



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

**(11) PI 0807747-9 B1**



**(22) Data do Depósito: 04/03/2008**

**(45) Data de Concessão: 06/03/2019**

---

**(54) Título:** DECOMPOSIÇÃO POR CATALASE DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO EM TENSOATIVOS.

**(51) Int.Cl.:** C07C 291/04.

**(30) Prioridade Unionista:** 05/03/2007 US 60/904,950.

**(73) Titular(es):** THE PROCTER & GAMBLE COMPANY.

**(72) Inventor(es):** KRISTIE JOYCE BETHUNE; JARED JOHN SCHAEFER; TERRY FRANKLIN FORMYDUVAL; MANUEL VENEGAS.

**(86) Pedido PCT:** PCT IB2008050782 de 04/03/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2008/107843 de 12/09/2008

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 20/08/2009

**(57) Resumo:** "DECOMPOSIÇÃO POR CATALASE DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO EM TENSOATIVOS" Trata-se de um processo que compreende as etapas de adicionar continuamente uma enzima catalase a uma corrente de processo, a qual compreende um tensoativo de óxido de amina e peróxido de hidrogênio; e misturar a corrente de processo e a enzima catalase.

**"DECOMPOSIÇÃO POR CATALASE DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO EM  
TENSOATIVOS"**

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um processo de preparação tensoativos de óxido de amina de cadeia longa. O processo compreende a decomposição, com o uso de uma catalase, de uma porção do excesso de peróxido de hidrogênio adicionado durante o processo para formar o óxido de amina.

Antecedentes da Invenção

Os tensoativos de óxido de amina de cadeia longa produzem espumas abundantes e estáveis em água e têm propriedades de grande poder de corte de gordura. Portanto, os tensoativos de óxido de amina são frequentemente escolhidos como componentes de líquidos para lavagem de pratos à mão, cremes de limpeza, e outros produtos nos quais a espuma é desejável. Os óxidos de amina podem também ser convenientemente usados em produtos de cloro ou alvejantes nos quais outros tensoativos podem não ser aceitáveis.

Os tensoativos de óxido de amina de cadeia longa podem ser preparados pela oxidação de aminas terciárias. Os óxidos de amina de cadeia longa podem ser produzidos em processos que compreendem a oxidação de uma amina terciária com peróxido de hidrogênio. Em tais reações, o peróxido de hidrogênio é adicionado ao processo em excesso estequiométrico para garantir que predominantemente toda a amina terciária seja convertida em óxido de amina. A reação de oxidação é tipicamente

conduzida a uma temperatura na faixa de cerca de 60 °C a cerca de 100 °C. Após a conversão da amina terciária em óxido de amina, um excesso de peróxido de hidrogênio permanece na corrente de processo e contém o óxido de amina. A presença de quantidades mesmo relativamente pequenas de excesso de peróxido de hidrogênio (isto é, acima de 100 ppm) em óxidos de amina usados na formulação de detergentes líquidos pode causar irritação da pele e problemas de odor. Os problemas de odor serão especialmente evidentes em detergentes líquidos formulados com compostos de diamina, como diaminopentano, um tampão de pH que pode ser usado em detergentes.

Os processos convencionais usam a decomposição simples do excesso de peróxido de hidrogênio para eliminar o peróxido de hidrogênio do produto. A decomposição é obtida submetendo-se o produto que contém o óxido de amina a altas temperaturas por um período de tempo suficiente. Infelizmente, a decomposição térmica do peróxido de hidrogênio a altas temperaturas causa a formação de subprodutos indesejados no tensoativo de óxido de amina. Em certas aplicações, se a decomposição do peróxido de hidrogênio a altas temperaturas for mantida até o ponto em que o peróxido de hidrogênio é totalmente removido do tensoativo de óxido de amina, outros problemas, como estabilidade de cor, poderão ocorrer.

Portanto, existe uma necessidade por um processo que remova de modo mais eficiente o peróxido de hidrogênio em processos que compreendem óxidos de amina de cadeia longa.

Mais especificamente, existe uma necessidade por um processo que decomponha o peróxido de hidrogênio em processos que compreendem óxidos de amina de cadeia longa até que ele atinja uma concentração menor que 100 ppm, e que reduza a formação de subprodutos criados pelo excesso de calor na corrente de processo.

#### Sumário da Invenção

Modalidades do processo da invenção são direcionadas a processos que compreendem as etapas de adicionar uma enzima catalase à corrente de processo, a qual compreende um tensoativo de óxido de amina e peróxido de hidrogênio. A catalase pode ser adicionada continuamente, intermitentemente, ou em um lote. A concentração de catalase na corrente de processo baseada na atividade pode estar na faixa de mais que cerca de 2000 U/mol de peróxido de hidrogênio a menos que cerca de 15000 U/mol de peróxido de hidrogênio.

