

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

(21) **PI0710410-3 A2**

(22) Data de Depósito: 27/04/2007
(43) Data da Publicação: 09/08/2011
(RPI 2118)



(51) *Int.Cl.:*
A61L 2/00 2006.01
A61L 2/18 2006.01
A61L 9/00 2006.01

(54) Título: **VAPORIZAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**

(30) Prioridade Unionista: 01/05/2006 US 60/796,427

(73) Titular(es): American Sterilizer Company

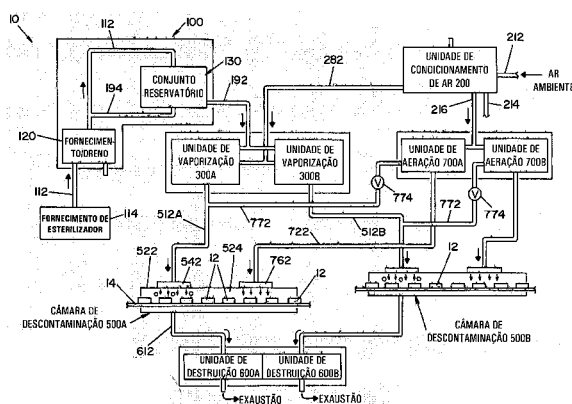
(72) Inventor(es): Aaron L. Hill

(74) Procurador(es): Pinheiro Neto - Advogados

(86) Pedido Internacional: PCT US2007067587 de 27/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/130852 de 15/11/2007

(57) Resumo: VAPORIZADOR DE PEROXIDO DE HIDROGENZO. Um método para descontaminar itens (12), compreendendo as etapas de: (a) mover uma pluralidade de itens (12) tendo uma temperatura conhecida ao longo de um primeiro caminho; (b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara plenum (364) alongada (364), o segundo caminho cruzando o primeiro caminho a jusante da câmara plenum (364); (c) aquecer o gás carregador a uma temperatura de aproximadamente pelo menos 105 °C em um local a montante da câmara plenum (364); (d) introduzir no gás carregador na câmara plenum (364) uma névoa atomizada de um peróxido de hidrogênio líquido de concentração conhecida; e (e) controlar o seguinte: (1) o fluxo volumétrico de gás carregador ao longo do segundo caminho; (2) o volume de peróxido de hidrogênio introduzido no gás carregador; e (3) a temperatura do gás carregador introduzido na câmara plenum (364), de tal modo que a concentração do peróxido de hidrogênio vaporizado no gás carregador, onde o primeiro caminho cruza o segundo caminho, tenha uma temperatura de ponto de orvalho abaixo da temperatura conhecida dos itens (12).





"VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO"

Campo da Invenção

A presente invenção se relaciona à geração de peróxido de hidrogênio vaporizado, e mais particularmente, a um sistema para gerar grandes quantidades de peróxido de hidrogênio vaporizado, e a um método para operar o mesmo.

Fundamentos da Invenção

Já é conhecido o uso do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em esterilização e outros processos. Em um processo de esterilização, o peróxido de hidrogênio líquido é vaporizado para formar peróxido de hidrogênio vaporizado (PHV). O peróxido de hidrogênio vaporizado é produzido tipicamente a partir de uma mistura líquida de peróxido de hidrogênio e água. É preciso tomar cuidado ao se vaporizar esta mistura devido à diferença nos pontos de ebulição entre a água e o peróxido de hidrogênio. A este respeito, a água ferve a 100 °C, enquanto que o peróxido de hidrogênio puro ferve a 150 °C. Assim sendo, quando uma mistura de água e peróxido de hidrogênio é vaporizada, a água tende a ferver antes do peróxido de hidrogênio, a menos que a mistura sofra vaporização por *flash*. Em sistemas convencionais, a vaporização por *flash* é realizada gotejando-se uma pequena quantidade de água e mistura de peróxido de hidrogênio em uma superfície quente. O ar é dirigido sobre a superfície quente para levar para longe o peróxido de hidrogênio vaporizado.

A patente norte-americana U.S. 2,491,732 descreve um vaporizador de peróxido de hidrogênio vaporizado (PHV) convencional. Um problema com o método de gotejamento de vaporização acima mencionado é que deve ser mantida uma superfície quente para vaporizar o peróxido de hidrogênio líquido e a mistura de água. Testes têm demonstrado que uma taxa de injeção de até 5 gramas por minuto por porta de injeção pode ser alcançada com os vaporizadores do método de gotejamento atuais. Com taxas de injeção mais altas, gotículas individuais não podem mais ser mantidas. Em outras palavras, o vaporizador do tipo por gotejamento fica limitado pela quantidade de peróxido de hidrogênio vaporizado que ele pode produzir dentro de determinados limites de tamanho. Esta limitação impede que os vaporizadores do

tipo por gotejamento sejam usados em certos processos de esterilização de alto volume onde é necessário esterilizar um grande número de itens e dispositivos em um curto período de tempo.

5 Outro problema com os sistemas de descontaminação por peróxido de hidrogênio vaporizado é evitar a condensação do peróxido de hidrogênio vaporizado nos itens ou superfícies a serem descontaminados.

10 É, assim, desejável ter um gerador de peróxido de hidrogênio vaporizado de alta capacidade capaz de gerar altos volumes de peróxido de hidrogênio vaporizado a níveis de concentração que não se condensarão nos itens ou superfícies a serem descontaminados.

15 A presente invenção provê um vaporizador de peróxido de hidrogênio capaz de gerar grandes volumes de peróxido de hidrogênio vaporizado a níveis de concentração que não se condensarão nos itens ou superfícies a serem descontaminados.

Sumário da Invenção

20 Conforme caracterização selecionada da presente invenção, é provido um método para descontaminar itens, compreendendo as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens tendo uma temperatura conhecida ao longo de um primeiro caminho;

25 (b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada, o segundo caminho cruzando o primeiro caminho a jusante da câmara *plenum*;

(c) aquecer o gás carregador a uma temperatura de aproximadamente pelo menos 105 °C em um local a montante da câmara *plenum*;

30 (d) introduzir no gás carregador na câmara *plenum* uma névoa atomizada de um peróxido de hidrogênio líquido de concentração conhecida; e

(e) controlar o seguinte:

35 (1) o fluxo volumétrico de gás carregador ao longo do segundo caminho;

(2) o volume de peróxido de hidrogênio introduzido no gás carregador; e

(3) a temperatura do gás carregador introduzido na câmara *plenum*, de tal modo que a concentração do peróxido de hidrogênio vaporizado no gás carregador onde o primeiro caminho cruza o segundo caminho tenha uma temperatura de ponto de orvalho
5 abaixo da temperatura conhecida dos itens.

Conforme outro aspecto da presente invenção, é provido um método para descontaminar itens, compreendendo as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um
10 primeiro caminho que inclui uma câmara de descontaminação;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a câmara de descontaminação, a câmara de descontaminação estando a jusante da câmara *plenum* alongada;

(c) aquecer o gás carregador em um local a
15 montante da câmara *plenum* a uma temperatura suficiente para vaporizar o peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no gás carregador na câmara *plenum* para
20 produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na câmara *plenum*; e

(e) expor os itens na câmara de descontaminação ao peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura acima de uma temperatura de ponto de orvalho pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o fluxo volumétrico de gás carregador que se
25 move ao longo do segundo caminho;

(2) a taxa de introdução do peróxido de hidrogênio líquido introduzido no gás carregador; e

(3) a temperatura do gás carregador introduzido
30 na câmara *plenum*.

Ainda conforme outro aspecto da presente invenção, é provido um método para descontaminar itens, compreendendo as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um
35 primeiro caminho através de uma câmara de descontaminação, os itens tendo uma predeterminada temperatura;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a câmara de descontaminação, a câmara de descontaminação estando a jusante da câmara *plenum* alongada;

5 (c) aquecer o gás carregador em um local a montante da câmara *plenum* a uma temperatura suficiente para vaporizar o peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no gás carregador na câmara *plenum* para
10 produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na câmara *plenum*;

(e) medir a temperatura e a pressão do gás carregador em pontos diferenciados ao longo do segundo caminho;

(f) determinar a temperatura de ponto de orvalho do peróxido de hidrogênio vaporizado e do vapor de água no gás
15 carregador com base na temperatura e pressão do gás carregador no segundo caminho;

(g) introduzir o peróxido de hidrogênio vaporizado na câmara de descontaminação; e

(h) controlar a temperatura de ponto de orvalho
20 do peróxido de hidrogênio vaporizado para que fique igual ou abaixo de uma temperatura de ponto de orvalho pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do segundo caminho;

25 (2) a taxa de introdução do peróxido de hidrogênio líquido introduzido no gás carregador; e

(3) a temperatura do gás carregador introduzido na câmara *plenum*.

Ainda conforme outro aspecto da presente
30 invenção, é provido um método para descontaminar itens, compreendendo as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um primeiro caminho que inclui uma câmara de descontaminação, os itens tendo uma predeterminada temperatura;

35 (b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a câmara

de descontaminação, a câmara de descontaminação disposta a jusante da câmara *plenum* alongada;

(c) aquecer o gás carregador em um local a montante da câmara *plenum* a uma temperatura suficiente para vaporizar o peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no gás carregador na câmara *plenum* a uma taxa fixa para produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na câmara *plenum*;

(e) expor os itens na câmara de descontaminação ao peróxido de hidrogênio vaporizado; e

(f) manter o peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura igual ou abaixo de uma temperatura pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do segundo caminho; e

(2) a temperatura do gás carregador introduzido na câmara *plenum*.

Conforme ainda outro aspecto da presente invenção, é provido um método para descontaminar itens, compreendendo as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um primeiro caminho que inclui uma câmara de descontaminação;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a câmara de descontaminação, a câmara de descontaminação disposta a jusante da câmara *plenum* alongada;

(c) aquecer o gás carregador em um local a montante da câmara *plenum* a uma temperatura suficiente para vaporizar o peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no gás carregador na câmara *plenum* para produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na câmara *plenum*;

(e) expor os itens na câmara de descontaminação ao peróxido de hidrogênio vaporizado; e

(f) manter o peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura igual ou abaixo de uma temperatura pré-selecionada

e o peróxido de hidrogênio vaporizado a uma concentração igual ou abaixo de uma concentração pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do segundo caminho; e

(2) a taxa de introdução do peróxido de hidrogênio líquido no gás carregador; e

(3) a temperatura do gás carregador introduzido na câmara *plenum*.

Ainda conforme outro aspecto da presente invenção, é provido um dispositivo para descontaminar itens, compreendendo uma câmara de descontaminação. Um transportador transporta os itens a serem descontaminados ao longo de um primeiro caminho através da câmara de descontaminação. Uma unidade de vaporização se conecta à câmara de descontaminação. A unidade de vaporização fica disposta sobre a câmara de descontaminação. Uma ventoinha movimenta um gás carregador através da unidade de vaporização e através da câmara de descontaminação. Meio de aquecimento aquecem o gás carregador que flui pela unidade de vaporização. Uma fonte de peróxido de hidrogênio líquido se conecta à unidade de vaporização. Um dispositivo de injeção injeta peróxido de hidrogênio líquido na unidade de vaporização.

Conforme ainda outro aspecto da presente invenção, é provido um dispositivo para descontaminar itens em uma câmara de descontaminação tendo um conjunto de reservatório compreendendo um primeiro tanque de armazenamento conectado a uma fonte de peróxido de hidrogênio, e um segundo tanque de armazenamento conectado a uma fonte de peróxido de hidrogênio. Um tanque de coleta é conectado ao primeiro tanque de armazenamento e ao segundo tanque de armazenamento para receber deles peróxido de hidrogênio. O tanque de coleta também se conecta a uma unidade de vaporização. Um arranjo de válvulas fluida e seletivamente comunica o primeiro tanque de armazenamento e o segundo tanque de armazenamento com o tanque de coleta. Um arranjo de válvulas também comunica, seletivamente, o primeiro tanque de armazenamento e o segundo tanque de armazenamento com a fonte de peróxido de hidrogênio líquido. Uma linha de respiro tem uma extremidade

conectada ao tanque de coleta. Uma segunda extremidade da linha de respiro está disposta em um local acima do topo do primeiro tanque de armazenamento e do segundo tanque de armazenamento. Uma válvula de respiro está disposta na linha de respiro para ali controlar o
5 fluxo.

Uma vantagem da presente invenção é um gerador de peróxido de hidrogênio vaporizado (PHV) de alta capacidade.

Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação capaz de produzir grandes quantidades de
10 peróxido de hidrogênio vaporizado.

Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, tendo vários métodos para confirmar o fluxo de peróxido de hidrogênio vaporizado através do sistema.

15 Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, capaz de modificar o fluxo de gás carregador que passa através dele.

Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, capaz de modificar a
20 taxa de injeção de líquido esterilizador no sistema.

Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, capaz de modificar a temperatura de um gás carregador que passa através dele.

25 Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, que opera para manter a concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado em um gás carregador a um nível em que o peróxido de hidrogênio vaporizado tem um ponto de orvalho abaixo da temperatura inicial dos itens a serem descontaminados.

30 Ainda mais uma vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, em que os componentes do sistema são arrançados de tal modo que o peróxido de hidrogênio vaporizado (se estiver presente) fluirá para baixo através de um sistema, para ser coletado em um ponto inferior no
35 sistema.

Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, tendo um sistema de

fornecimento de esterilizador com um tanque de recalque para eliminar o gás introduzido ou aprisionado em uma linha de fornecimento de esterilizador para um vaporizador.

5 Outra vantagem da presente invenção é um sistema de descontaminação conforme descrito acima, tendo uma unidade de processamento de ar para filtrar e secar o ar usado dentro do sistema.

10 Outra vantagem da presente invenção é um método para operar um sistema conforme descrito acima, para evitar condensação em itens ou superfícies a serem descontaminados.

Outra vantagem da presente invenção é um método para operar um sistema conforme descrito acima, para manter uma concentração desejada de peróxido de hidrogênio vaporizado no local onde os itens ou superfícies serão descontaminados.

15 Outra vantagem da presente invenção é um método para operar um sistema conforme descrito acima, para manter uma taxa de injeção fixa de líquido esterilizador.

20 Estas e outras vantagens ficarão aparentes a partir da descrição a seguir de uma caracterização selecionada, tomada junto com os desenhos que acompanham o presente pedido e com as reivindicações anexas.

Breve Descrição dos Desenhos

25 A invenção pode tomar forma física em certas partes e arranjos de partes, cuja caracterização selecionada será descrita em detalhes nesta especificação e ilustrada nos desenhos anexos e que a compõem, e em que:

30 A fig. 1 é um desenho esquemático que ilustra um sistema de descontaminação por peróxido hidrogênio vaporizado de alta capacidade, ilustrando uma caracterização selecionada da presente invenção;

A fig. 2 é um desenho esquemático que ilustra uma unidade de fornecimento de esterilizador a partir do sistema de descontaminação mostrado na fig. 1;

35 A fig. 3 é um desenho ilustrando uma unidade de vaporização a partir do sistema de descontaminação mostrado na fig. 1;

A fig. 4 é um desenho esquemático que ilustra uma unidade de aeração a partir do sistema de descontaminação mostrado na fig. 1;

5 A fig. 5 é um desenho esquemático ilustrando uma unidade de condicionamento de ar a partir do sistema de descontaminação mostrado na fig. 1;

A fig. 6 é um desenho esquemático que ilustra uma unidade de decomposição a partir do sistema de descontaminação mostrado na fig. 1;

10 A fig. 7 é uma vista em corte de um vaporizador a partir do sistema de descontaminação mostrado na fig. 1;

A fig. 8 é uma vista ampliada de um atomizador da unidade de vaporização mostrada na fig. 7;

15 A fig. 9 é uma vista em perspectiva de um tubo múltiplo e da câmara de descontaminação;

A fig. 10 é um gráfico do calor de vaporização (calor latente) em função da concentração de peróxido de hidrogênio em água;

20 A fig. 11 é um gráfico da densidade do peróxido de hidrogênio em função da concentração de peróxido de hidrogênio em água; e

A fig. 12 é um gráfico da capacidade de calor do peróxido de hidrogênio em função da concentração de peróxido de hidrogênio em água.

25 Descrição Detalhada da Caracterização Seleccionada

Recorrendo agora aos desenhos, em que as figuras têm apenas a finalidade de ilustrar a caracterização seleccionada da invenção, não a limitando, a fig. 1 mostra um sistema de descontaminação por peróxido de hidrogênio vaporizado 10 para
30 descontaminar continuamente itens 12 que se movem ao longo de uma esteira rolante 14, ilustrando a caracterização seleccionada da presente invenção.

