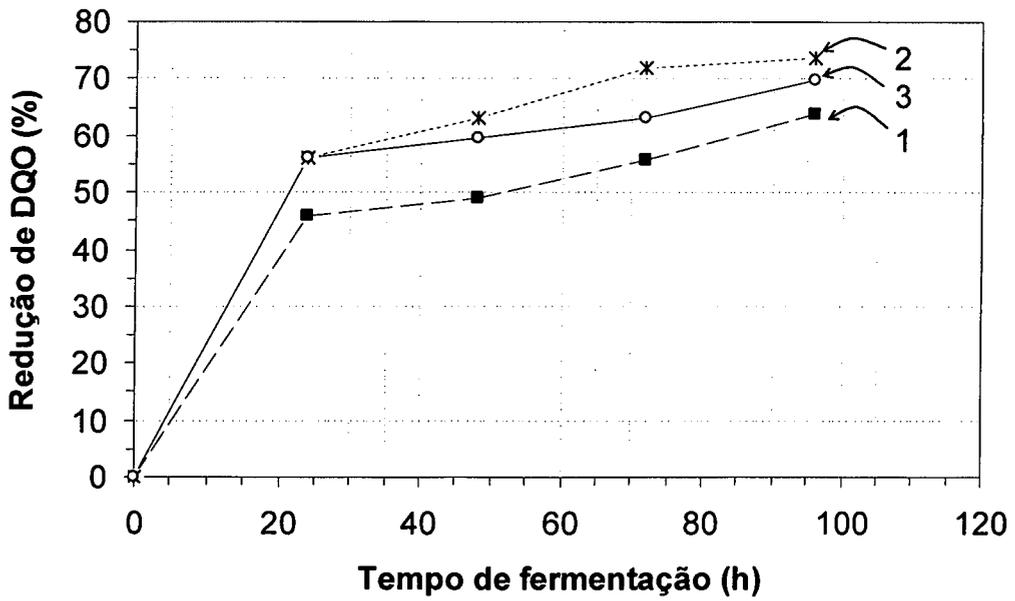


FIG. 9

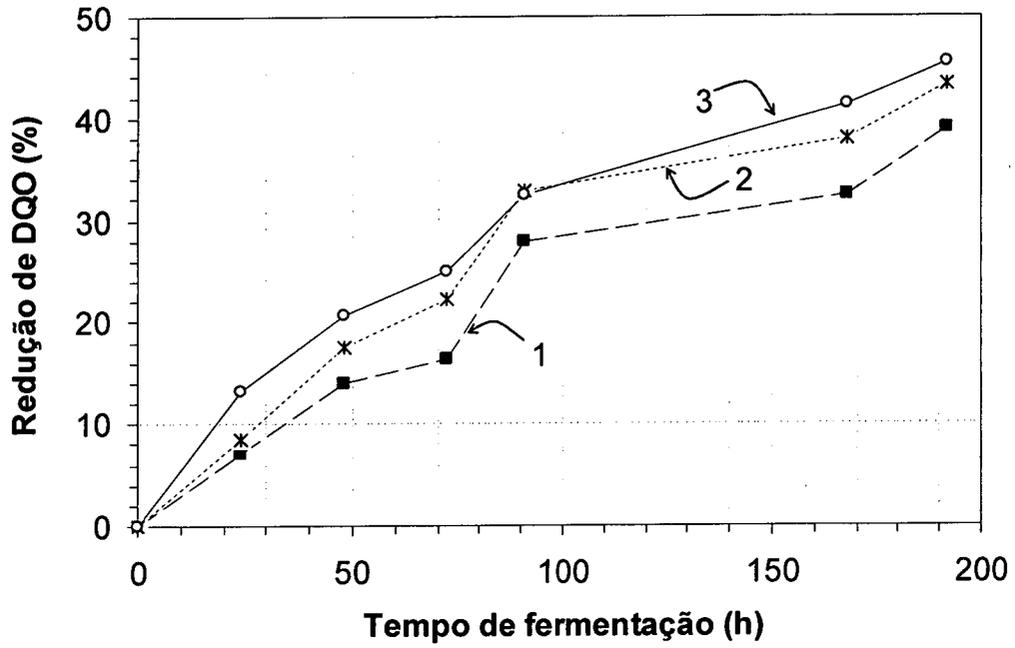
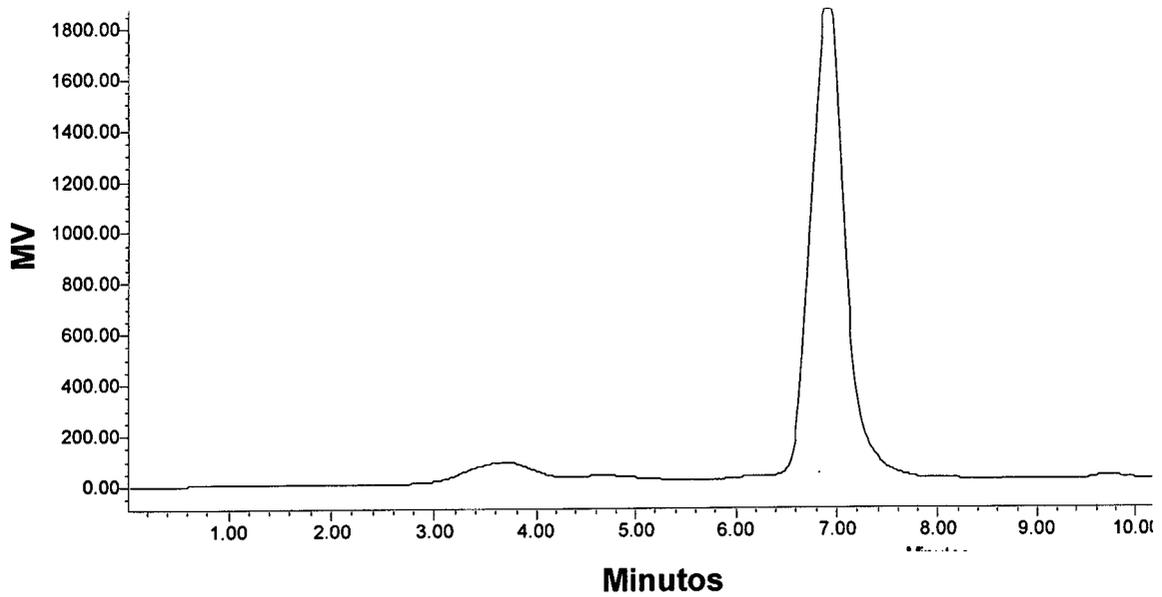


FIG. 10



PI0800654-1

**PROCESSO PARA O TRATAMENTO E REDUÇÃO DA CARGA POLUENTE  
DE VINHAÇA E DESTINAÇÃO ECONÔMICA ALTERNATIVA DE  
SUBPRODUTOS GERADOS**

É descrito um processo para o tratamento e redução da carga poluente de vinhaça e destinação econômica alternativa de subprodutos gerados, proveniente de processos sucroalcooleiros que compreende o contato da vinhaça com colônias de microrganismos simbiotes (fungos e bactérias) conhecidos como Kefir como agentes redutores de carga orgânica. Em reator (R) dotado de sistema de agitação, adicionar um volume de vinhaça proveniente de processo sucroalcooleiro e uma massa de grãos de Kefir, na proporção de 10 a 100 g de grãos de Kefir para cada 1000 mL de vinhaça, a massa de grãos podendo estar: i) dispersa na solução de vinhaça ou ii) fixada em um leito fixo, ou iii) em leito fluidizado, o processo fermentativo sendo mantido por período desde horas a alguns dias, em geral em torno de 5 dias; após o período de fermentação, retirar a massa de Kefir por peneiramento enquanto os sólidos finos ricos em minerais da vinhaça são encaminhados para complementar a fertilização de solos; da fração sólida separar: i) massa de grãos de Kefir suficiente para reinício do processo mantendo a razão massa de grãos/volume de vinhaça; e ii) separar a massa em excesso de grãos de Kefir, lavar e centrifugar os mesmos. A solução resultante da separação dos sólidos finos (vinhaça tratada) por ter a carga orgânica bastante reduzida é tratada em ETE, a água sendo reaproveitada no próprio processo produtivo da indústria, como insumo ou na geração de vapor.