Em outra modalidade, o processo compreende as etapas de reagir uma amina graxa terciária de cadeia longa com um excesso de peróxido de hidrogênio para obter uma corrente de processo que compreende óxido de amina graxa terciária e peróxido de hidrogênio não-reagido e colocar uma enzima catalase em contato com a corrente de processo para catalizar a decomposição do peróxido de hidrogênio não-reagido, sendo que a concentração de catalase é maior que 0 e menor que cerca de 1 U/grama de óxido de amina. Em tais modalidades, a catalase pode decompor o peróxido de hidrogênio até uma faixa de mais

que cerca de 20 ppm a menos que cerca de 500 ppm na corrente de processo.

Deve-se notar que, para uso neste relatório descritivo e nas reivindicações em anexo, as formas no singular "uma", "e" e "o" incluem os respectivos plurais, a menos que o contexto determine claramente o contrário. Dessa forma, por exemplo, a referência a "um polímero" pode incluir mais de um polímero.

Exceto onde indicado em contrário, todos os números que expressam quantidades de ingredientes, tempo, temperaturas, etc., usados no presente relatório descritivo e nas reivindicações devem ser considerados como modificados em todas as instâncias pelo termo "cerca de". Conseqüentemente, a menos que indicado em contrário, os parâmetros numéricos apresentados no relatório descritivo e nas reivindicações a seguir são aproximações que podem variar dependendo das propriedades desejadas na presente invenção. No mínimo, e não como tentativa de limitar a aplicação da doutrina de equivalentes ao escopo das reivindicações, cada parâmetro numérico deve ao menos ser interpretado à luz do número de algarismos significativos mostrados e pela aplicação de técnicas comuns de arredondamento.

Embora as faixas e parâmetros numéricos apresentados no escopo amplo da invenção sejam aproximações, os valores numéricos mostrados em exemplos específicos são relatados tão precisamente quanto possível. Todos os valores numéricos, entretanto, podem conter

inerentemente certos erros resultantes do desvio padrão de suas respectivas medições de teste.

Deve-se entender que esta invenção não é limitada às composições, componentes ou etapas de processo específicos aqui apresentados. Deve-se entender também que a terminologia aqui usada tem o propósito de descrever modalidades específicas apenas, e não deve ser vista como limitadora.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Características e vantagens de certas modalidades não-limitadoras das ligas, artigos e métodos aqui descritos podem ser melhor compreendidos pela análise dos desenhos em anexo, nos quais:

A Figura 1 é um diagrama de fluxo simplificado de modalidades do processo que compreende adicionar continuamente uma enzima catalase à corrente de processo, a qual compreende um tensoativo de óxido de amina e peróxido de hidrogênio;

A Figura 2 é um gráfico que mostra a concentração de peróxido de hidrogênio residual após a exposição a uma enzima catalase de acordo com modalidades da presente invenção; e

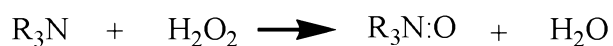
A Figura 3 é um gráfico dos resultados dos testes de estabilidade a longo prazo ou dos testes de envelhecimento que mostram a concentração de peróxido de hidrogênio no tensoativo de óxido de amina durante um período de nove semanas após a adição inicial de catalase.

O leitor apreciará os detalhes anteriormente mencionados, bem como outros, em vista da descrição detalhada, apresentada a seguir, de certas modalidades não-limitadoras do processo de decomposição do peróxido de hidrogênio. O leitor poderá também compreender certos detalhes adicionais desta descrição quando fizer uso das ligas, dos artigos e dos métodos aqui descritos.

#### Descrição Detalhada da Invenção

As modalidades da presente invenção referem-se a um processo para a decomposição de peróxido de hidrogênio em uma solução aquosa que compreende um tensoativo de óxido de amina de cadeia longa. As modalidades do processo da invenção compreendem a adição de uma enzima catalase, ou simplesmente uma catalase, a um meio de reação. O meio de reação compreende um tensoativo de óxido de amina de cadeia longa e peróxido de hidrogênio.

O peróxido de hidrogênio é um oxidante forte e pode ser usado para oxidar aminas terciárias em óxidos de amina, como na produção de tensoativos de óxido de amina de cadeia longa. Embora a reação de peróxido de hidrogênio com uma amina terciária seja atualmente o processo mais comercialmente significativo, o peróxido de hidrogênio pode também ser usado para oxidar aminas primárias e secundárias. A reação de oxidação para aminas terciárias segue a equação do esquema de reação 1. A reação de formação de óxidos de amina é uma reação exotérmica de segunda ordem entre a amina terciária e o peróxido de hidrogênio.