Em termos gerais, um sistema de descontaminação 10, de acordo com a presente invenção, compreende uma unidade de
35 fornecimento de esterilizador, uma unidade de condicionamento de ar, uma unidade de vaporização, uma sala de descontaminação ou isolador, uma unidade de decomposição e uma unidade de aeração. Na

caracterização mostrada, o sistema de descontaminação 10 inclui uma única unidade de fornecimento de esterilizador 100, uma única unidade de condicionamento de ar 200, duas unidades de vaporização 300A, 300B, duas câmaras de descontaminação 500A, 500B, duas unidades de decomposição 600A, 600B e duas unidades de aeração 700A, 700B.

Unidade de Fornecimento de Esterilizador 100

Recorrendo agora à fig. 2, a unidade de fornecimento de esterilizador 100 é melhor visualizada. Uma linha de fornecimento 112 conecta a unidade de fornecimento de esterilizador 100 a um provedor externo 114 de líquido esterilizador. Um conjunto de bomba e dreno 120 está conectado à linha de fornecimento 112. O conjunto de bomba e dreno 120 inclui uma bomba 122 impulsionada por um motor 124. A bomba 122 e o motor 124 são projetados para movimentar quantidades medidas de líquido esterilizador até um conjunto de reservatório 130.

O conjunto de reservatório 130 inclui preferencialmente dois tanques reservatórios 132A, 132B. Dois tanques reservatórios de esterilizador 132A, 132B são providos para permitir um fluxo contínuo, ininterrupto, de esterilizador para as unidades de vaporização 300A, 300B. A este respeito, um tanque reservatório 132A pode ser preenchido com esterilizador, enquanto o outro tanque 132B está sendo usado para prover esterilizador às unidades de vaporização 300A, 300B, como será descrito abaixo em maiores detalhes. Os tanques 132A, 132B são essencialmente idênticos, e portanto somente o tanque 132A será descrito em detalhes. Deve ser compreendido que a descrição do tanque 132A se aplica ao tanque 132B.

O tanque 132A tem geralmente um formato de coluna, e compreende uma concha ou parede tubular 134 tendo uma base 136 e uma cobertura 138 nas suas extremidades. Em caracterização selecionada, a concha tubular 134 é de formato cilíndrico e é formada por um material translúcido. O tanque 132A define uma câmara interna 142 para armazenar um líquido esterilizador S. A linha de fornecimento 112 está conectada aos tanques reservatórios 132A, 132B através de linhas de fornecimento ramificadas 112a, 112b. As válvulas 144, 146 estão respectivamente

dispostas nas linhas de fornecimento ramificadas 112a, 112b para controlar o fluxo de líquido esterilizador S para os tanques reservatórios 132A, 132B. Cada tanque 132A, 132B inclui um sensor de nível 154. O sensor 154 é provido para indicar um "nível de
5 preenchimento exagerado", como será descrito abaixo em maiores detalhes. Um sensor de pressão 155 é provido no fundo de cada tanque 132A, 132B para prover sinais de pressão que são indicativos do nível de fluído em cada tanque 132A, 132B.

Os tanques 132A, 132B estão conectados em suas
10 extremidades de fundo a um tanque de coleta 170 através de condutos de fluído 162, 164, respectivamente. Válvulas de controle 166, 168 estão respectivamente dispostas nos condutos de fluído 162, 164 para controlar o fluxo de esterilizador dos tanques reservatórios 132A, 132B para o tanque de coleta 170. As
15 extremidades superiores dos tanques reservatórios 132A, 132B estão conectadas a uma linha de respiro 158, conforme ilustrado esquematicamente na fig. 2.

O tanque de coleta 170 define uma câmara de armazenamento de ar 172. Uma linha de respiro 174 se estende para
20 cima a partir da câmara de armazenamento 172. Uma válvula de controle 176 está disposta dentro da linha de respiro 174 para ali controlar o fluxo. Como melhor visto na fig. 2, a linha de respiro 174 tem um comprimento tal que a extremidade superior da linha de respiro 174 está disposta nas extremidades superiores dos tanques
25 reservatórios 132A, 132B. Um sensor de nível 177 está disposto dentro da câmara de armazenamento 172 do tanque de coleta 170, em um nível predeterminado. Um sensor de nível 177 está disposto dentro do tanque de coleta 170. Na caracterização mostrada, o sensor de nível 177 é uma chave de flutuação (bóia).

Um conduto de fluído 184 que se estende a partir
30 do fundo do tanque de coleta 170 conecta a câmara de armazenamento 172 a uma válvula de controle 186, que regula o fluxo de esterilizador vindo do tanque de coleta 170 para uma linha de alimentação de vaporização 192 ou para uma linha de dreno 194, que
35 está conectada à linha de fornecimento 112. Conforme ilustrado na fig. 2, a linha de dreno 194 está em comunicação com a linha de dreno 126 do conjunto de bomba e dreno 120. Uma linha de retorno

196 se estende da linha de alimentação de vaporização 192 até o topo do tanque 132A. Uma válvula de controle 198 está disposta dentro da linha de retorno 196 para ali controlar o fluxo de esterilizador.

5 A linha de alimentação de vaporização 192 está conectada à unidade de vaporização 300A e à unidade de vaporização 300B, conforme ilustrado nos desenhos. O esterilizador do tanque de coleta 170 é alimentado preferencialmente por gravidade às unidades de vaporização 300A, 300B. Assim sendo, na caracterização
10 mostrada, o tanque de coleta 170 e os tanques reservatórios 132A, 132B ficam dispostos acima das unidades de vaporização 300A, 300B, isto é, em uma elevação mais alta.

Unidade de Condicionamento de Ar 200

15 Recorrendo agora à fig. 5, a unidade de condicionamento de ar 200 é melhor ilustrada. A unidade de condicionamento de ar 200 é provida para condicionar, isto é, filtrar e secar o ar usado nas unidade de vaporização 300A, 300B, e filtrar o ar usado pelas unidades de aeração 700A, 700B. A unidade de condicionamento de ar 200 compreende basicamente um
20 filtro 222, um conjunto de resfriamento 230 e uma roda de dessecação 242, dispostos em série.

Um conduto de entrada de ar 212 tem uma primeira extremidade 212a que se comunica com o ambiente, isto é, com o ar da sala. Outra extremidade 212b do conduto de entrada de ar 212
25 está conectada à câmara 262 dentro da unidade de condicionamento de ar 200. O filtro 222 está disposto dentro do conduto de entrada de ar 212 para ali filtrar o fluxo de ar. O filtro 222 é preferencialmente um filtro HEPA. O conjunto de resfriamento 230 está disposto a jusante do filtro 222. O conjunto de resfriamento
30 230 compreende uma serpentina de resfriamento 232, e uma câmara fria 234 que está conectada à serpentina de resfriamento 232. A serpentina de resfriamento 232 envolve o conduto de entrada de ar 212. A câmara fria 234 é dimensionada para prover um resfriamento suficiente para a serpentina 232, envolvendo o conduto de entrada
35 de ar 212 de tal modo que o ar que flui pelo conduto de entrada de ar 212 é resfriado para precipitar a umidade dentro do ar. Em outras palavras, a câmara fria 234 tem capacidade suficiente para

desumidificar o ar que flui pelo conduto de entrada de ar 212. Entre o filtro 222 e a serpentina de resfriamento 232, uma linha de fornecimento de ar 214 está conectada ao conduto de entrada de ar 212. A linha de fornecimento de ar 214 provê ar filtrado ao longo do sistema 10 para resfriar a parte eletrônica (não mostrada). Uma segunda linha de fornecimento de ar 216 está conectada ao conduto de entrada de ar 212 entre o filtro 222 e a serpentina de resfriamento 232. A segunda linha de fornecimento de ar 216 provê ar filtrado para as unidades de aeração 700A, 700B, como será descrito abaixo em maiores detalhes. A roda de dessecagem 242, rotativo sobre um primeiro eixo "A", está disposta na extremidade 212b do conduto de entrada de ar 212, isto é, a jusante do filtro 222 e da serpentina de resfriamento 232. A roda de dessecagem 242 está disposta de tal maneira que metade da roda 242 gira dentro da câmara 262. A extremidade 212b do conduto de entrada de ar 212 dirige o fluxo de ar através daquela porção da roda de dessecagem 242 que está posicionada dentro da câmara 262. O material de dessecagem dentro da roda de dessecagem 242 opera para absorver a umidade no ar que flui pelo conduto de entrada de ar 212. Assim, o ar que entra na câmara 262 foi secado e filtrado por meio do filtro 222, serpentina de resfriamento 232 e roda de dessecagem 242. Um sensor de umidade 272 e um sensor de temperatura 274 estão dispostos dentro da câmara 262 para respectivamente monitorar a umidade e a temperatura do ar dentro da câmara 262. A câmara 262 está em comunicação com as unidades de vaporização 300A, 300B via linha de ar 282, conforme ilustrado na fig. 5.

A unidade de condicionamento de ar 200 inclui um sistema de regeneração 290 para regenerar a roda de dessecagem 242, isto é, remover a umidade desta. Um conduto de regeneração 292 está conectado à câmara 262. Uma ventoinha 294, impulsionada por um motor 296, impele o ar secado e filtrado dentro da câmara 262 e dirige-o através de um aquecedor 298, que aquece o ar seco. O conduto de regeneração 292 está disposto de modo a dirigir o ar aquecido, secado, e filtrado através da porção da roda de dessecagem 242 que fica fora da câmara 262. Como será considerado por especialistas, o ar aquecido seca, isto é, remove a umidade da

roda de dessecação 242. O ar úmido que flui da roda de dessecação 242 pelo canal de regeneração 292, flui para fora da unidade de condicionamento de ar 200 através de um orifício 284. Um transdutor de pressão 285 está disposto na saída, isto é, a jusante, da ventoinha 294. O transdutor de pressão 285, junto com o orifício 284, é usado para estabelecer um fluxo de ar desejado pelo canal 292, para assegurar a remoção apropriada da umidade. Um sensor de temperatura 286 monitora a temperatura do ar que sai do aquecedor 298. A temperatura no conduto 292 é controlada para assegurar a remoção apropriada da umidade.

Unidades de vaporização 300A, 300B

Recorrendo agora às figs. 3, 7, 8 e 9, as unidades de vaporização 300A, 300B são melhor visualizadas. As unidades de vaporização 300A, 300B são essencialmente idênticas, e portanto somente a unidade de vaporização 300A será descrita em maiores detalhes, sendo compreendido que tal descrição se aplica igualmente à unidade de vaporização 300B. Conforme ilustrado na fig. 3, a unidade de vaporização 300A (e a unidade de vaporização 300B) está conectada à linha de alimentação de vaporização 192 a partir da unidade de fornecimento de esterilizador 100, e está conectada à linha de ar 282 da unidade de condicionamento de ar 200.

A unidade de vaporização 300A compreende uma ventoinha 322, um elemento de fluxo 332 para medir o fluxo de ar, um aquecedor 352 e um vaporizador 360, todos esquematicamente mostrados na fig. 3, e ilustrados na fig. 7.

Na caracterização mostrada, a unidade de vaporização 300A inclui um gabinete ou alojamento 312 montado em uma armação de suporte de aço estrutural 314. O gabinete 312 e a armação de suporte 314 definem juntos uma estrutura de coluna vertical. Uma ventoinha 322 está disposta em um local no fundo da armação de suporte 314. A ventoinha 322 é impulsionada por um motor 324. O motor 324 é preferencialmente um motor de velocidade variável, onde a saída da ventoinha 322 pode ser controlada para ali aumentar o fluxo de ar. A entrada da ventoinha 322 está conectada à linha de ar 282 da unidade de condicionamento de ar 200. Quando em operação, a ventoinha 322 impulsiona o ar através

da unidade de condicionamento de ar 200 onde o ar é então secado e filtrado. Na caracterização mostrada, a saída da ventoinha 322 está conectada a um conduto vertical 328. Um elemento de fluxo 332 está disposto dentro do conduto 328 para medir o fluxo de ar através do conduto 328. O elemento de fluxo 332 é preferencialmente um dispositivo Venturi. Um sensor 334 mede a diferença de pressão através do dispositivo Venturi e provê um sinal indicativo do fluxo de ar através do elemento de fluxo 332. Um dispositivo Venturi é preferível por causa da alta resolução de fluxo de ar que ele pode prover e por causa da baixa perda de força para o ar que ali flui. Um sensor de pressão 335 é provido para medir a pressão estática no elemento de fluxo 332, para facilitar o cálculo da taxa de fluxo da massa de ar pelo conduto 328, como será descrito abaixo em maiores detalhes. Um sensor de temperatura 336 está disposto a jusante do elemento de fluxo 332.

Na caracterização mostrada, uma seção de conduto 342 geralmente em forma de "U" está conectada ao elemento de fluxo 332 para redirecionar o fluxo de ar. A seção de conduto 342 inclui uma seção reta e alongada 342a do aquecedor que é orientada verticalmente na caracterização mostrada. Conforme ilustrado na fig. 7, a passagem definida pela seção de conduto 342 aumenta a área da seção transversal a partir da extremidade da seção de conduto 342, que se conecta ao medidor de fluxo 332, para a seção reta e alongada 342a do aquecedor. Um elemento de aquecimento 352 fica posicionado dentro da seção reta 342a do aquecedor, da seção de conduto 342, sendo provido para aquecer o ar que flui pela seção de conduto 342. Na caracterização mostrada, o elemento de aquecimento 352 é um dispositivo elétrico. Uma camada isolante 354 envolve e encerra o elemento de aquecimento 352. O elemento de aquecimento 352 é projetado para ser capaz de aquecer o ar que flui pela seção de conduto 342 até uma temperatura alta o bastante para vaporizar o peróxido de hidrogênio e alta o bastante para manter uma temperatura desejada suficiente para evitar condensação no sistema de descontaminação 10. Em uma caracterização, o elemento de aquecimento 352 é capaz de aquecer o ar que flui através da seção de conduto 342 a aproximadamente pelo menos 105 °C. Em outra caracterização, o elemento de aquecimento 352 é capaz

de aquecer o ar que flui pela seção de conduto 342 a pelo menos 180 °C. O aumento na área da seção transversal da seção de conduto 342 permite que a tubulação menor do elemento de fluxo 332 se conecte ao diâmetro maior da seção 342a do aquecedor.

5 Um vaporizador 360 é conectado à extremidade da seção de conduto 342 a jusante do aquecedor 352. O vaporizador 360 compreende um alojamento 362 que define uma câmara *plenum* de vaporização 364 interna e alongada. Na caracterização mostrada, o alojamento 362 compreende uma concha retangular 366 tendo uma
10 primeira extremidade 366a tendo uma cobertura plana 372, e uma segunda extremidade 366b tendo uma base 374 em formato de funil. A área da seção transversal e o comprimento do alojamento 362 são dimensionados para permitir um tempo suficiente para que o líquido esterilizador seja ali vaporizado. A primeira extremidade 366a do
15 vaporizador 360 define uma extremidade de entrada, e uma segunda extremidade 366b do vaporizador 360 define uma extremidade de saída. A concha 366, a cobertura 372 e a base 374 são formadas preferencialmente de metal, e mais preferencialmente, de alumínio. A cobertura 372 é fixada à concha 366, preferencialmente por
20 solda. A seção de conduto 342 se comunica com a câmara *plenum* interna 364 do vaporizador 360 por meio de uma abertura na cobertura 372. A extremidade de saída 366b da concha 366 inclui um flange anular 376 para se conectar a um flange anular 378 na base 374. A base 374 tem formato de funil e conecta o alojamento 362 do
25 vaporizador a uma linha de alimentação de peróxido de hidrogênio vaporizado 512A, que por sua vez está conectada à câmara de descontaminação 500A.

Conforme ilustrado na fig. 7, o vaporizador 360 é orientado de tal maneira que a câmara *plenum* alongada de
30 vaporização 364 fica verticalmente orientada. A este respeito, o elemento de aquecimento 352 e a seção reta 342a da seção de conduto 342 ficam alinhados verticalmente com a câmara *plenum* de vaporização 364 de modo a dirigir o ar aquecido para baixo através da câmara *plenum* de vaporização 364.

35 Um sistema de injeção de esterilizador 410 está disposto dentro da câmara *plenum* de vaporização 364. O sistema de injeção 410 está centralmente disposto dentro da câmara *plenum*

364, e está orientado para injetar esterilizador na câmara *plenum* 364 para baixo, na direção da segunda extremidade 366b do alojamento do vaporizador 362.