Esquema de reação 1: Oxidação de amins terciárias em óxidos de amina

A amina terciária a ser oxidada pode ser alifática, aromática, heterocíclica, alicíclica, ou uma combinação das mesmas. Por exemplo, em algumas modalidades os tensoativos de óxido de amina são preparados a partir de amins graxas terciárias de cadeia longa selecionado do grupo consistindo em trioctilamina, tridecilamina, tridodecilamina, didodecil metilamina, ditetradecil metilamina, diexadecil metilamina, dioctadecil metilamina, decil dimetilamina, dodecil dimetilamina, tetradecil dimetilamina, hexadecil dimetilamina, octadecil dimetilamina, C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub> alquil dimetilaminas, e misturas das mesmas. O grau de conversão de amins terciárias em óxido de amina em processos comerciais situa-se, tipicamente, na faixa de cerca de 85% em peso a 99,5% em peso, dependendo da pureza da amina terciária de cadeia longa e da quantidade de excesso de peróxido de hidrogênio adicionada ao meio de reação. O processo é tipicamente executado sob um pH na faixa de cerca de 7 a cerca de 10, mais tipicamente de cerca de 8 a cerca de 10.

Para estimular a reação na direção da formação de óxido de amina, pode ser adicionado um excesso de peróxido de hidrogênio ao meio de reação. Deve-se notar que a etapa de oxidação pode também ser executada pela adição de uma fonte de peróxido de hidrogênio, gerando o peróxido de

hidrogênio localmente. Para uso no processo, o peróxido de hidrogênio é comercialmente disponível em soluções aquosas de várias concentrações até 90%. O peróxido de hidrogênio é tipicamente adicionado como uma solução aquosa que compreende peróxido de hidrogênio em uma concentração de 5 a 70%, em peso. Para simplificar o processo, a concentração do peróxido de hidrogênio pode ser escolhida de modo que seja formada a concentração desejada de tensoativo de óxido de amina no meio de reação, sem a adição ou remoção de água. Certas modalidades do processo da presente invenção, entretanto, podem compreender o ajuste da concentração do produto de óxido de amina com um solvente, como água. A quantidade de peróxido de hidrogênio aquoso adicionada à amina será tal que o meio de reação compreenderá ao menos uma quantidade estequiométrica de peróxido de hidrogênio baseada em amina, mas tipicamente compreenderá um excesso estequiométrico de peróxido de hidrogênio de cerca de 1 mol % a cerca de 20 mol % ou, mais especificamente, cerca de 1 mol % a 10 mol %.

A temperatura de reação da oxidação das aminas pode ser de cerca de 40 °C a cerca de 100 °C. De preferência, a temperatura de reação é mantida na faixa de cerca de 60 °C a cerca de 70 °C como tentativa de limitar a formação de subprodutos no tensoativo. A reação pode ser monitorada para determinar o momento em que a conversão de amina em óxido de amina passou de cerca de 90% ou, em certas modalidades, passou de cerca de 95%. Quando a conversão da amina em óxido de amina tiver atingido os

níveis desejados, o peróxido de hidrogênio residual ainda estará presente em uma concentração de tipicamente cerca de 1500 a cerca de 3000 ppm. Neste ponto dos processos da técnica anterior, o meio de reação foi mantido em tal temperatura até que o peróxido de hidrogênio residual estivesse termicamente decomposto até um nível menor que 50 ppm. A reação de decomposição é demorada e a manutenção de uma temperatura elevada por estes longos períodos de tempo causou a produção de subprodutos, resultando na descoloração do produto.

Modalidades do processo da presente invenção compreendem a adição contínua de uma enzima catalase a uma corrente de processo, sendo que tal corrente de processo compreende um tensoativo de óxido de amina e peróxido de hidrogênio e a misturação da corrente de processo com a enzima catalase. A catalase é uma enzima comum encontrada em organismos vivos. Na natureza, a presença da catalase reduz o efeito nocivo do peróxido de hidrogênio na célula. Catalases de diferentes fontes orgânicas têm diferentes atividades. As catalases são também usadas comercialmente para catalizar a decomposição do peróxido de hidrogênio em água e oxigênio. É importante notar que a catalase tem uma das maiores taxas de reatividade entre todas as enzimas; sob condições ótimas, um mol de catalase pode decompor mais de 500 milhões de moles de peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, por segundo. A reação de decomposição segue a cinética de primeira ordem com tempos curtos de reação (<3 minutos) em concentrações relativamente altas

de enzimas. Além do mecanismo descrito acima, a catalase é gradualmente e irreversivelmente oxidada pelo peróxido de hidrogênio; então, longos períodos de reação ou soluções diluídas de enzima resultam em um desvio do comportamento de primeira ordem.

Além disso, a atividade da catalase é influenciada por vários fatores incluindo, mas não se limitando a, a concentração de peróxido de hidrogênio, a temperatura, o pH e a presença de inibidores ou ativadores. A atividade enzimática, tipicamente indicada por U/g, diminui quando uma enzima é exposta a condições fora da faixa ótima. Por exemplo, a taxa da reação de decomposição enzimática do peróxido de hidrogênio na presença de catalase diminui com a diminuição das concentrações de peróxido de hidrogênio. Entretanto, em concentrações mais altas, a taxa máxima da reação de decomposição será atingida e outros aumentos na concentração de peróxido de hidrogênio não terão nenhum efeito.