O sistema de injeção 410, melhor visto na fig. 8, compreende um corpo tubular 412 que define uma câmara misturadora interna 414. Uma linha de ar 422 e uma linha de esterilizador 424 se conectam ao corpo 412 e se comunicam com a câmara misturadora interna 414. A linha de ar 422 é conectada a uma fonte (não mostrada) de ar seco filtrado, pressurizado, dentro do sistema 10 através do conduto 423. A linha de esterilizador 424 é conectada á linha de fornecimento de esterilizador 192 da unidade de fornecimento de esterilizador 100. Uma bomba 426, impulsionada por um motor 428, esquematicamente ilustrados na fig. 3, está disposta na linha de fornecimento de esterilizador 192 para alimentar esterilizador sob pressão no sistema de injeção 410. A bomba 426 é preferencialmente uma bomba peristáltica de velocidade variável. A bomba 426 é provida para bombear esterilizador no sistema de injeção 410 a uma taxa selecionada. (A taxa de injeção em gramas por minuto é medida por um medidor de massa 427.) O motor 428 é preferencialmente um motor de velocidade variável em que a taxa de injeção de esterilizador para o sistema de injeção 410 pode ser variada pela velocidade do motor 428. Um sensor de pressão 429 está disposto na linha de fornecimento de esterilizador 192, a jusante da bomba 426. O sensor de pressão 429 monitora (e assegura) a taxa de injeção de esterilizador apropriada e garante que o sistema de injeção 410 não fique obstruído.

Um bico atomizador 432 é fixado ao corpo 412. O bico 432 é preferencialmente capaz de criar uma fina aspensão (*spray*) de esterilizador, isto é, uma névoa que é suficientemente pequena para assegurar vaporização completa. Os bicos atomizadores comumente disponíveis encontram uma aplicação vantajosa na presente invenção.

Para facilitar o posicionamento do sistema de injeção 410 dentro da câmara *plenum* de vaporização 364, uma abertura 438 é formada no lado da concha 366. Um tubo anelar 442 é fixado, preferencialmente por soldagem, à concha 366 para envolver a abertura 438. Uma placa de cobertura 444 é fixada ao tubo anelar

442 com prendedores convencionais 446. Uma gaxeta 467 está disposta entre a placa de cobertura 444 e o tubo anelar 442 para prover uma vedação completa. Aberturas roscadas na placa de cobertura 444 recebem peças de encaixe convencionais 448 que
5 conectam a linha de ar 422 a um conduto de ar 423, e uma linha de esterilizador 424 a uma linha de fornecimento de esterilizador 192.

De acordo com um aspecto da presente invenção, o bico 432 é dimensionado em relação à concha 366 de tal sorte que o
10 contato do *spray* do bico 432 com a concha 366 é minimizado ou evitado durante a operação do vaporizador 360.

Um sensor de temperatura 452 está disposto dentro da câmara *plenum* de vaporização 364 entre a primeira extremidade 366a do vaporizador 360 e o sistema de injeção de esterilizador
15 410. Um segundo sensor de temperatura 454 está disposto dentro da câmara *plenum* de vaporização 364 a jusante do sistema de injeção de esterilizador 410, próximo à segunda extremidade 366b do alojamento do vaporizador 362. A queda de temperatura entre os sensores 452, 454 é proporcional ao calor necessário para
20 vaporizar o esterilizador, como será discutido abaixo em maiores detalhes.

Um sensor de peróxido de hidrogênio vaporizado 462, que é capaz de prover uma indicação da concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado e vapor de água, fica disposto
25 opcionalmente dentro da câmara *plenum* de vaporização 364 a jusante do sistema de injeção de esterilizador 410. O sensor de peróxido de hidrogênio vaporizado 462 fica disposto próximo à segunda extremidade 366b (a extremidade de saída) do vaporizador 360. O sensor 462 é preferencialmente um sensor infra-vermelho (IV), e
30 mais preferencialmente um sensor de quase infra-vermelho (IV). O sensor 462 tem geralmente formato cilíndrico, e está montado no alojamento 362 atravessando a câmara *plenum* 364. O sensor 462 é montado no alojamento 362 de modo a ser facilmente removível.

Câmaras de Descontaminação 500A, 500B

35 Conforme ilustrado na fig. 1, as unidades de vaporização 300A, 300B estão respectivamente conectadas às câmaras de descontaminação 500A, 500B através de condutos de peróxido de

hidrogênio vaporizado 512A, 512B. As câmaras de descontaminação 500A e 500B são essencialmente idênticas, e portanto apenas a câmara de descontaminação 500A será descrita, sendo compreendido que tal descrição se aplica igualmente à câmara de descontaminação 500B.

A câmara de descontaminação 500A, melhor vista nas figs. 6 e 9, compreende um envoltório ou alojamento 522 que define um espaço ou região 524 através da qual os itens 12 a serem esterilizados/descontaminados são transportados por um transportador 14. Um tubo múltiplo 542 está montado no alojamento 522, e tem uma pluralidade de aberturas ou bicos 544 espaçados separadamente que se comunicam com o espaço ou região 524 no alojamento 522. Como melhor visto na fig. 9, os bicos 544 ficam dispostos acima do transportador 14 para distribuir o peróxido de hidrogênio uniformemente vaporizado sobre os itens 12 que se movem através da câmara de descontaminação 500A.

Como melhor visto na fig. 9, um sensor de temperatura 546 e um sensor de peróxido de hidrogênio vaporizado 552 estão dispostos dentro do tubo múltiplo 542. O sensor de peróxido de hidrogênio vaporizado 552 é capaz de prover uma indicação da concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado e vapor de água. O sensor 552 é preferencialmente um sensor de quase infra-vermelho (IV). O sensor 552 é de formato cilíndrico e tem cabos de fibra óptica 552a estendendo-se a partir dele. Para facilitar a fácil inserção e remoção do sensor de quase infra-vermelho 552 do tubo múltiplo 542, um par de trilhos separadamente espaçados 562, 564 se estendem pelo tubo múltiplo 542. Na caracterização mostrada, os trilhos 562, 564 são hastes cilíndricas. O sensor de quase infra-vermelho 552 é inserido através da abertura nos lados do tubo múltiplo 542. As coberturas ou tampas 572, que permitem a passagem dos cabos 552a, vedam as aberturas.

Unidades de Decomposição 600A, 600B

Recorrendo agora à fig. 6, as unidades de decomposição 600A e 600B estão esquematicamente ilustradas. A unidade de decomposição 600A e a unidade de decomposição 600B são essencialmente idênticas e, portanto, apenas a unidade de

decomposição 600A será descrita, sendo compreendido que tal descrição se aplica igualmente à unidade de decomposição 600B.

Um conduto 612 conecta o envoltório 522 à unidade de decomposição 600A. Como melhor visto na fig. 9, um conduto 612 se comunica com a região 524 no envoltório 522 através de um lado do envoltório 522. Um dispositivo medidor de fluxo 622 está disposto dentro do conduto 612 para prover dados com respeito ao fluxo que por ali passa. Na caracterização mostrada, o dispositivo medidor de fluxo 622 inclui um sensor de pressão 624 que opera por meio da percepção da diferença de pressão através do dispositivo medidor de fluxo 622 para prover um sinal indicativo do fluxo através do dispositivo 622. Na caracterização selecionada, o dispositivo medidor de fluxo 622 é um dispositivo Venturi. Um sensor de pressão 625 adicional é provido para medir a pressão estática no dispositivo medidor de fluxo 622, para cálculos de fluxo de massa, conforme será discutido abaixo. Um sensor de temperatura 626 está disposto dentro do conduto 612 a jusante do dispositivo medidor de fluxo 622. O conduto 612 está conectado à extremidade de entrada de uma ventoinha 632 que é impulsionada por um motor 634. Um conduto 636 estendendo-se a partir do lado de saída da ventoinha 632 está conectado a um decompositor 642. O decompositor 642 é basicamente um dispositivo catalítico que opera destruindo o peróxido de hidrogênio que passa por ele. A este respeito, os decompositores catalíticos convertem o peróxido de hidrogênio vaporizado em água e oxigênio. Um sensor de temperatura 662 está disposto adiante, isto é, a montante, do decompositor 642. Um segundo sensor 664 está disposto atrás, isto é, a jusante, do decompositor 642.

Unidades de Aeração 700A, 700B

Recorrendo agora à fig. 4, a unidade de aeração 700A está ilustrada esquematicamente. A unidade de aeração 700A e a unidade de aeração 700B são essencialmente idênticas e, portanto, apenas a unidade de aeração 700A será descrita, sendo compreendido que tal descrição se aplica igualmente à unidade de aeração 700B. Conforme ilustrado na fig. 4, a unidade de aeração 700A está conectada à linha de fornecimento de ar 216 vinda da unidade de condicionamento de ar 200. A linha de fornecimento de

ar 216 da unidade de condicionamento de ar 200 fornece ar filtrado para as unidades de aeração 700A, 700B. A linha de fornecimento de ar 216 está conectada ao lado de entrada de uma ventoinha 712 que é impulsionada por um motor de velocidade variável 714. A

5 ventoinha 712 está disposta dentro da unidade de aeração 700A para movimentar o ar externo ao sistema 10 por meio do filtro 222 na unidade de condicionamento de ar 200 e através da linha de fornecimento 216. O lado de saída da ventoinha 712 está conectado a um conduto de aeração 722. O conduto de aeração 722 se estende

10 através da unidade de aeração 700A. A jusante da ventoinha 712, um dispositivo medidor de fluxo 732 está disposto dentro do conduto de aeração 722. Na caracterização selecionada, o dispositivo medidor de fluxo 732 é um dispositivo Venturi. Um sensor de pressão 734 mede a diferença de pressão através do dispositivo

15 medidor de fluxo 732 que provê sinais indicativos do fluxo através do conduto de aeração 722. Um sensor de pressão 735 é provido para medir a pressão estática para o dispositivo medidor de fluxo 732, para facilitar o cálculo da taxa de fluxo de massa através do conduto de aeração 722. Um sensor de temperatura 736 está disposto

20 antes (a montante) do dispositivo medidor de fluxo 732. O sensor de temperatura 736 está disposto entre a ventoinha 712 e o dispositivo medidor de fluxo 732. Um elemento de válvula 738 está disposto no conduto de aeração 722 a jusante do dispositivo medidor de fluxo 732 para regular a quantidade de fluxo através do

25 conduto de aeração 722. Um elemento de filtro 742 está disposto a jusante do elemento de válvula 738. O elemento de filtro 742, preferencialmente um filtro HEPA, provê uma segunda filtragem do ar que flui pelo conduto de aeração 722, além do filtro 222 na unidade de condicionamento de ar 200. Um elemento de aquecimento

30 752 está disposto no conduto de aeração 722 a jusante do elemento de filtro 742. O tubo múltiplo 762 inclui uma pluralidade de bicos ou portos 764 para distribuir o ar filtrado e aquecido à câmara 500A. O tubo múltiplo 762 está disposto acima do transportador 14 em um local onde o transportador 14 sai da câmara de

35 descontaminação 500A. Um sensor de temperatura 766 está disposto dentro do tubo múltiplo 762.

A unidade de aeração 700A provê ar aquecido e filtrado para câmara de descontaminação 500A para purgar o vapor de peróxido dos itens 12 no transportador 14 e para evitar condensação.

5 Como melhor visto nas figs. 1 e 4, um conduto 772 conecta o conduto 512A de peróxido de hidrogênio vaporizado ao conduto de aeração 722. O conduto 772 está conectado ao conduto 512A de peróxido de hidrogênio vaporizado entre o vaporizador 360 e o tubo múltiplo 542. O conduto 772 está conectado ao conduto de
10 aeração 722 entre a válvula 738 e o elemento de filtro 742. Uma válvula 774 está disposta no conduto 772 para ali controlar o fluxo. O conduto 772 é provido para descontaminar periodicamente o elemento de filtro 742 na unidade de aeração 700A. Fechando a válvula 738 no conduto de aeração 722 e abrindo a válvula 774 no
15 conduto 772, o peróxido de hidrogênio vaporizado pode ser dirigido a partir do vaporizador 360 através do elemento de filtro 742.

Conforme provido na presente invenção, controlando a temperatura do ar, a taxa de fluxo de ar, a temperatura do esterilizador e a taxa de injeção de esterilizador
20 em um sistema de descontaminação, uma concentração desejada de peróxido de hidrogênio vaporizado pode ser mantida dentro de uma câmara de descontaminação. Ao usar peróxido de hidrogênio vaporizado (PHV) em um sistema de descontaminação, é necessário impedir que o peróxido de hidrogênio vaporizado se condense nos
25 produtos ou itens a serem descontaminados. Em um estado estável, num processo de peróxido de hidrogênio vaporizado de fluxo estável, a taxa de injeção de esterilizador, a taxa de fluxo de ar e a temperatura do ar devem ser controladas para evitar condensação. De acordo com a presente invenção, o sistema
30 vaporizador de peróxido de hidrogênio é controlado para uma concentração e temperatura de peróxido de hidrogênio vaporizado desejadas, para evitar condensação. De acordo com um aspecto da presente invenção, a operação do sistema 10 é controlada para manter a concentração de peróxido de hidrogênio em um fluxo de ar
35 a uma temperatura de ponto de orvalho que fica abaixo da temperatura dos itens a serem descontaminados. O sistema 10 é

controlado com base em um modelo matemático que será agora descrito.

Sabe-se que a concentração de ponto de orvalho da água e do esterilizador de peróxido de hidrogênio é dependente da temperatura do ar - na qual o esterilizador é injetado - e da concentração da água e do peróxido no ar. No caso de um estado estável, num processo de fluxo estável, como é usado com o equipamento de descontaminação de peróxido de hidrogênio vaporizado, a concentração de ponto de orvalho é dependente da taxa de injeção do esterilizador e da temperatura e do fluxo volumétrico do ar após o injetor.

A concentração de peróxido de hidrogênio C_p no fluxo e ar (mg/litro) pode ser determinada pela seguinte equação:

$$(1) \quad C_p = \frac{I * 1000}{F * 28,32} \left(\frac{P}{100} \right) E$$

onde:

I = taxa de injeção de esterilizador (gramas/min)
 F = taxa de fluxo de ar (pé³/min real)
 P = porcentagem de peróxido no esterilizador
 E = eficiência do vaporizador (0,90 = 90%) que é uma função da quantidade de peróxido de hidrogênio "quebrado" no processo de vaporização.

Na equação, "1000" é um fator de conversão para converter gramas em miligramas. "28,32" é um fator de conversão para converter pés cúbicos em litros.

A concentração de vapor de água C_a no fluxo de ar (mg/litro) pode ser determinada pela seguinte equação:

$$(2) \quad C_a = \frac{I * 1000}{F * 28,32} \left(\frac{100 - P}{100} \right) + \frac{I * 1000}{F * 28,32} \left(\frac{P}{100} \right) (1 - E) \frac{9}{17} + C_{a,ar}$$

O peróxido de hidrogênio se quebra em água e oxigênio. Nove-dezessete avos do peróxido de hidrogênio catalisado são convertidos em água com o equilíbrio sendo convertido em oxigênio. Isto é visto na equação 2 a qual acrescenta a porção de água do peróxido de hidrogênio catalisado à concentração de água vista no fluxo de ar.

$C_{a,ar}$ = concentração de água no fluxo de ar que flui no vaporizador (mg/litro)

A partir das equações (1) e (2), a concentração de água e peróxido de hidrogênio no fluxo de ar pode ser determinada. O ponto de orvalho do peróxido de hidrogênio é determinado com base no seguinte.

5 Sabe-se que quando o líquido de uma dada concentração de H_2O_2 é colocado em um recipiente sem umidade inicial, o peróxido de hidrogênio líquido e a água evaporarão e alcançarão equilíbrio no recipiente. A concentração do vapor de peróxido de hidrogênio será mais baixa do que a concentração de
10 peróxido de hidrogênio encontrada no líquido. A partir de fontes conhecidas, tal como um livro intitulado: "*Peroxide Hydrogen*" por Schumb, Satterfield, & Wentworth ©1955, equações e uma tabela provêm a relação entre o líquido e as concentrações de gás para H_2O_2 e água. Dentro de um recipiente, a concentração de vapor
15 alcançará o ponto de saturação.

A fonte de informação é usada para determinar o ponto de saturação de misturas de água e peróxido de hidrogênio em um dado volume.

A este respeito, a fração de moles de peróxido de
20 hidrogênio na gás de fase (yh) sobre uma solução de peróxido de hidrogênio-água (forma líquida) é determinada pela seguinte equação.

$$(3) \quad y_h = \frac{p_{hg} \cdot x_h \cdot y_h}{P} = \frac{p_{hg} \cdot x_h \cdot y_h}{(p_{ag} \cdot x_a \cdot y_a) + (p_{hg} \cdot x_h \cdot y_h)}$$

onde:

25 x_h = Fração em moles de peróxido de hidrogênio no líquido esterilizador

P = pressão de vapor total da mistura (mm Hg).

A pressão de vapor total (P) da mistura é determinada pela seguinte equação.

$$(4) \quad P = p_{ag} \cdot x_a \cdot y_a + p_{hg} \cdot (1 - x_a) y_h$$

onde:

30 p_{ag} = pressão de vapor de água (mm Hg) (ver equação abaixo)

x_a = fração de moles de água

p_{hg} = pressão de vapor de peróxido de hidrogênio (mm Hg) (ver equação abaixo)

35 y_a = coeficiente de atividade para água

O coeficiente de atividade para água é determinado pela seguinte equação.

$$(5) \quad ya = \exp\left(\frac{(1-xp)^2}{RT} [B_0 + B_1(1-4xa) + B_2(1-2xa)(1-6xa)]\right)$$

onde:

xp = fração em moles de peróxido de hidrogênio

R = constante de gás ideal 1,987 cal/gmole-K

B_0 = coeficiente para cálculo do coeficiente de atividade = $-1017 + 0,97 * T$

B_1 = coeficiente para cálculo do coeficiente de atividade = 85

B_2 = coeficiente para cálculo do coeficiente de atividade = 13

T = temperatura de vapor de água (K)

O coeficiente de atividade para peróxido de hidrogênio (y_h) é determinado pela seguinte equação.

$$(6) \quad ya = \exp\left(\frac{(xa)^2}{RT} [B_0 + B_1(3-4xa) + B_2(1-2xa)(5-6xa)]\right)$$

A fração em moles de peróxido de hidrogênio (x_p) é determinada pela seguinte equação (tomada de $H_2O_2.com$).

$$(7) \quad xp = \frac{(porcent * PMa)}{[PMp * (100 - porcent) + porcent * PMa]}$$

onde:

$porcent$ = porcentagem de peróxido de hidrogênio em forma de gás ou de líquido.

PMa = peso molecular de água = 18,016 gramas/mole.

PMp = peso molecular de peróxido de hidrogênio = 34,016 gramas/mole

A pressão de vapor de água é determinada usando as seguintes equações (do livro de Fundamentos da ASHRAE). Para temperaturas acima de 32 °F (0 °C), é dada a seguinte equação (8):

$$VP = \exp\left[\frac{C_8}{(TF + 460)} + C_9 + C_{10}(TF + 460) + C_{11}(TF + 460)^2 + C_{12}(TF + 460)^3 + C_{13} \cdot \text{Log}(TF + 460)\right]$$

onde:

VP = pressão de vapor na saturação (psi)

TF = temperatura de vapor (°F)

$$C_8 = -10440,397$$

$$C_9 = -11,29465$$

$$C_{10} = -0,027022355$$

$$C_{11} = 0,00001289036$$

$$5 \quad C_{12} = -2,4780681 \cdot 10^{-09}$$

$$C_{13} = 6,5459673$$

A pressão de vapor de peróxido de hidrogênio anidro é determinada pela seguinte equação.

$$(9) \quad p_{hg} = 10^{\left(44,576 - \frac{4025,3}{T} - 12,996 \cdot \log T + 0,0046055 \cdot T\right)}$$

onde:

10 p_{hg} = pressão de vapor de peróxido de hidrogênio
(mm Hg)

T = temperatura de vapor (K)

A lei do gás ideal pode ser usada para calcular o nível de saturação do peróxido de hidrogênio e componentes de vapor de água a uma dada temperatura, conforme mostrado na
15 referência 2. A lei do gás ideal é determinada pela seguinte equação.

$$(10) \quad PV = nRT$$

onde:

20 P = pressão de vapor de água e mistura de peróxido (mm Hg)

V = volume (m^3)

n = número de moles

R = Constante do Gás Universal (0,082 litro-atm/mole-K)

25 T = temperatura de vapor (K)

A concentração saturada de peróxido ou vapor de água é normalmente dada em massa por volume de unidade. A equação (10) pode ser arranjada para determinar concentração conforme dado na equação (11) a seguir.

$$(11) \quad C = w/V = Mn/V = MxP/(RT)$$

30 onde:

C = concentração saturada de vapor (mg/litro)

w = massa (mg)

V = volume (litro)

M = peso molecular da água ou peróxido de hidrogênio (gramas/mole); 34,016 gramas/mole para peróxido; 18,016 gramas/mole para água

x = fração de moles de vapor

5 P = pressão de vapor de água e mistura de peróxido (mm Hg) das equações (8) e (9)

R = Constante do Gás Universal (0,082 litro-atm/mole-K)

T = temperatura de vapor (K)

10 A equação (11) pode ser resolvida para a concentração saturada de água ($C_{a,sat}$) e peróxido de hidrogênio ($C_{h,sat}$). A porcentagem de vapor de peróxido de hidrogênio pode ser calculada usando a seguinte equação.

$$(12) \quad P_c = [C_{p,c} / (C_{p,c} + C_{a,c})] 100$$

onde:

15 P_c = porcentagem de peróxido de hidrogênio na forma de vapor

$C_{p,c}$ = concentração de peróxido de hidrogênio da equação (11) (mg/litro)

20 $C_{a,c}$ = concentração de água da equação (11) (mg/litro)

A porcentagem de peróxido de hidrogênio na forma de vapor calculada com a equação (12) pode ser comparada à porcentagem de peróxido de hidrogênio calculada usando as equações (1) e (2).

$$(13) \quad P = [C_p / (C_p + C_a)] 100$$

25 onde:

P = porcentagem teórica de peróxido de hidrogênio no fluxo de ar

C_p e C_a estão explicadas nas equações (1) e (2) acima

30 A porcentagem de peróxido calculada na equação (12) deve coincidir com aquela calculada na equação (13). Conforme explicado acima, se a porcentagem de peróxido de hidrogênio no esterilizador for usada na equação (7), a porcentagem encontrada usando a equação (12) será muito baixa. As equações podem ser
35 forçadas a produzir a concentração de vapor saturada correta a partir da equação (12) aumentando-se a concentração (porcentagem)

de peróxido de hidrogênio líquido usada na equação (7) até que a concentração encontrada usando as equações (12) e (13) coincida.

A temperatura de entrada de ar deve ser suficiente para vaporizar o esterilizador e prover uma temperatura de saída alta o bastante para evitar condensação a jusante. A temperatura requerida na entrada para o tubo vaporizador é determinada como se segue.

O calor requerido para vaporizar o peróxido de hidrogênio é principalmente devido ao calor latente de vaporização para o peróxido de hidrogênio. Em uma menor extensão, o calor perceptível é necessário para aquecer o líquido esterilizador a partir da temperatura ambiente até a temperatura de vaporização. O calor de vaporização (calor latente) como uma função da concentração de peróxido de hidrogênio em água é dado na fig. 10, provido como uma cortesia de H₂O₂.com.

O calor latente, h_{fg} , é dado em unidades de calorias por grama. As unidades para h_{fg} podem ser convertidas em BTU por grama para 35% de peróxido em água como se segue.

$$h_{fg} = 525 \frac{\text{cal}}{\text{gm}} \left(\frac{1 \text{ BTU}}{251,9968 \text{ cal}} \right) = 2,083 \frac{\text{BTU}}{\text{gm}}$$

O calor de vaporização é determinado pela seguinte equação.

$$(14) \quad Q_{\text{vap}} = h_{fg}(I) \quad (\text{BTU/min})$$

onde:

I = taxa de injeção de esterilizador (gramas/min)

O calor perceptível requerido para aquecer o esterilizador a partir da temperatura ambiente até a temperatura de saída desejada é determinado pela seguinte equação.

$$(15) \quad Q_{\text{sen}} = I \cdot \rho_{\text{ster}} \cdot C_{p,\text{ster}}(T_2 - T_{\text{amb}})$$

onde:

ρ_{ster} = densidade do esterilizador encontrada em H₂O₂.com (ver fig. 11) (gramas/ml)

$C_{p,\text{ster}}$ = calor específico de esterilizador encontrado em H₂O₂.com (ver fig. 12) (BTU/gramas-°C)

T_2 = temperatura de saída do vaporizador definida pelo usuário (°C)

T_{amb} = temperatura ambiente do esterilizador (°C)

As figs. 11 e 12 são providas como uma cortesia de H₂O₂.com.

Ar quente será usado para vaporizar o esterilizador. O calor perdido pelo fluxo de ar, Q_{ar} , é determinado pela seguinte equação.

$$(16) \quad Q_{ar} = m \cdot C_p \cdot (T_1 - T_2) \text{ (BTU/min)}$$

onde:

m = taxa de fluxo da massa de ar = (0,075 lbm/scf) × scfm (lbm/min)

C_p = calor específico do ar à temperatura de tamanho (BTU/lbm-R)

T_1 = temperatura do ar na entrada (no tubo do vaporizador) (°F)

T_2 = temperatura do ar na saída (fora do tubo do vaporizador) (°F)

A temperatura de saída é determinada conhecendo-se o ponto de orvalho do esterilizador no fluxo de ar usando as equações dadas acima. O valor para Q_{ar} é igual a Q_{vap} mais Q_{sen} . A única desconhecida na equação (16) é a temperatura de entrada. Resolvendo a equação (16) para T_1 :

$$(17) \quad T_1 = \frac{Q_{vap} + Q_{sen}}{m C_p} + T_2$$

Recorrendo agora à operação do sistema 10, um controle (não mostrado) é programado para permitir que o sistema 10 opere em três modos diferentes de operação, isto é: (1) operar para manter uma temperatura de ponto de orvalho desejada dentro das câmaras de descontaminação 500a, 500b; (2) operar a uma taxa fixa de injeção de esterilizador, e (3) operar para manter uma concentração de peróxido desejada. O controle recebe sinais de entrada dos vários sensores ao longo do sistema 10. Além disso, o controle é programado, com base nas equações precedentes, para controlar os de elementos aquecimento 298, 352, 752, os motores dos ventoinhaes 294, 322, 632, 712, e os motores das bombas 124, 324, 428 conforme um modo selecionado de operação.

Recorrendo primeiro ao primeiro modo de operação que mantém um ponto de orvalho específico nas câmaras de descontaminação, certas entradas de usuário são requeridas para este modo de operação. Especificamente, as entradas de usuário são as seguintes: (a) uma temperatura de ponto de orvalho desejada (T_{dp}), (b) uma temperatura de saída do vaporizador desejada, e (c) a porcentagem de peróxido de hidrogênio no líquido esterilizador.

Quando o sensor 552 de peróxido de hidrogênio vaporizado é usado, o ponto de orvalho pode ser calculado. Quando nenhum sensor estiver disponível, ele pode ser estimado usando as equações (1) e (2) para calcular as concentrações de água e peróxido (assumindo que a eficiência é conhecida).

Como já é conhecido por especialistas, a temperatura de ponto de orvalho é a temperatura na qual o vapor de água e o vapor de peróxido de hidrogênio no ar se tornam saturados e a condensação começa. No contexto da presente invenção, o objetivo do sistema 10 quando operado no primeiro modo de operação é controlar a temperatura do ar, o fluxo de ar, e a concentração de água e de peróxido de hidrogênio vaporizado (PHV) no fluxo de ar para evitar a condensação nos itens 12 a serem esterilizados. Como será considerado por especialistas, a temperatura dos itens 12 a serem esterilizados é um fator que determina uma temperatura de ponto de orvalho real. Na caracterização mostrada, os itens 12 serão transportados através de uma câmara de descontaminação 500A ou 500B. A temperatura inicial dos itens 12 entrando na câmara 500A ou 500B é importante na determinação da temperatura de ponto de orvalho desejada (T_{dp}). A temperatura de ponto de orvalho desejada é determinada com base na temperatura inicial dos itens 12 entrando na câmara de descontaminação 500A ou 500B. Para assegurar que não haja formação de condensação nos itens 12, "a temperatura de ponto de orvalho desejada", também chamada de "temperatura pré-selecionada", introduzida no sistema é preferencialmente um número de graus específico abaixo das temperaturas iniciais dos itens 12 ao entrarem na câmara de descontaminação 500A ou 500B. Na caracterização selecionada, a temperatura de ponto de orvalho desejada é selecionada para ser aproximadamente 30 °C mais baixa do que a temperatura inicial dos

itens 12 ao entrarem na câmara de descontaminação 500A ou 500B. Será, é claro, considerado que o fator de temperatura adicionado possa ser aumentado ou diminuído, desde que ele permaneça mais baixo do que a temperatura inicial dos itens 12.

5 Como será considerado por especialistas, quanto mais baixa a temperatura dos itens 12 a serem esterilizados ao entrarem na câmara de descontaminação, mais baixa a temperatura de ponto de orvalho, à qual a água e o vapor de peróxido de hidrogênio se condensarão nos itens 12.

10 A segunda parte dos dados introduzidos pelo usuário é uma temperatura de saída do vaporizador desejada. Até certo ponto, estes dados também são dependentes das propriedades físicas dos itens 12 a serem descontaminados. A este respeito, pode ser necessário operar o sistema 10 abaixo de uma certa
15 temperatura para evitar danos aos itens 12.

 A terceira parte dos dados introduzidos pelo usuário é a porcentagem de peróxido de hidrogênio no líquido esterilizador. Esta informação é fornecida pelo provedor do líquido esterilizador.

20 Com base na informação introduzida acima, o sistema opera no primeiro modo de operação, como se segue.

 Inicialmente, ambos tanques reservatórios 132A, 132B na unidade de fornecimento de esterilizador 100 estão preferencialmente cheios de líquido esterilizador. O líquido
25 esterilizador é provido aos respectivos tanques pela bomba 122. Os tanques 132A, 132B são abastecidos preferencialmente a um nível de preenchimento desejado, indicado pelo sensor de nível 154 em cada tanque 132A, 132B.

 Preferencialmente, um tanque 132A ou 132B é usado
30 para prover líquido esterilizador às unidades de vaporização 300A, 300B em qualquer momento. Uma vez que um determinado tanque 132A ou 132B seja esvaziado do líquido esterilizador, o líquido esterilizador do outro tanque 132B ou 132A é então usado para prover as unidades de vaporização 300A, 300B. Um tanque vazio 132A
35 ou 132B pode ser reabastecido abrindo as válvulas 144, 146 apropriadas para esvaziar o tanque 132A ou 132B e bombeando o líquido esterilizador vindo de uma fonte de fornecimento externa

114 no tanque vazio. Enquanto um tanque vazio 132A ou 132B está sendo abastecido, o outro tanque 132A ou 132B é usado para prover as unidades de vaporização 300A, 300B. Os tanques 132A, 132B são dimensionados para permitir uma operação contínua do sistema de descontaminação 10 enquanto um tanque 132A ou 132B está sendo re-enchido. Como resultado, pode ser provido simultaneamente um fluxo geralmente contínuo de esterilizador para os vaporizadores 300A, 300B para permitir o processamento contínuo dos itens 12.

Conforme ilustrado na fig. 2, o líquido esterilizador dos tanques 132A, 132B são dirigidos ao tanque de coleta 170. O tanque de coleta 170 é dimensionado para permitir que quaisquer gases que tenham sido liberados do líquido esterilizador sejam ventilados da unidade de fornecimento 100 antes de entrar nas unidades de vaporização 300A, 300B. A este respeito, foi constatado que as dimensões externas do tanque de coleta 170, sendo significativamente maiores do que as linhas de alimentação e condutos no sistema 10, permitem que o gás no líquido esterilizador seja liberado e ventilado, e evitam que bolhas ou bolsões de gás fluam para as unidades de vaporização 300A, 300B.

Conforme previamente indicado, a unidade de fornecimento de esterilizador 100 é um sistema alimentado por gravidade. Para evitar que bolhas de gás sejam apanhadas na linha de alimentação de vaporização 192, todos os condutos e a tubulação que formam a linha de alimentação de vaporização 192 desde o tanque de coleta 170 até as unidades de vaporização 300A, 300B têm uma inclinação para baixo de tal modo que qualquer gás liberado pelo líquido esterilizador dentro da linha de alimentação de vaporização 192 migre para o tanque de coleta 170 onde pode ser liberado através da linha de respiro 174. A válvula 176 na linha de respiro 174 é controlada pela chave de flutuação 177.