As taxas de reações catalizadas por enzimas tendem também a aumentar com o aumento da temperatura, isto é, até que a temperatura ótima seja atingida. Acima da temperatura ótima, a atividade da enzima diminui, e temperaturas acima de cerca de 40 °C a cerca de 50 °C causam a desnaturação de muitas enzimas, como a catalase.

O pH também afeta a atividade da catalase. O meio de reação que compreende os óxidos de amina e o peróxido de hidrogênio tem tipicamente um pH na faixa de cerca de 7 a cerca de 10, com mais preferência de cerca de 8 a cerca de

10. Na faixa de pH básico, maior que 7, a catalase tende a perder íons de hidrogênio para o meio de reação, alterando, assim, a sua conformação e diminuindo a atividade enzimática. A presença de tensoativos inibe a atividade enzimática da catalase em certos casos.

Embora a atividade da catalase seja alta, os inventores descobriram, surpreendentemente, que o grau de decomposição do peróxido de hidrogênio no processo de preparação de tensoativos de óxido de amina pode ser controlado usando-se uma catalase. Os inventores determinaram que, sob certas condições, uma concentração desejada de peróxido de hidrogênio residual pode permanecer na corrente de processo que compreende o tensoativo de óxido de amina. Todos os efeitos de inibição podem ser usados para produzir o grau desejado de decomposição. Em certas modalidades do processo da invenção não é desejável remover todo o peróxido de hidrogênio do meio de reação que compreende o tensoativo de óxido de amina. Uma quantidade residual de peróxido de hidrogênio na corrente de processo que compreende o tensoativo de óxido de amina ajuda a manter a cor do tensoativo, reduzir a atividade microbiana do tensoativo e evita a geração de odores no tensoativo. Entretanto, a alta concentração de peróxido de hidrogênio pode causar irritação da pele em certas aplicações do tensoativo. Portanto, modalidades do processo da invenção compreendem a decomposição do peróxido de hidrogênio até uma concentração maior que zero mas menor que cerca de 1000 ppm. Outras modalidades compreendem a decomposição

do peróxido de hidrogênio até uma concentração maior que cerca de 20 ppm mas menor que cerca de 500 ppm e, em outras modalidades, o peróxido de hidrogênio residual pode estar presente em uma concentração de cerca de 20 ppm a cerca de 200 ppm, ou mesmo de cerca de 20 ppm a cerca de 100 ppm.

Os inventores descobriram que o grau de decomposição do peróxido de hidrogênio pode ser controlado por vários fatores, incluindo a adição de uma certa atividade de catalase baseada na quantidade do excesso de peróxido de hidrogênio no meio de reação após a conversão de amina em óxido de amina, a temperatura do meio de reação, o pH e o tempo de decomposição. Portanto, modalidades do processo da presente invenção compreendem a adição de uma enzima catalase à corrente de processo para obter uma concentração de catalase baseada na atividade que é maior que cerca de 2000 U/mol de peróxido de hidrogênio a menos que cerca de 8000 U/mol de peróxido de hidrogênio, ou, em algumas modalidades, uma concentração de catalase baseada na atividade maior que cerca de 2000 U/mol de peróxido de hidrogênio a menos que cerca de 4000 U/mol de peróxido de hidrogênio. A quantidade real de catalase adicionada depende da atividade da catalase específica usada na reação. As catalases comercialmente disponíveis têm uma ampla gama de atividade, expressa como uma faixa de U/g de catalase.

A Tabela 1 mostra experimentos nos quais as condições de processo são modificadas para determinar as condições que produzem uma quantidade de peróxido de hidrogênio

residual. O sistema de reação experimental que compreende uma decomposição semicontínua de peróxido de hidrogênio por catalase, conforme mostrado na Figura 1 como um diagrama de fluxo simplificado, pode ser usado para determinar a concentração de peróxido de hidrogênio residual sob várias condições.

Uma solução aquosa que compreende um tensoativo de óxido de amina e um excesso de peróxido de hidrogênio é preparada e armazenada em um tanque de alimentação de óxido de amina 10. A temperatura do meio de processo no tanque de alimentação de óxido de amina 10 é mantida no valor desejado por um trocador de calor 11. Nos exemplos, a temperatura da solução aquosa no tanque de alimentação de óxido de amina 10 é mantida na faixa de cerca de 45 °C a cerca de 60 °C para assemelhar-se ao processo comercial tão proximamente quanto possível. A bomba de alimentação 12 transfere a solução aquosa do tanque de alimentação de óxido de amina 10 através do misturador estático 13 para o tanque de coleta de óxido de amina tratado 16. A enzima catalase é armazenada no tanque de alimentação de catalase 14 e é transferida para a solução aquosa antes do misturador estático 13. A catalase decompõe o excesso de peróxido de hidrogênio na solução aquosa e a solução de óxido de amina tratado é continuamente agitada pelo agitador 17 no tanque de coleta de óxido de amina tratado 16.

#### Exemplos

Os processos exemplificadores são executados usando-se o equipamento mostrado no diagrama de fluxo simplificado da

Figura 1. A solução aquosa é transferida do tanque de armazenamento de óxido de amina 10 a aproximadamente 19 litros/minuto (5 galões/minuto). A concentração de tensoativo de óxido de amina na solução aquosa é constante e é aproximadamente 32%, em peso, para cada experimento. São tomadas amostras do tanque de coleta de óxido de amina tratado 16 e o peróxido residual é analisado. As amostras são retiradas do tanque de coleta 16 em vários instantes mostrados na Tabela 1 para as rodadas 1 a 5, depois que a transferência da solução aquosa do tanque de alimentação de óxido de amina 10 foi interrompida. São retiradas amostras adicionais ao longo do tempo (até 9 semanas, consulte a Figura 3) para determinar o efeito de 'envelhecimento' na decomposição do peróxido de hidrogênio após o tratamento com catalase. Embora todos os exemplos sejam aqui mostrados em um processo contínuo, o processo da invenção pode também ser executado em lotes, por exemplo, um processo que compreende a adição de uma enzima catalase a um vaso de armazenamento ou de reação, sendo que tal vaso compreende um tensoativo de óxido de amina e peróxido de hidrogênio. Todas as outras características da invenção aqui descritas se aplicam também ao processo por lotes.

Nas rodadas 1 e 2, a catalase é adicionada ao meio de reação a concentrações de 386 U/mol e 1203 U/mol. Surpreendentemente, isto resultou em uma decomposição do peróxido de hidrogênio muito menor que a esperada devido às atividades para decomposição da catalase. Os efeitos

de inibição combinados da corrente de processo reduziram rapidamente a atividade da catalase.

Tabela 1: Decomposição do excesso de peróxido de hidrogênio por adição de catalase

Rodada 1: Concentração de catalase 0,31

ppm

Atividade de (U/gAO)	Temperatura (°C)	Tempo (min.)	Peróxido (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (µmol/gAO)	Atividade (U/mol H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Δ [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] ([H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>t</sub> - [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>0</sub> )
0,026	50	0	2287,00	67,26	386,53	0
0,026		5	2056,64	60,49		6,78
0,026		15	1440,08	42,36		24,91
0,026		25	1451,80	42,70		24,56
0,026		32	1466,27	43,13		24,14
0,026		60	1515,19	44,56		22,70
0,026		1250	1518,46	44,66		22,60

Rodada #2: Concentração de catalase 0,76

ppm

Atividade (U/g)	Temperatura (°C)	Tempo (min.)	Peróxido (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (µmol/gAO)	Atividade (U/mol H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Δ [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] ([H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>t</sub> - [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>0</sub> )
0,064	60	0	1808,47	53,19	1203,22	0
0,064		5	1414,69	41,61		11,58
0,064		15	1390,14	40,89		12,30
0,064		25	1403,98	41,29		11,90

0,064	40	1371,84	40,35	12,84
0,064	90	1375,95	40,47	12,72
0,064	1,150	1391,53	40,93	12,26

Rodada 3: Concentração de catalase 6,95

ppm

Atividade de (U/g)	Temperatura (°C)	Tempo (min.)	Peróxido (ppm)	[H2O2] (µmol/g AO)	Atividade de H2O2 (U/mol H2O2)	Δ [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] ([H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>t</sub> - [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>0</sub> )
					13674,0	
0,97	54	0	2411,86	70,94	7	0
0,97		5	130,77	3,85		67,09
0,97		15	69,28	2,04		68,90
0,97		25	71,26	2,10		68,84
0,97		45	53,68	1,58		69,36
0,97		120	61,88	1,82		69,12
0,97		240	76,72	2,26		68,68
0,97		1335	55,69	1,64		69,30

Rodada 4: Concentração de catalase 1,87

ppm

Atividade de (U/g)	Temperatura (°C)	Tempo (min.)	Peróxido (ppm)	[H2O2] (µmol/g AO)	Atividade de H2O2 (U/mol H2O2)	Δ [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] ([H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>t</sub> - [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>0</sub> )
0,26	42	0	2237,29	65,80	3951,21	0
0,26		5	380,42	11,19		54,61

0,26	15	92,94	2,73	63,07
0,26	25	67,92	2,00	63,80
0,26	40	82,18	2,42	63,39
0,26	60	69,33	2,04	63,76
0,26	170	59,77	1,76	64,04
0,26	1330	43,42	1,28	64,53

Rodada 5: Concentração de catalase 1,74

ppm

Atividade e (U/g)	Tempera tura (°C)	Tempo (min.)	Peróxido (ppm)	[H2O2] (µmol/g AO)	Ativida de H2O2 (U/mol H2O2)	Δ [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] ([H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>-</sub> [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>o</sub> )
					3900,0	
0,24	52	0	2092,31	61,54	0	0
0,24		5	697,00	20,50		41,04
0,24		15	310,26	9,13		52,41
0,24		25	290,92	8,56		52,98
0,24		45	308,35	9,07		52,47
0,24		60	267,13	7,86		53,68
0,24		145	266,24	7,83		53,71
0,24		280	267,13	7,86		53,68

Na rodada 3, a atividade da catalase adicionada é aumentada. A concentração de peróxido de hidrogênio na corrente de processo do tensoativo de óxido de amina cai rapidamente (em 5 a 15 minutos) até a concentração desejada. Surpreendentemente, após os 15 minutos iniciais de decomposição, não ocorre nenhuma decomposição adicional

significativa e a concentração de peróxido de hidrogênio permanece estável por mais de vinte horas.