Recorrendo agora à operação das unidades de vaporização 300A, 300B conforme mostrado na fig. 3, a operação da unidade de vaporização 300A será agora descrita, sendo compreendido que tal descrição também se aplica à unidade de vaporização 300B. O controle do sistema 10 faz o motor 324 impulsionar a ventoinha 322, retirando assim o ar através da

unidade de condicionamento de ar 200 e impelindo o ar no vaporizador 360 através do conduto vertical 328. O fluxo de ar criado pela ventoinha 322 é medido pelo elemento de fluxo 332. Conforme indicado acima, o motor 324 é preferencialmente um motor de velocidade variável controlado eletricamente em que o fluxo de ar criado pelo vaporizador 360 pode ser ajustado automaticamente pelo controle. O elemento de aquecimento 352 é energizado para aquecer o ar que entra na câmara *plenum* de vaporização 364. A saída do elemento de aquecimento 352 pode ser ajustada alterando o ciclo de trabalho para o elemento de aquecimento 352. Em outras palavras, a temperatura do ar que flui na câmara *plenum* de vaporização 364 pode ser ajustada, adequando-se a saída do elemento de aquecimento 352.

Quando o sistema 10 é inicialmente acionado, o ar da ventoinha 322 é forçado através da câmara *plenum* 364 e através da câmara de descontaminação 500A. O ar aquecido é impelido através do sistema 10 para permitir que seus componentes se aqueçam até que a temperatura do sistema 10 se estabilize. Os sensores de temperatura 274, 286, 336, 452, 454, 546, 626, 662 e 664 ao longo do sistema 10 monitoram a temperatura do ar dentro do sistema 10 e determinam quando o sistema alcança uma temperatura de equilíbrio baseada na temperatura de entrada do elemento de aquecimento 352 conforme medida pelo sensor de temperatura 336.

Uma vez que a temperatura do sistema 10 tenha se estabilizado, o líquido esterilizador é injetado no fluxo de ar aquecido através do sistema injetor 410. A quantidade de esterilizador injetada no sistema é estabelecida pelo controle com base em cálculos usando as equações acima apresentadas. A injeção inicial de líquido esterilizador no fluxo aquecido cria um aumento de pressão dentro da câmara *plenum* de vaporização 364 como resultado da vaporização de líquido esterilizador no fluxo de ar aquecido. Este aumento de pressão dentro da câmara *plenum* de vaporização 364 resultará em um fluxo de ar reduzido no vaporizador 360. Esta queda no fluxo de ar será percebida pelo elemento de fluxo 332. Conforme um aspecto da presente invenção, a operação do motor da ventoinha 322 é controlada pelo fluxo de ar detectado pelo elemento de fluxo 332. Com base em sinais de saída

de elemento de fluxo 332 e do sensor 334, o controle aumenta a velocidade da ventoinha 322 para manter o fluxo de ar desejado através de câmara *plenum* de vaporização 364 e nas unidades a jusante. A este respeito, o sistema 10 está auto-ajustado para
5 manter uma taxa de fluxo de ar desejada através do sistema 10 enquanto o peróxido de hidrogênio vaporizado está sendo gerado. O peróxido de hidrogênio vaporizado vindo da unidade de vaporização 360 é transportado para a câmara de descontaminação 500A através de linha de alimentação de peróxido 512A. Conforme outra
10 caracterização da presente invenção, por razões de segurança a unidade de vaporização 360 fica situada acima da câmara de descontaminação 500A conforme mostrado na fig. 3. A este respeito, qualquer peróxido de hidrogênio não vaporizado na unidade de vaporização 360 permanecerá em estado líquido e gotejará ou fluirá
15 para baixo na câmara de descontaminação 500A. O gotejamento ou fluxo de peróxido de hidrogênio líquido na câmara de descontaminação 500A pode ser averiguado por meio de inspeção visual da câmara de descontaminação 500A. Se for percebido peróxido de hidrogênio líquido na câmara de descontaminação 500A,
20 o sistema é fechado para evitar uma situação de risco.

O peróxido de hidrogênio vaporizado entra no tubo múltiplo 542 onde é distribuído sobre os itens 12 através dos bicos 544. A este respeito, como será considerado, os itens 12 começam a se mover através da câmara de descontaminação 500A uma
25 vez que a operação regular do vaporizador 360 tenha se estabelecido.

Conforme ilustrado esquematicamente nos desenhos, o peróxido de hidrogênio vaporizado é dirigido sobre os itens 12 a partir de cima. A ventoinha 632 na unidade de decomposição 600A é
30 energizada para retirar o peróxido de hidrogênio vaporizado da câmara de descontaminação 500A através da linha 612. O elemento de fluxo 622 provê sinais indicativos do fluxo para ventoinha 632. O controle controla a operação da ventoinha 632 de modo a equilibrar o fluxo de ar fora da câmara de descontaminação 500A com o fluxo
35 de ar através da câmara *plenum* de vaporização 364. O fluxo de ar retirado da câmara de descontaminação 500A é impelido através do decompositor 642 onde o hidrogênio vaporizado é quebrado em

oxigênio e água que são expelidos do sistema 10, conforme esquematicamente ilustrado na fig. 6.

Conforme indicado acima, durante este modo de operação, isto é, em que o sistema é controlado para manter a
5 concentração de vapor de água e peróxido de hidrogênio vaporizado na câmara de descontaminação 500A em uma temperatura de ponto de orvalho desejada, o controle do sistema 10 monitora constantemente os vários sensores ao longo do sistema 10 para assegurar que a quantidade apropriada de esterilizador de peróxido de hidrogênio
10 líquido está sendo injetada no sistema de injeção 410.

Conforme outro aspecto da presente invenção, o sistema 10 monitora e verifica a quantidade de peróxido de hidrogênio vaporizado produzida dentro do sistema 10 de várias maneiras. De acordo com um primeiro método para medir o peróxido
15 de hidrogênio vaporizado (PHV), o sistema 10 monitora a queda de temperatura no decompositor 642 usando os sensores de temperatura 662 e 664. A este respeito, a decomposição do peróxido de hidrogênio vaporizado produz calor. Monitorando a mudança de temperatura no decompositor 642, uma primeira indicação da
20 quantidade de peróxido de hidrogênio vaporizado fluindo pelo sistema pode ser determinada.

Um segundo método para medir e monitorar o peróxido de hidrogênio vaporizado dentro do sistema 10 é através de medições do sensor de peróxido de hidrogênio vaporizado 462 ou
25 552.

Um terceiro método para medir e monitorar a quantidade de peróxido de hidrogênio vaporizado no sistema 10 é por monitoramento da taxa de injeção de líquido esterilizador no sistema de injeção 410. A este respeito, o medidor de massa de
30 saída 427 pode ser monitorado para prover uma indicação das quantidades medidas de líquido esterilizador no sistema de injeção 410. As concentrações de água e peróxido são calculadas usando as equações 1 e 2.

Um quarto método para medir e monitorar a
35 quantidade de peróxido de hidrogênio vaporizado no sistema 10 monitora a mudança de temperatura dentro da câmara *plenum* de vaporização 364. Especificamente, são monitorados os sensores de

temperatura 452 e 454 dentro da câmara *plenum* de vaporização 364. Da mesma maneira que a decomposição de peróxido de hidrogênio vaporizado produz uma quantidade específica de calor por massa de unidade, assim, também, a vaporização de peróxido de hidrogênio líquido requer uma quantidade específica de calor que produz uma diminuição na temperatura. Monitorando a mudança na temperatura do fluxo de ar dentro da câmara *plenum* de vaporização 364, a quantidade de peróxido de hidrogênio vaporizado no sistema 10 pode ser determinada.

Conforme um aspecto da presente invenção, o sistema 10 monitora todas as quatro condições acima e compara os cálculos de saída uns com os outros. Se qualquer um dos quatro parâmetros monitorados estiver fora de uma faixa de erro aceitável, o sistema 10 alerta o operador do sistema sobre problemas potenciais.

Monitorando continuamente os sensores ao longo do sistema 10, a concentração de vapor de água e vapor de peróxido de hidrogênio dentro do fluxo de ar pode ser mantida em uma temperatura de ponto de orvalho desejada. Então, conforme indicado acima, a temperatura de ponto de orvalho operacional desejada preferencialmente fica aproximadamente 30 °C abaixo das temperaturas dos itens 12 que entram na câmara de descontaminação, e a condensação em tais itens 12 pode ser evitada.

A presente invenção provê assim um sistema 10 que pode operar para manter uma temperatura de ponto de orvalho específica, evitar a condensação de vapor de água ou peróxido de hidrogênio vaporizado nos itens 12 e, ao mesmo tempo, manter uma temperatura operacional desejada para não danificar os itens 12 a serem descontaminados.

Recorrendo agora ao segundo modo de operação, isto é, em que sistema 10 é mantido a uma taxa de injeção predeterminada, é necessário que o usuário introduza uma vez mais uma temperatura desejada do tubo múltiplo 542, e a porcentagem de peróxido de hidrogênio no líquido esterilizador. Neste modo de operação, uma vez que um fluxo estável foi estabelecido, a taxa de injeção do sistema de injeção 410 é mantida em uma quantidade fixada. O fluxo de ar pelo sistema pode aumentar para manter uma

temperatura operacional desejada, porém, a taxa de injeção permanece constante ao longo da operação neste modo. O ponto de orvalho é provido ao usuário de modo que uma determinação pode ser feita sobre se ocorrerá condensação.

5 No terceiro modo de operação, isto é, em que a concentração de peróxido de hidrogênio vaporizada é mantida estável, o usuário introduz uma temperatura operacional do tubo múltiplo 542 desejada. Uma vez que o fluxo de ar de estado estável foi estabelecido pelo sistema, o peróxido de hidrogênio líquido é
10 injetado no fluxo de ar. Conforme indicado acima, o sistema 10 monitora a quantidade de peróxido de hidrogênio vaporizado no sistema 10 e mantém a concentração de peróxido de hidrogênio vaporizada desejada aumentando ou diminuindo a taxa de injeção da bomba 426 do sistema de injeção 410.

15 A estratégia de controle para o primeiro modo de operação é executada como se segue:

1) O usuário introduz o seguinte:

a. A temperatura de ponto de orvalho desejada (Tdp);
20 b. A temperatura do tubo múltiplo;
c. A porcentagem de peróxido de hidrogênio no líquido esterilizador.

2) É conhecido o seguinte:

a. A eficiência (E) do vaporizador determinada
25 através de teste; (Quando um sensor IV similar 462 é usado, as equações 1 e 2 são dispensáveis para determinar as concentrações de peróxido de hidrogênio e água. Quando um sensor IV similar 462 não é usado, as equações 1 e 2 são usadas para calcular as concentrações de peróxido de hidrogênio e água. Este cálculo
30 requer que o nível de eficiência do vaporizador seja indicado pelo usuário no controle do sistema de descontaminação 10.)

b. A concentração de água no fluxo de ar expelido do secador, a partir de dados do fornecedor ou de teste.

3) Presume-se inicialmente que o vapor expelido
35 do vaporizador conterà a mesma porcentagem de peróxido de hidrogênio que o líquido esterilizador.

4) Cálculo da fração em moles de peróxido de hidrogênio (x_p) no esterilizador usando a equação 7.

5) Cálculo da fração em moles de água no esterilizador, $x_a = 1 - x_p$

5 6) Cálculo dos coeficientes de atividade usando as equações 5 e 6 na temperatura de ponto de orvalho introduzida pelo usuário.

7) Cálculo da pressão de vapor de água e peróxido de hidrogênio usando as equações 8 e 9 na temperatura de ponto de orvalho introduzida pelo usuário.

8) Cálculo da pressão de vapor total usando a equação 4.

9) Determinação da fração em moles de peróxido de hidrogênio do gás sobre o líquido usando a equação 3.

15 10) Determinação de se a fração de mole calculada usando a equação 7 é igual àquela calculada usando a equação 3.

11) Caso as frações em moles não coincidirem dentro de uma faixa de erro aceitável, iterar a fração em moles de peróxido no esterilizador (estado líquido) e refazer as etapas 5 a 10 acima. Uma dentre muitas técnicas de iteração pode ser usada para convergir para a solução.

12) Se a fração em moles coincidir dentro da faixa de erro aceitável, calcular a concentração saturada do peróxido de hidrogênio (Ch,sat) e água (Ca,sat) usando a equação 11.

13) Cálculo da taxa de injeção de esterilizador a partir da equação 1 usando Ch,sat .

14) Cálculo da concentração de água (Ca) usando a equação 2.

30 15) Comparação de Ca com Ca,sat .

16) Se Ca e Ca,sat não forem iguais dentro de uma faixa de erro aceitável, recalcular a porcentagem de peróxido (P) usando Ch,sat e Ca : $P = Ch,sat / (Ch,sat + Ca) \cdot 100$ e refazer as etapas 4 a 15.

35 17) Se Ca e Ca,sat estiverem dentro da faixa de erro aceitável, a taxa de injeção inicial será fixada igual àquela calculada na etapa 15 acima.

18) Cálculo do calor de vaporização (Q_{vap}) usando a equação 14.

19) Determinação da temperatura do ar na entrada do vaporizador (T_1) usando a equação 16.

20) Se a temperatura de ar calculada na etapa 19 não for muito grande para os componentes a jusante, o fluxo de ar pode ser estabelecido na T_1 e o peróxido pode ser injetado no fluxo de ar depois que o sistema alcançou um estado estável.

21) Se a temperatura do ar T_1 for muito grande para os componentes a jusante, a temperatura pode ser fixada inicialmente para a temperatura máxima permissível.

22) A taxa de injeção pode, assim, ser determinada por iteração até que a temperatura de saída do vaporizador fique acima do ponto de orvalho pela mesma margem que aquela entre a temperatura de ponto de orvalho desejada (T_{dp}) e a temperatura de saída desejada (T_2).

23) Um processo de avanço gradual pode ser continuado até que as temperaturas de ponto de orvalho (T_{dp}) e de saída (T_2) sejam alcançadas.

24) Se uma realimentação for provida ao controle, o ponto de orvalho pode ser alcançado usando a concentração real de peróxido de hidrogênio e de água ao invés daqueles calculados nas equações 1 e 2.

A estratégia de controle para o segundo modo de operação é apresentada a seguir.

1) O usuário introduz o seguinte:

- a. A taxa de injeção desejada;
- b. A temperatura no tubo múltiplo;
- c. A porcentagem de peróxido de hidrogênio no líquido esterilizador.

2) É conhecido o seguinte:

- a. A eficiência (E) do vaporizador verificada por meio de teste (usada quando o sensor IV similar não é utilizado).
- b. A concentração de água no fluxo de ar expelido do secador, a partir de dados do fornecedor ou de teste.

3) O controle calcula e exibe um ponto de orvalho com base na taxa de injeção fixada pelo usuário.

4) O usuário, conhecendo o ponto de orvalho para a taxa de injeção introduzida, pode então, se necessário, ajustar, isto é, mudar, as "entradas de usuário" para evitar condensação nos itens a serem descontaminados. A este respeito, no segundo modo de operação, não há controle automático do ponto de orvalho.

A estratégia de controle para o terceiro modo de operação é apresentada a seguir.

1) O usuário introduz o seguinte:

a. A concentração desejada de peróxido de hidrogênio.

b. A temperatura do tubo múltiplo.

c. A porcentagem de peróxido de hidrogênio no líquido esterilizador.

2) É conhecido o seguinte:

a. A eficiência (E) do vaporizador verificada por meio de teste (usada quando o sensor IV similar não é utilizado).

b. A concentração de água no fluxo de ar expelido do secador, a partir de dados do fornecedor ou de teste.

3) O controle calcula e avança a taxa de injeção do peróxido de hidrogênio líquido até que a concentração desejada de peróxido de hidrogênio vaporizado seja alcançada.

4) O controle calcula e exibe o ponto de orvalho na concentração de peróxido de hidrogênio desejada.

A descrição precedente é uma caracterização específica da presente invenção. Deve ser considerado que esta caracterização é descrita apenas para propósitos de ilustração, e aquelas numerosas alterações e modificações podem ser feitas por especialistas sem fugir do espírito e escopo da invenção. Pretende-se que todas as modificações e as alterações sejam incluídas à medida que elas estejam dentro do escopo da invenção, conforme as reivindicações ou seus equivalentes.

R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1. "VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO", compreendendo um método para descontaminar itens, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 (a) mover uma pluralidade de itens tendo uma temperatura conhecida ao longo de um primeiro caminho;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho compreendendo uma câmara *plenum* alongada, o dito segundo caminho cruzando o dito primeiro caminho a jusante da dita
10 câmara *plenum*;

(c) aquecer o dito gás carregador a uma temperatura de aproximadamente pelo menos 105 °C em um local a montante da dita câmara *plenum*;

(d) introduzir no dito gás carregador na dita
15 câmara *plenum* uma névoa atomizada de um peróxido de hidrogênio líquido de concentração conhecida; e

(e) controlar o seguinte:

(1) o fluxo volumétrico de gás carregador ao longo do dito segundo caminho;

20 (2) o volume de peróxido de hidrogênio introduzido no dito gás carregador; e

(3) a temperatura do dito gás carregador introduzido na dita câmara *plenum*, de tal modo que a concentração do dito peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador,
25 onde o dito primeiro caminho cruza o dito segundo caminho, tem uma temperatura de ponto de orvalho abaixo da dita temperatura conhecida dos ditos itens.

2. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa
30 de decompor o dito peróxido de hidrogênio vaporizado ao longo do dito segundo caminho a jusante do dito primeiro caminho.

3. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador é maximizada.

35 4. "VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO", compreendendo um método para descontaminar itens, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um primeiro caminho que inclui uma câmara de descontaminação, os ditos itens tendo uma temperatura predeterminada;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a câmara de descontaminação, a dita câmara de descontaminação estando a jusante da dita câmara *plenum* alongada;

(c) aquecer o dito gás carregador em um local a montante da dita câmara *plenum*, a uma temperatura suficiente para vaporizar peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no dito gás carregador na dita câmara *plenum*, para produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na dita câmara *plenum*;

(e) expor os ditos itens na dita câmara de descontaminação ao dito peróxido de hidrogênio vaporizado; e

(f) controlar o dito peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura igual ou acima de uma temperatura pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o dito fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do dito segundo caminho;

(2) uma taxa de introdução do dito peróxido de hidrogênio líquido introduzido no dito gás carregador; e

(3) a dita temperatura do dito gás carregador introduzido na dita câmara *plenum*.

5. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a dita temperatura pré-selecionada fica aproximadamente 30 °C abaixo da dita temperatura predeterminada dos ditos itens.

6. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita câmara *plenum* alongada está disposta acima da dita câmara de descontaminação.

7. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui uma etapa de:

simultaneamente determinar uma concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador e ajustar

uma taxa de introdução do dito peróxido de hidrogênio líquido no dito gás carregador para alcançar uma concentração predeterminada de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador.

5 8. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente as etapas de:

prover um decompositor no dito segundo caminho a jusante da dita câmara de descontaminação; e

10 determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador, através de medição da mudança de temperatura no dito decompositor.

9. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente as etapas de:

15 prover um sensor de peróxido de hidrogênio, operando para medir a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador ao longo do dito segundo caminho; e

20 determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador com base no dito sensor de peróxido de hidrogênio.

10. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dito sensor de peróxido de hidrogênio é um sensor de infra-vermelho (IV).

25 11. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dito sensor de peróxido de hidrogênio é um sensor infra-vermelho (IV) similar.

30 12. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dito sensor de peróxido de hidrogênio está disposto na dita câmara de descontaminação.

13. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dito sensor de peróxido de hidrogênio está disposto na dita câmara *plenum*.

35 14. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente as etapas de:

prover um medidor de massa, operando para medir uma taxa de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido na dita câmara *plenum*; e

determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio no dito gás carregador com base na dita taxa de injeção.

15. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a dita concentração de peróxido de hidrogênio no dito gás carregador é determinada medindo-se a mudança de temperatura do dito gás carregador entre um local a montante de onde o dito peróxido de hidrogênio líquido é introduzido no dito gás carregador, e um local a jusante de onde o dito ponto de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido é introduzido no dito gás carregador.

16. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a dita concentração de peróxido de hidrogênio no dito gás carregador é determinada com base em pelo menos dois dos seguintes métodos:

(a) prover um decompositor no dito segundo caminho em um local a jusante da dita câmara de descontaminação, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado a partir de uma mudança de temperatura no dito decompositor;

(b) prover um primeiro sensor de peróxido de hidrogênio na dita câmara de descontaminação, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base no dito primeiro sensor de peróxido de hidrogênio;

(c) prover um segundo sensor de peróxido de hidrogênio na dita câmara *plenum*, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base no dito segundo sensor de peróxido de hidrogênio;

(d) prover um medidor de massa, operando para medir uma taxa de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido na dita câmara *plenum*, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base na dita massa; ou

(e) determinar a dita concentração a partir de uma mudança de temperatura do dito gás carregador, entre um ponto

a montante de um ponto de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido no dito gás carregador, e um ponto a jusante do dito ponto de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido.

17. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de temperatura operando, cada um, para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de pressão operando, cada um, para medir uma pressão do dito gás carregador em um local;

determinar a dita temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras do dito sensor de peróxido de hidrogênio, da dita pluralidade de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão; e

controlar o dito peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura de ponto de orvalho igual ou abaixo da dita temperatura pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o dito fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do dito segundo caminho;

(2) uma taxa de introdução de peróxido do dito hidrogênio líquido introduzido no dito gás carregador; e

(3) a dita temperatura do dito gás carregador introduzido na dita câmara *plenum*.

18. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover um sensor de peróxido de hidrogênio, operando para medir a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado e uma concentração de vapor de água no dito gás carregador ao longo do dito segundo caminho;

prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo

caminho, os ditos sensores de temperatura operando, cada um, para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de pressão operando, cada um, para medir uma pressão do dito gás carregador em um local;

determinar a dita temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras do dito sensor de peróxido de hidrogênio, da dita pluralidade de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão; e

controlar o dito peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura de ponto de orvalho igual ou abaixo da dita temperatura pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o dito fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do dito segundo caminho;

(2) uma taxa de introdução de peróxido do dito hidrogênio líquido introduzido no dito gás carregador; e

(3) a dita temperatura do dito gás carregador introduzido na dita câmara *plenum*.

19. **"VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO"**, compreendendo um método para descontaminar itens, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um primeiro caminho através de uma câmara de descontaminação, os ditos itens tendo uma predeterminada temperatura;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a dita câmara de descontaminação, a dita câmara de descontaminação estando a jusante da dita câmara *plenum* alongada;

(c) aquecer o dito gás carregador em um local a montante da dita câmara *plenum* a uma temperatura suficiente para vaporizar peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no dito gás carregador na dita câmara *plenum*, para produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na dita câmara *plenum*;

(e) medir uma temperatura e uma pressão do dito gás carregador em pontos diferenciados ao longo do dito segundo caminho;

5 (f) determinar uma temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base na dita temperatura e na dita pressão do dito gás carregador no dito segundo caminho;

(g) introduzir o dito peróxido de hidrogênio vaporizado na dita câmara de descontaminação; e

10 (h) controlar o dito peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura de ponto de orvalho igual ou abaixo de uma temperatura pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o dito fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do dito segundo caminho;

15 (2) uma taxa de introdução de peróxido do dito hidrogênio líquido introduzido no dito gás carregador; e

(3) a dita temperatura do dito gás carregador introduzido na dita câmara *plenum*.

20 20. "**VAPORIZADOR**", de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a dita temperatura pré-selecionada fica aproximadamente 30 °C abaixo da dita temperatura predeterminada dos ditos itens.

25 21. "**VAPORIZADOR**", de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover um sensor de peróxido de hidrogênio, operando para medir a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado e uma concentração de vapor de água no dito gás carregador ao longo do dito segundo caminho;

30 prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de temperatura operando, cada um, para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

35 prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de pressão operando, cada um, para medir uma pressão do dito gás carregador em um local; e

determinar a dita temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras do dito sensor de peróxido de hidrogênio, da dita pluralidade de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão.

22. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de temperatura operando para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de pressão operando para medir uma pressão do dito gás carregador em um local; e

determinar uma temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras da dita pluralidade de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão.

23. **"VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO"**, compreendendo um método para descontaminar itens, compreendendo as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um primeiro caminho que inclui uma câmara de descontaminação, os ditos itens tendo uma temperatura predeterminada;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a dita câmara de descontaminação, a dita câmara de descontaminação estando disposta a jusante da dita câmara *plenum* alongada;

(c) aquecer o dito gás carregador em um local a montante da dita câmara *plenum* a uma temperatura suficiente para vaporizar peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no dito gás carregador na dita câmara

plenum a uma taxa fixa, para produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na dita câmara *plenum*;

(e) expor os ditos itens na dita câmara de descontaminação ao dito peróxido de hidrogênio vaporizado; e

5 (f) manter o dito peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura igual ou acima de uma temperatura pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o dito fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do dito segundo caminho; e

10 (2) a dita temperatura do dito gás carregador introduzido na dita câmara *plenum*.

24. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a dita câmara *plenum* alongada está disposta acima da dita câmara de descontaminação.

15 25. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a dita temperatura pré-selecionada fica aproximadamente 30 °C abaixo da dita temperatura predeterminada dos ditos itens.

20 26. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a dita concentração de peróxido de hidrogênio no dito gás carregador é determinada com base em pelo menos um dos seguintes métodos:

(a) prover um decompositor no dito segundo caminho em um local a jusante da dita câmara de descontaminação, e
25 determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado a partir de uma mudança de temperatura no dito decompositor;

(b) prover um primeiro sensor de peróxido de hidrogênio na dita câmara de descontaminação, e determinar a dita
30 concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base no dito primeiro sensor de peróxido de hidrogênio;

(c) prover um segundo sensor de peróxido de hidrogênio na dita câmara *plenum*, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base no dito segundo
35 sensor de peróxido de hidrogênio;

(d) prover um medidor de massa, operando para medir uma taxa de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido

na dita câmara *plenum*, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base na dita massa; ou

(e) determinar a dita concentração a partir de uma mudança de temperatura do dito gás carregador, entre um ponto a montante de um ponto de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido no dito gás carregador, e um ponto a jusante do dito ponto de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido.

27. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover um sensor de peróxido de hidrogênio, operando para medir a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado e uma concentração de vapor de água no dito gás carregador ao longo do dito segundo caminho;

prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de temperatura operando, cada um, para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de pressão operando, cada um, para medir uma pressão do dito gás carregador em um local; e

determinar uma temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras do dito sensor de peróxido de hidrogênio, da dita pluralidade de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão.

28. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de temperatura operando para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho,

os ditos sensores de pressão operando para medir uma pressão do dito gás carregador em um local; e

determinar uma temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras da dita pluralidade de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão.

29. **"VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO",** compreendendo um método para descontaminar itens, compreendendo as etapas de:

(a) mover uma pluralidade de itens ao longo de um primeiro caminho que inclui uma câmara de descontaminação;

(b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* alongada e a dita câmara de descontaminação, a dita câmara de descontaminação disposta a jusante da dita câmara *plenum* alongada;

(c) aquecer o dito gás carregador em um local a montante da dita câmara *plenum* a uma temperatura suficiente para vaporizar peróxido de hidrogênio;

(d) introduzir peróxido de hidrogênio líquido de uma concentração conhecida no dito gás carregador na dita câmara *plenum*, para produzir peróxido de hidrogênio vaporizado na dita câmara *plenum*;

(e) expor os ditos itens na dita câmara de descontaminação ao dito peróxido de hidrogênio vaporizado; e

(f) manter o dito peróxido de hidrogênio vaporizado a uma temperatura igual ou abaixo de uma temperatura pré-selecionada e o dito peróxido de hidrogênio vaporizado a uma concentração igual ou abaixo de uma concentração pré-selecionada, controlando-se o seguinte:

(1) o dito fluxo volumétrico de gás carregador que se move ao longo do dito segundo caminho;

(2) uma taxa de introdução do dito peróxido de hidrogênio líquido no dito gás carregador; e

(3) a dita temperatura do dito gás carregador introduzido na dita câmara *plenum*.

30. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que a dita câmara *plenum* alongada está disposta acima da dita câmara de descontaminação.

31. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui uma etapa de:

simultaneamente determinar uma concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador, e ajustar uma taxa de introdução do dito peróxido de hidrogênio líquido no dito gás carregador, para alcançar uma concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado no dito gás carregador igual ou abaixo de uma concentração pré-selecionada.

32. "VAPORIZADOR", de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que a dita concentração de peróxido de hidrogênio no dito gás carregador é determinada com base em pelo menos um dos seguintes métodos:

(a) prover um decompositor no dito segundo caminho em um local a jusante da dita câmara de descontaminação, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado a partir de uma mudança de temperatura no dito decompositor;

(b) prover um primeiro sensor de peróxido de hidrogênio na dita câmara de descontaminação, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base no dito primeiro sensor de peróxido de hidrogênio;

(c) prover um segundo sensor de peróxido de hidrogênio na dita câmara *plenum*, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base no dito segundo sensor de peróxido de hidrogênio;

(d) prover um medidor de massa, operando para medir uma taxa de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido na dita câmara *plenum*, e determinar a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado com base na dita massa; ou

(e) determinar a dita concentração a partir de uma mudança de temperatura do dito gás carregador, entre um ponto a montante de um ponto de injeção do dito peróxido de hidrogênio

líquido no dito gás carregador, e um ponto a jusante do dito ponto de injeção do dito peróxido de hidrogênio líquido.

33. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover um sensor de peróxido de hidrogênio, operando para medir a dita concentração de peróxido de hidrogênio vaporizado e uma concentração de vapor de água no dito gás carregador ao longo do dito segundo caminho;

prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de temperatura operando, cada um, para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de pressão operando, cada um, para medir uma pressão do dito gás carregador em um local; e

determinar a dita temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras do dito sensor de peróxido de hidrogênio, da dita pluralidade de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão.

34. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que a dita etapa (f) inclui as etapas de:

prover uma pluralidade de sensores de temperatura em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de temperatura operando, cada um, para medir uma temperatura do dito gás carregador em um local;

prover uma pluralidade de sensores de pressão em locais separadamente espaçados ao longo do dito segundo caminho, os ditos sensores de pressão operando, cada um, para medir uma pressão do dito gás carregador em um local; e

determinar a dita temperatura de ponto de orvalho do dito peróxido de hidrogênio vaporizado e do dito vapor de água no dito gás carregador, com base em leituras da dita pluralidade

de sensores de temperatura e da dita pluralidade de sensores de pressão.

35. **"VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO"**, compreendendo um dispositivo para descontaminar itens, caracterizado pelo fato de compreender:

uma câmara de descontaminação;

um transportador para transportar os itens a serem descontaminados ao longo de um primeiro caminho através da dita câmara de descontaminação;

uma unidade de vaporização conectada à dita câmara de descontaminação, a dita unidade de vaporização estando disposta acima da dita câmara de descontaminação;

uma ventoinha para movimentar um gás carregador através da dita unidade de vaporização e através da dita câmara de descontaminação;

meio de aquecimento para aquecer o dito gás carregador que flui através da dita unidade de vaporização;

uma fonte de peróxido de hidrogênio líquido conectada à dita unidade de vaporização; e

um dispositivo de injeção para injetar peróxido de hidrogênio líquido na dita unidade de vaporização.

36. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de vaporização compreende:

uma câmara alongada tendo uma porta de entrada e uma porta de saída, a dita porta de saída estando conectada à dita câmara de descontaminação, a dita porta de saída localizada abaixo da dita porta de entrada.

37. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo de injeção compreende:

um bico localizado centralmente na dita câmara alongada, o dito bico comunicando-se com a dita fonte de peróxido de hidrogênio líquido, e operando para injetar peróxido de hidrogênio líquido na dita câmara alongada como uma névoa atomizada de peróxido de hidrogênio.

38. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que o dito meio de aquecimento é um aquecedor conectado à dita unidade de vaporização.

39. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

um decompositor conectado à dita câmara de descontaminação, o dito decompositor sendo para decompor o peróxido de hidrogênio no dito gás carregador que flui através do dito decompositor; e

10 uma ventoinha disposta entre a dita câmara de descontaminação e o dito decompositor, para movimentar o dito gás carregador a partir da câmara de descontaminação até o dito decompositor.

40. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

uma unidade de condicionamento de ar conectada à dita unidade de vaporização, a dita unidade de condicionamento de ar compreendendo:

uma câmara;

20 um filtro conectado à dita câmara para remover contaminantes do dito gás carregador que flui através da dita câmara;

um dispositivo resfriador conectado à dita câmara, para resfriar o dito gás carregador que flui através da dita câmara;

25 um conduto de regeneração conectado, em uma extremidade, à dita câmara;

uma ventoinha para movimentar uma porção do dito gás carregador a partir da dita câmara através do dito conduto de regeneração;

30 meio de aquecimento para aquecer a dita porção do dito gás carregador que flui através do dito conduto de regeneração; e

um elemento de dessecação conectado à dita câmara e ao dito conduto de regeneração para remover a umidade do dito gás carregador que flui através da dita câmara.

41. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que o dito elemento de dessecação é rotativo sobre um eixo de tal modo que porções do dito elemento de dessecação são móveis entre a dita câmara e o dito conduto de regeneração.

42. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

uma conjunto de reservatório conectado à dita fonte de peróxido de hidrogênio líquido e à dita unidade de vaporização, o dito conjunto de reservatório compreendendo:

um primeiro tanque de armazenamento;

um segundo tanque de armazenamento, o dito primeiro tanque de armazenamento e o dito segundo tanque de armazenamento estando conectados à dita fonte de peróxido de hidrogênio;

um tanque de coleta conectado ao dito primeiro tanque de armazenamento e ao dito segundo tanque de armazenamento, o dito tanque de coleta também estando conectado à dita unidade de vaporização;

arranjo de válvulas para comunicar seletivamente o dito primeiro tanque de armazenamento e o dito segundo tanque de armazenamento com o dito tanque de coleta, e para comunicar seletivamente o dito primeiro tanque de armazenamento e o dito segundo tanque de armazenamento com a dita fonte de peróxido de hidrogênio líquido;

uma linha de respiro conectada em uma extremidade ao dito tanque de armazenamento, e uma segunda extremidade da dita linha de respiro disposta em um local acima do topo do dito primeiro tanque de armazenamento e do dito segundo tanque de armazenamento; e

uma válvula de respiro disposta na dita linha de respiro para ali controlar o fluxo.

43. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

meio de bombeamento para bombear o dito peróxido de hidrogênio líquido a partir da dita fonte de peróxido de

hidrogênio líquido até o dito primeiro tanque de armazenamento e até o dito segundo tanque de armazenamento.

44. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que o dito tanque de coleta fica
5 situado acima da dita unidade de vaporização.

45. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

uma unidade de aeração conectada à dita câmara de descontaminação, a dita unidade de aeração sendo para remover
10 contaminantes de um gás que flui através da dita unidade de aeração de ar e da dita câmara de descontaminação, a dita unidade de aeração compreendendo:

um conduto conectado em uma extremidade à dita câmara de descontaminação;

15 uma ventoinha para movimentar o dito gás através do dito conduto até a dita câmara de descontaminação;

um filtro para remover contaminantes do dito gás que flui através do dito conduto; e

20 meio de aquecimento para aquecer o dito gás que flui através do dito conduto.

46. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 45, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

um conduto secundário conectado, em uma extremidade, à dita unidade de vaporização, e a outra extremidade
25 do dito conduto, a um local a montante do dito filtro; e

arranjo de válvulas para conectar seletivamente a dita unidade de vaporização ao dito filtro e à dita câmara de descontaminação.

47. **"VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO"**,
30 compreendendo um dispositivo para descontaminar itens em uma câmara de descontaminação, tendo um conjunto de reservatório compreendendo:

um primeiro tanque de armazenamento conectado a uma fonte de peróxido de hidrogênio;

35 um segundo tanque de armazenamento conectado a uma fonte de peróxido de hidrogênio;

um tanque de coleta conectado ao dito primeiro tanque de armazenamento e ao dito segundo tanque de armazenamento, o dito tanque de coleta também estando conectado a uma unidade de vaporização;

5 arranjo de válvulas para comunicar seletivamente o dito primeiro tanque de armazenamento e o dito segundo tanque de armazenamento com o dito tanque de coleta e para comunicar seletivamente o dito primeiro tanque de armazenamento e o dito segundo tanque de armazenamento com a dita fonte de peróxido de
10 hidrogênio líquido;

 uma linha de respiro conectada em uma extremidade ao dito tanque de coleta, e uma segunda extremidade da dita linha de respiro disposta em um local acima do topo do dito primeiro tanque de armazenamento e do dito segundo tanque de armazenamento;
15 e

 uma válvula de respiro disposta na dita linha de respiro para ali controlar o fluxo.

 48. **"VAPORIZADOR"**, de acordo com a reivindicação 47, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

20 meio de bombeamento para bombear o dito peróxido de hidrogênio líquido a partir da dita fonte de peróxido de hidrogênio líquido até o dito primeiro tanque de armazenamento e até o dito segundo tanque de armazenamento.