Nas rodadas 4 e 5, a catalase é continuamente adicionada à corrente de processo que compreende o tensoativo de óxido de amina e o excesso de peróxido de hidrogênio a uma concentração de cerca de 3900 U/mol de peróxido de hidrogênio. No experimento 4, a temperatura inicial da corrente de processo é 42 °C e após 1330 minutos o peróxido é reduzido a 43 ppm. Por outro lado, no experimento 5, a temperatura inicial é de 52 °C e após 60 minutos a concentração de peróxido de hidrogênio se estabiliza em cerca de 270 ppm.

O gráfico da Figura 2 mostra a mudança nos níveis de peróxido de hidrogênio com o tempo para várias combinações de atividade da catalase por mol de peróxido de hidrogênio ou por grama de óxido de amina e por temperatura inicial. O gráfico mostra claramente a rápida decomposição do peróxido de hidrogênio dentro dos primeiros 10 a 20 minutos. Após a rápida decomposição, a concentração residual do peróxido de hidrogênio se estabiliza e surpreendentemente não ocorre nenhuma decomposição significativa adicional. Tal curva de decomposição é inesperada e desejada para o processamento de tensoativo de óxido de amina. É surpreendente que a catalase não decompôs completamente o peróxido de hidrogênio residual nas concentrações adicionadas. Tal resultado seria esperado, pois as catalases são enzimas altamente ativas e seria esperada a rápida decomposição de todo o peróxido de hidrogênio, com problemas de cor, odor e atividade

microbiana no produto. Entretanto, os inventores descobriram que, devido ao pH, ao controle de temperatura e à seleção da catalase adequada, podem ser obtidas as concentrações desejadas do peróxido de hidrogênio residual.

Um modelo matemático da decomposição do peróxido de hidrogênio pela adição contínua de uma enzima catalase à corrente de processo, a qual compreende um tensoativo de óxido de amina e peróxido de hidrogênio, pode ser criado. O gráfico da Figura 2 contém também linhas que indicam os dados de saída de tal modelo. Conforme pode ser visto na Figura 2, a saída do modelo matemático se aproxima muito dos dados obtidos em exemplos reais. Os resultados do modelo matemático de tal sistema são mostrados em linhas tracejadas.

Uma vez que é desejável que uma certa concentração de peróxido de hidrogênio seja mantida no tensoativo de óxido de amina, as amostras produzidas nas rodadas 1 a 5 são mantidas e testadas semanalmente para determinar a concentração do peróxido de hidrogênio residual. A Figura 3 é um gráfico dos testes de estabilidade a longo prazo ou dos testes de envelhecimento que mostram a concentração de peróxido de hidrogênio no tensoativo de óxido de amina durante um período de nove semanas após a adição inicial de catalase. Embora todas as amostras apresentem estabilidade de concentração de peróxido de hidrogênio, as rodadas 2 a 5 mostram maior estabilidade. Conforme pode ser visto claramente na Figura 3, a

concentração residual de hidrogênio é mantida dentro de uma faixa estreita por todo o período de nove semanas.

Embora a descrição anteriormente mencionada tenha necessariamente apresentado apenas um número limitado de modalidades, os versados na técnica entenderão que poderão ser feitas várias mudanças nos detalhes dos exemplos aqui descritos e ilustrados, e que tais mudanças permanecerão dentro dos princípios e do escopo da presente descrição, conforme expresso aqui e nas reivindicações em anexo. Será também reconhecido pelos versados na técnica que certas alterações poderão ser feitas às modalidades acima sem que se desvie do amplo conceito da invenção. Deve-se entender, portanto, que esta invenção não é limitada às modalidades particulares apresentadas aqui, mas que ela tem o objetivo de cobrir as modificações que estiverem dentro do princípio e do escopo da invenção, conforme definido pelas reivindicações.

As dimensões e valores apresentados na presente invenção não devem ser compreendidos como estando estritamente limitados aos exatos valores numéricos mencionados. Em vez disso, exceto de outro modo especificado, cada uma dessas dimensões se destina a significar tanto o valor mencionado como uma faixa de valores funcionalmente equivalentes em torno daquele valor. Por exemplo, uma dimensão apresentada como "40 mm" pretende significar "cerca de 40 mm".

Todos os documentos citados na descrição detalhada da invenção estão, em sua parte relevante, aqui incorporados,

a título de referência. A citação de qualquer documento não deve ser interpretada como admissão de que este represente técnica anterior com respeito à presente invenção. Se houver conflito entre qualquer significado ou definição de um termo mencionado neste documento e o significado ou definição do mesmo termo em um documento incorporado a título de referência, o significado ou definição atribuído ao termo mencionado neste documento terá precedência.

Embora modalidades específicas da presente invenção tenham sido ilustradas e descritas, deve ficar óbvio aos versados na técnica que várias outras alterações e modificações podem ser feitas sem que se desvie do caráter e âmbito da invenção. Portanto, pretende-se cobrir nas reivindicações anexas todas essas alterações e modificações que se enquadram no escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo **caracterizado** por compreender as etapas de:

5 a) fornecer uma corrente de processo que compreende um tensoativo de óxido de amina, de preferência a uma concentração de 25%, em peso, a 40%, em peso, e peróxido de hidrogênio, de preferência a uma concentração maior que 2000 ppm;

10 b) adicionar continuamente uma catalase, de preferência uma catalase líquida, à corrente de processo, em que a concentração de catalase baseada na atividade é maior que 2000 U/mol de peróxido de hidrogênio e menor que 8000 U/mol de peróxido de hidrogênio; e

c) misturar a corrente de processo e a catalase.

15 2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela mistura compreender ao menos um dentre fluir a corrente de processo através de um misturador em linha, misturar em um tanque de agitação ou misturar por turbulência em tubulação.

20 3. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pela concentração de peróxido de hidrogênio na corrente de processo ser reduzida a menos que 500 ppm e mais que 20 ppm, de preferência menos que 100 ppm e mais que 20 ppm.

25 4. Processo **caracterizado** por compreender as etapas de:

a) reagir uma amina graxa terciária de cadeia longa com um excesso de peróxido de hidrogênio para obter uma corrente de processo que compreende óxido de amina graxa terciária e peróxido de hidrogênio não-reagido, em que a

30

amina graxa terciária de cadeia longa é preferencialmente selecionada do grupo consistindo em trioctilamina, tridecilamina, tridodecilamina, didodecilmetilamina, ditetradecilmetilamina, diexadecilmetilamina, dioctadecil-  
5 metilamina, decildimetilamina, dodecildimetilamina, tetradecildimetilamina, hexadecildimetilamina, octadecil-  
dimetilamina, e misturas destas; e

b) colocar a corrente de processo em contato com uma catalase para catalizar a decomposição do peróxido de  
10 hidrogênio não-reagido, em que a concentração de catalase é maior que 0 e menor que 1 U/g de óxido de amina.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pela catalase decompor o peróxido de hidrogênio a menos que 1000 ppm na corrente de processo,  
15 de preferência menos que 500 ppm e mais que 20 ppm, com mais preferência, menos que 100 ppm e mais que 20 ppm.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pela decomposição continuar até que a quantidade de peróxido de hidrogênio seja menor que 1%, em  
20 peso, de preferência menor que 0,1%, em peso, do nível original de peróxido de hidrogênio.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, **caracterizado** pelo contato da corrente de processo com a catalase ser a adição de uma  
25 catalase à corrente de processo, de preferência uma adição contínua.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, **caracterizado** pelo contato da corrente de processo com a catalase compreender passar a corrente de  
30 processo sobre um leito de catalase imobilizada.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** por compreender, ainda, a etapa de:

c) ajustar a temperatura da corrente de processo para um  
5 valor entre 40°C e 65°C, de preferência entre 45°C e 60°C.

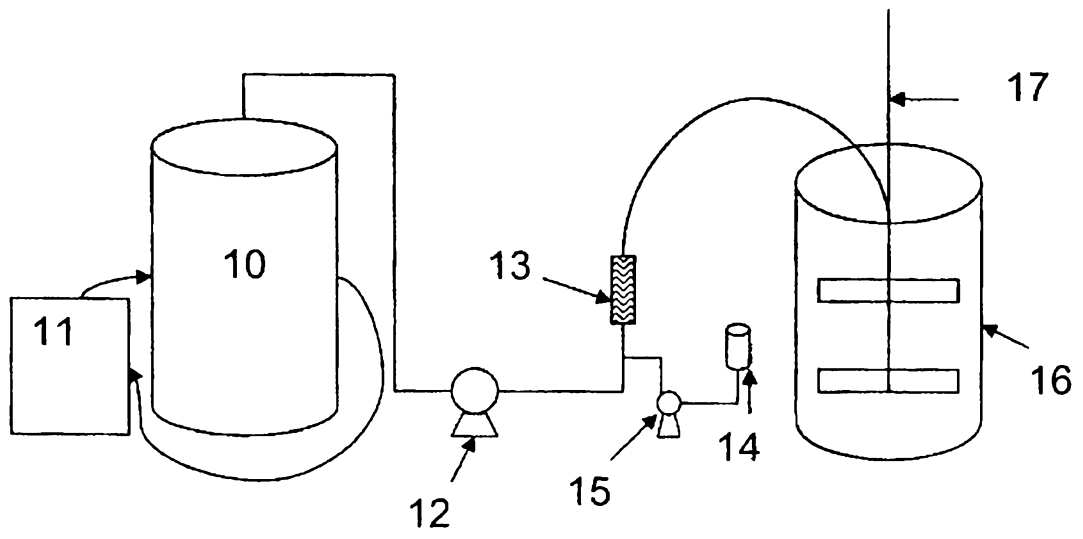


FIGURA 1

### Degradação de peróxido residual por catalase - Real e Modelo

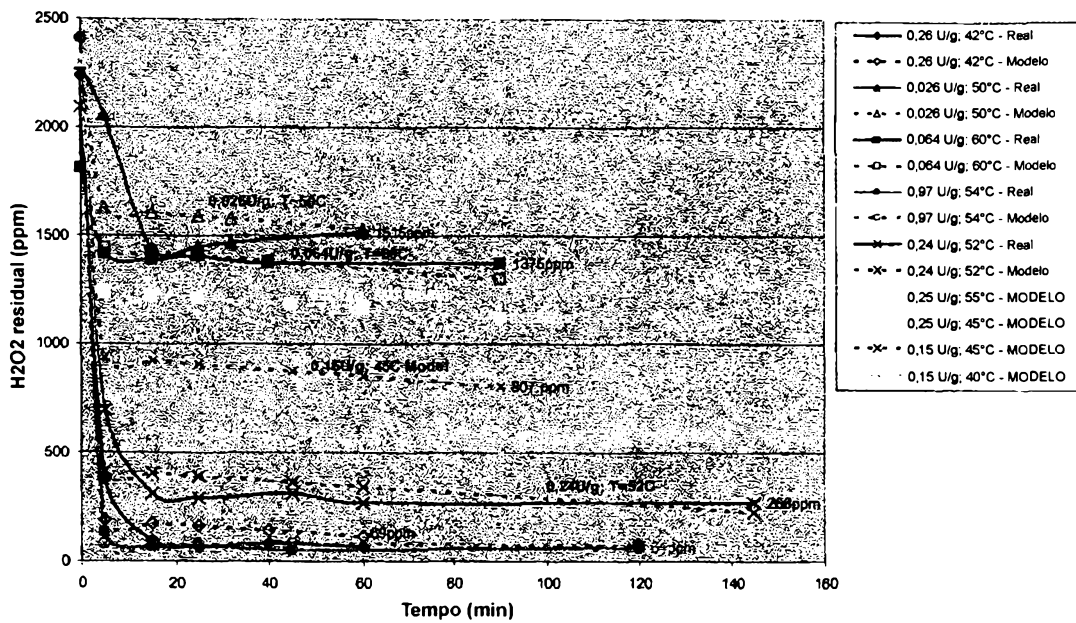


FIGURA 2

Estabilidade de 9 semanas de peróxido em AO tratado com catalase

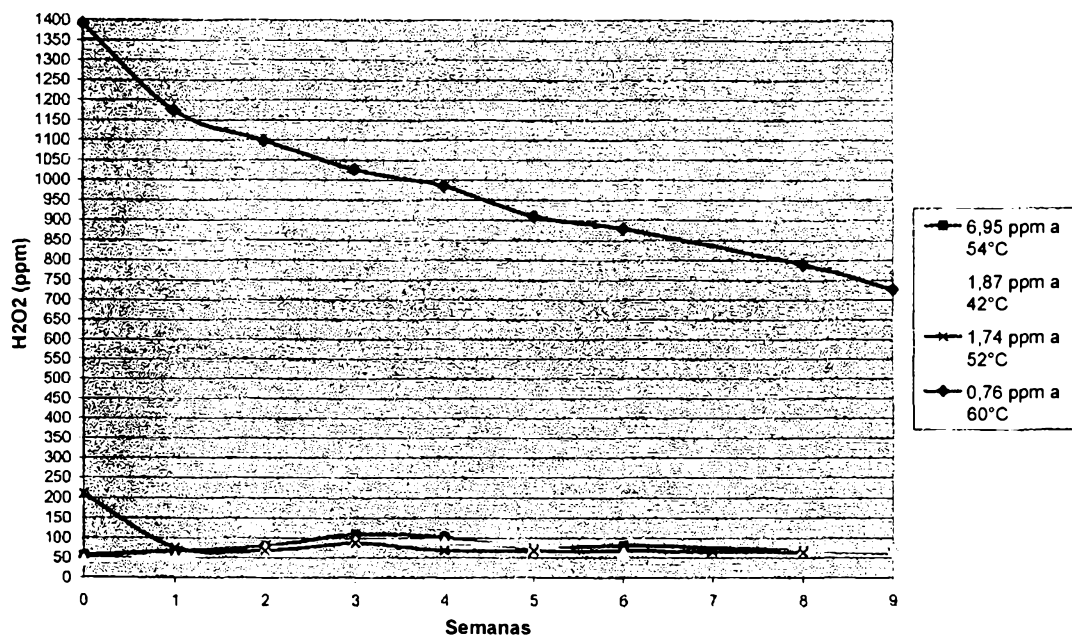


FIGURA 3