25

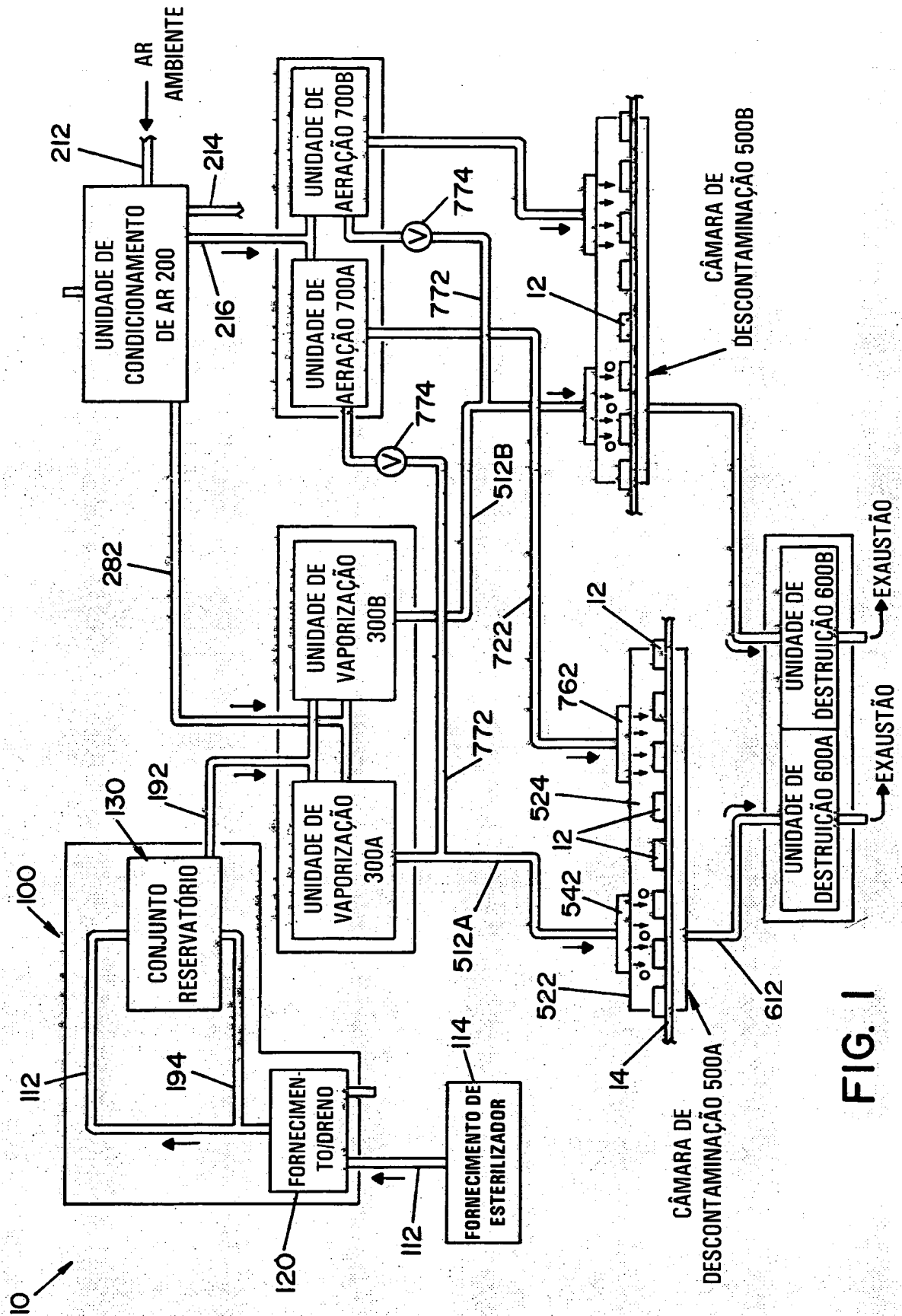


FIG. 1

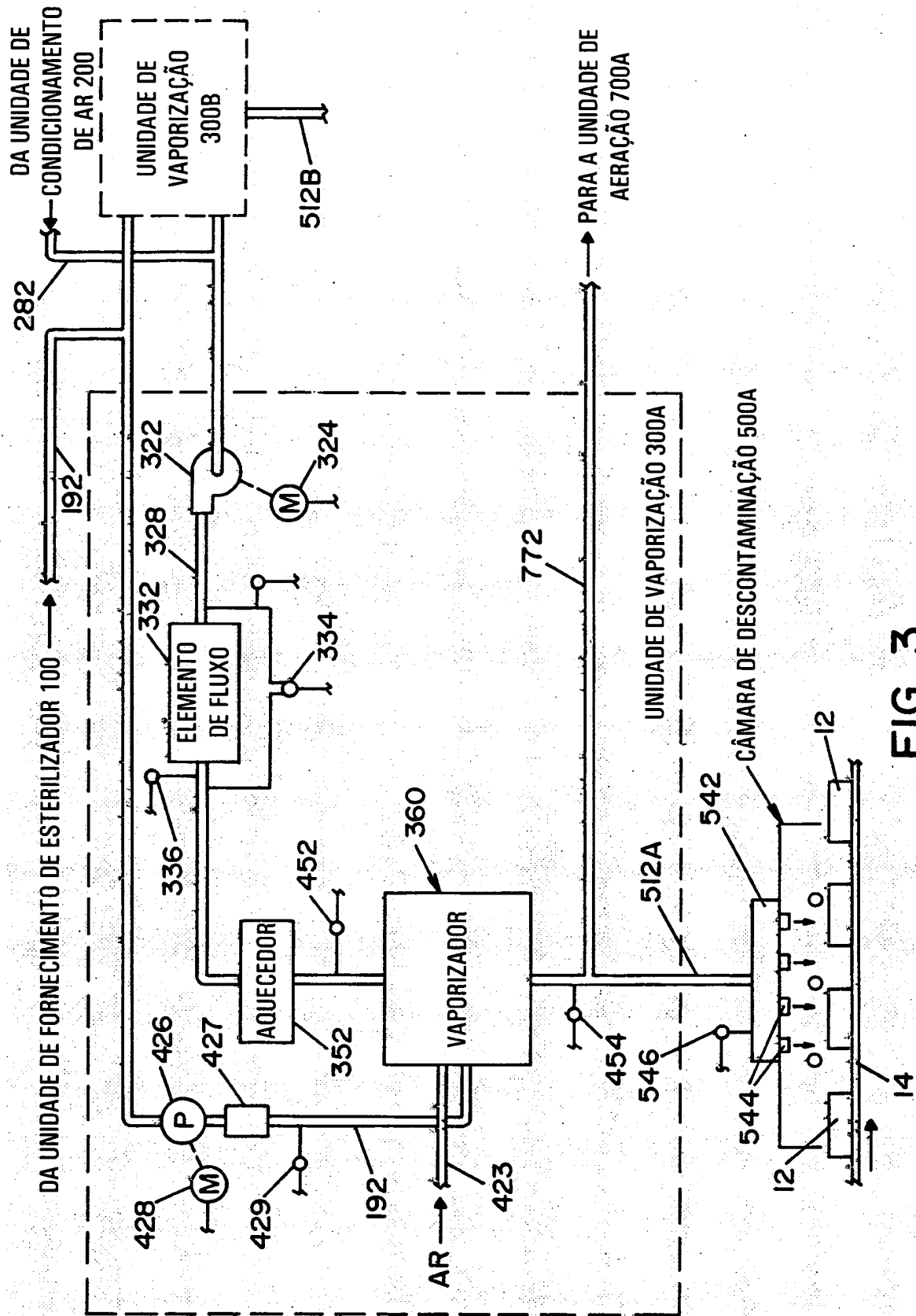


FIG. 3

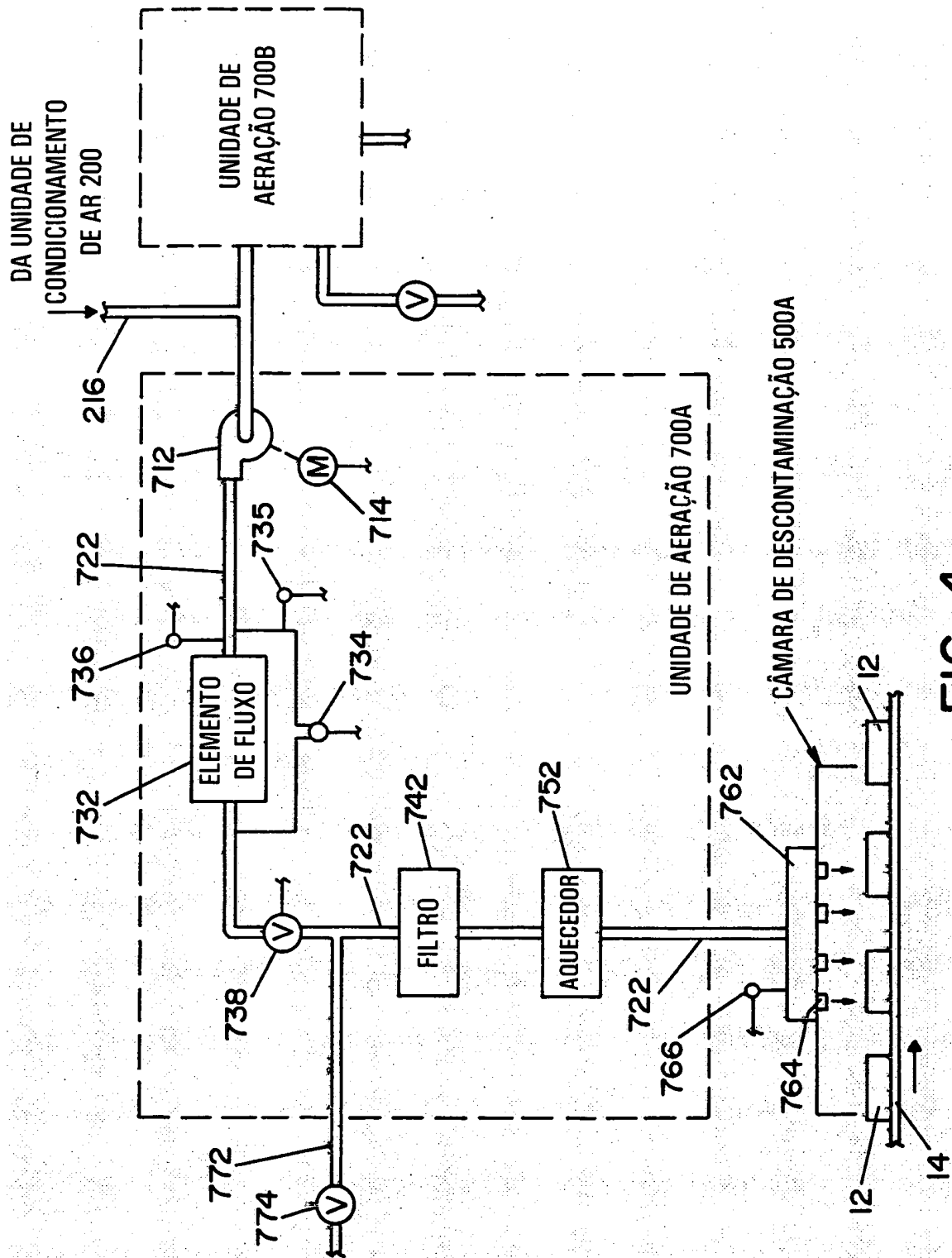


FIG. 4

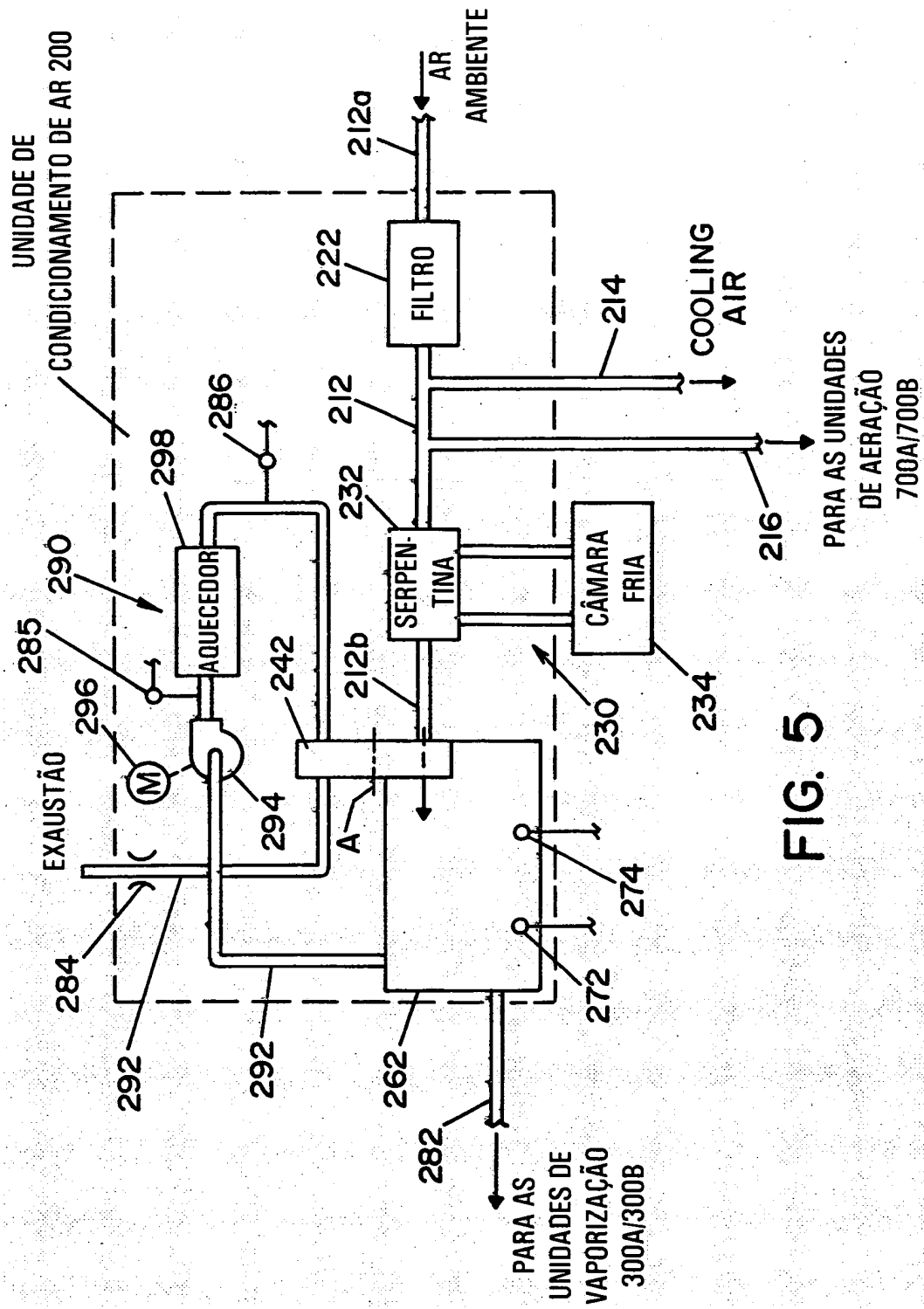


FIG. 5

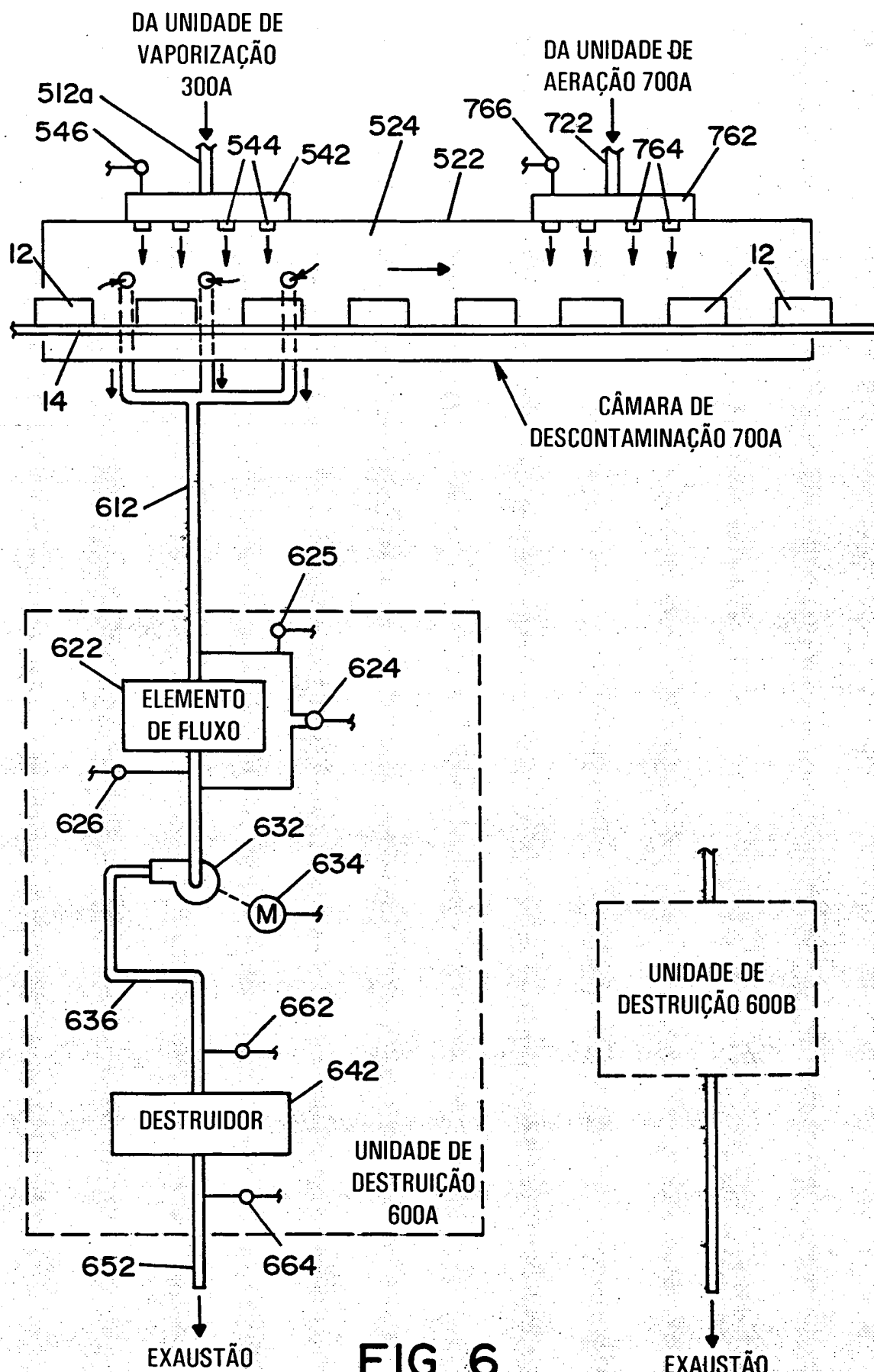


FIG. 6

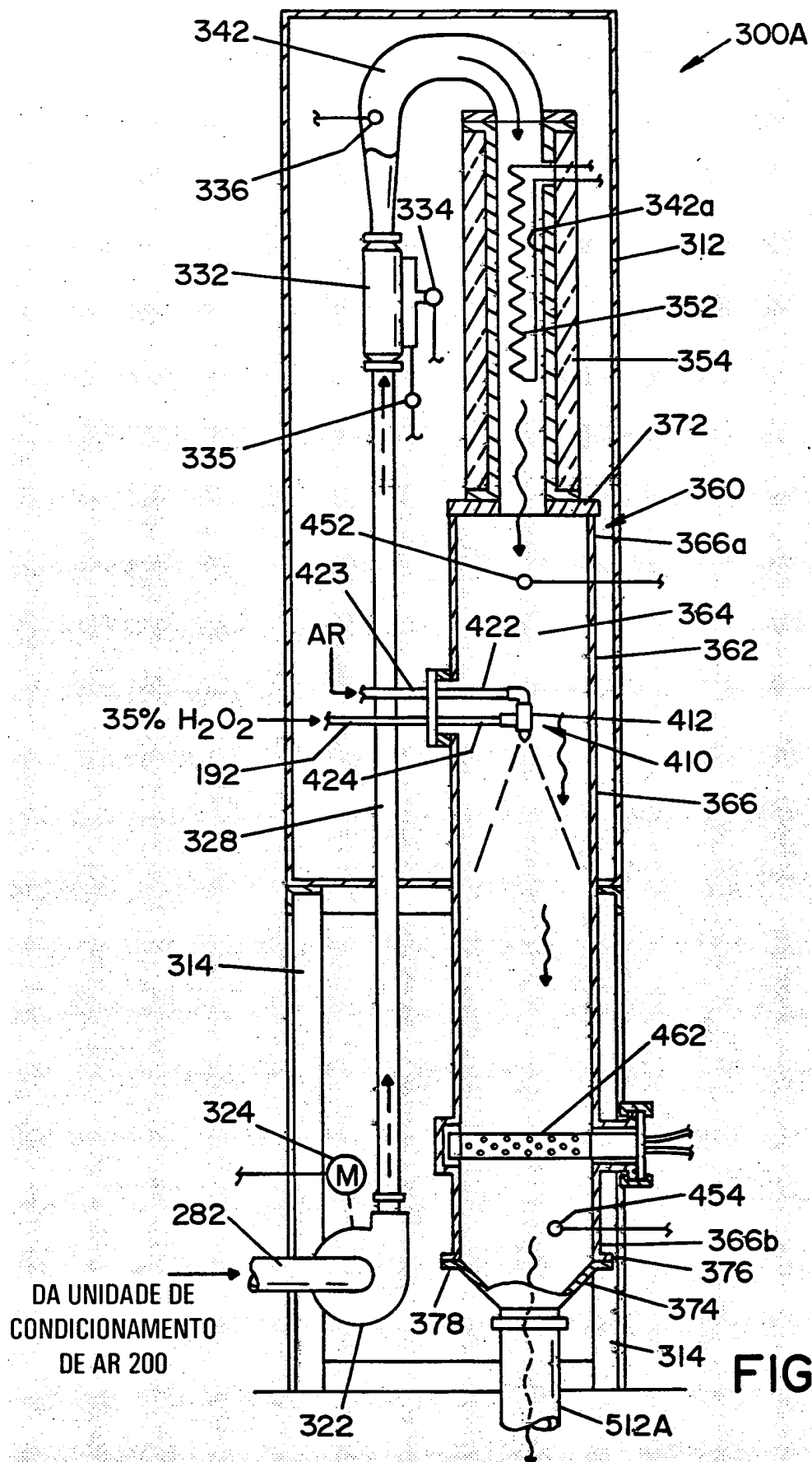


FIG. 7

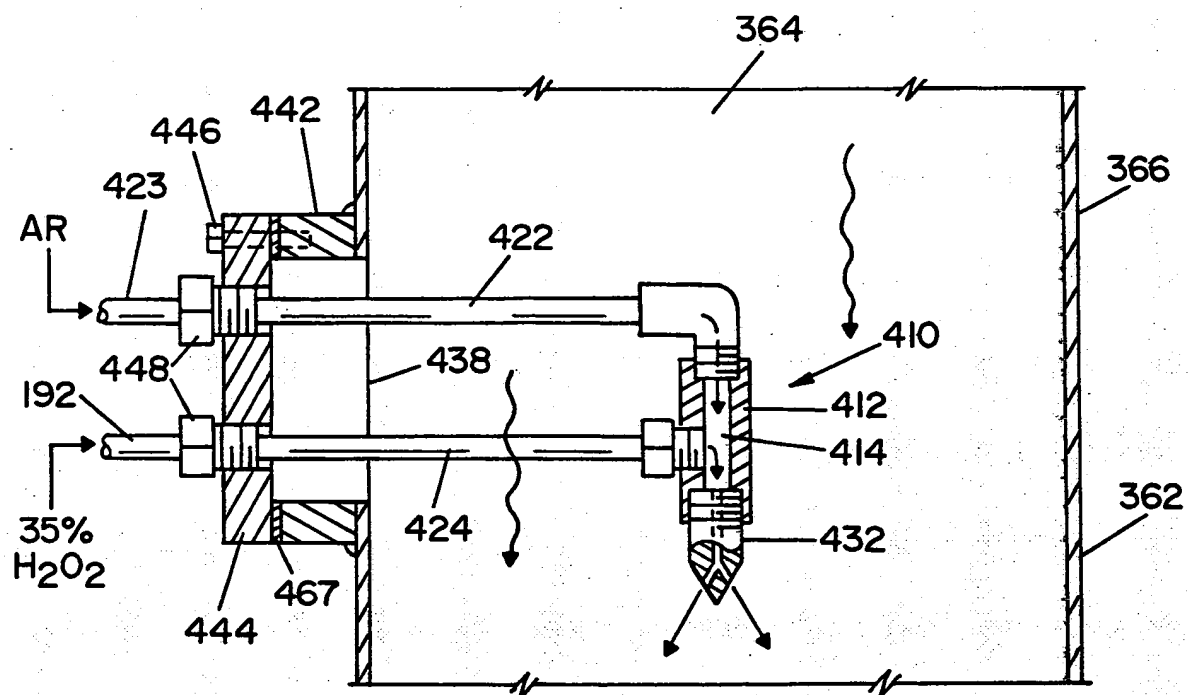
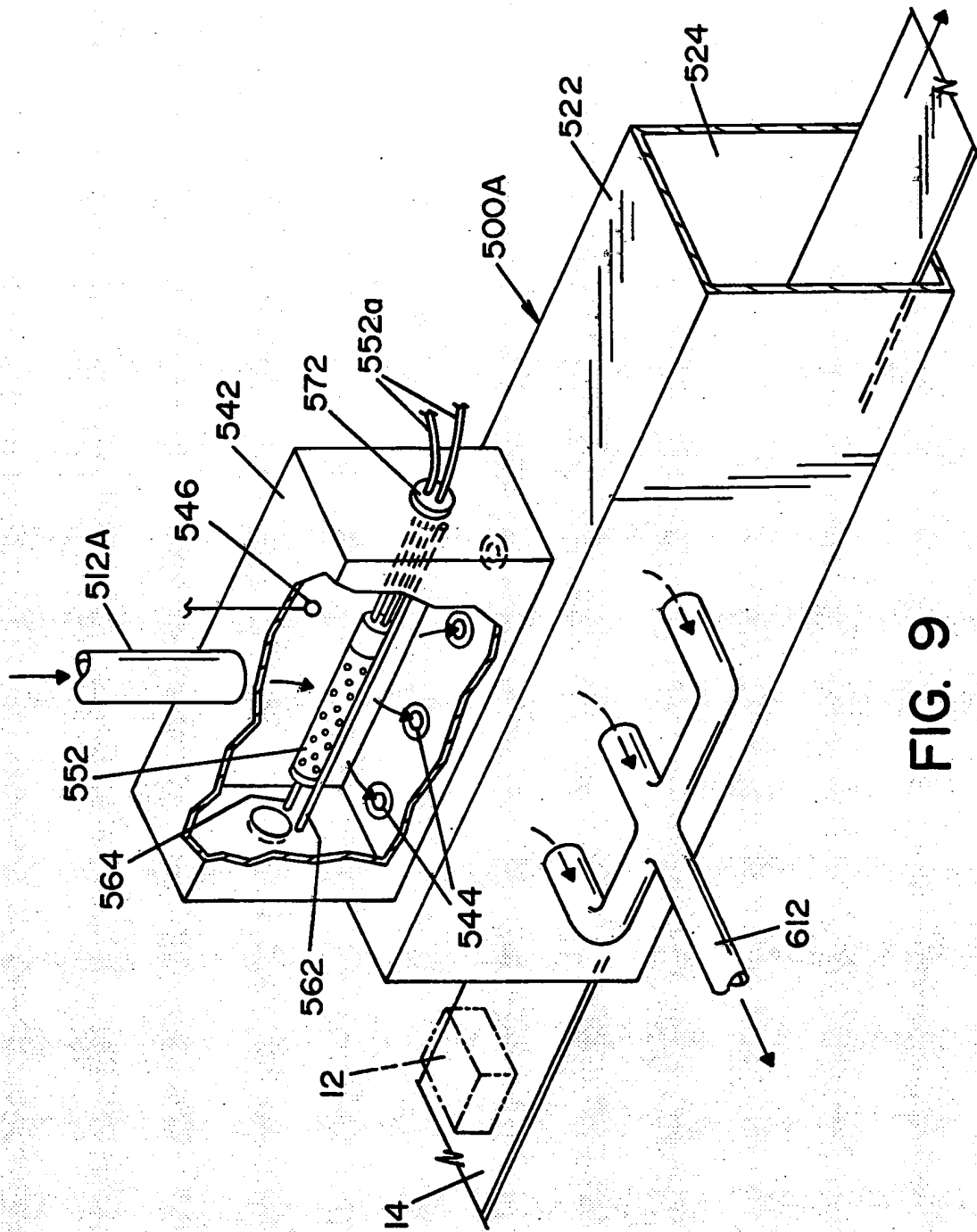
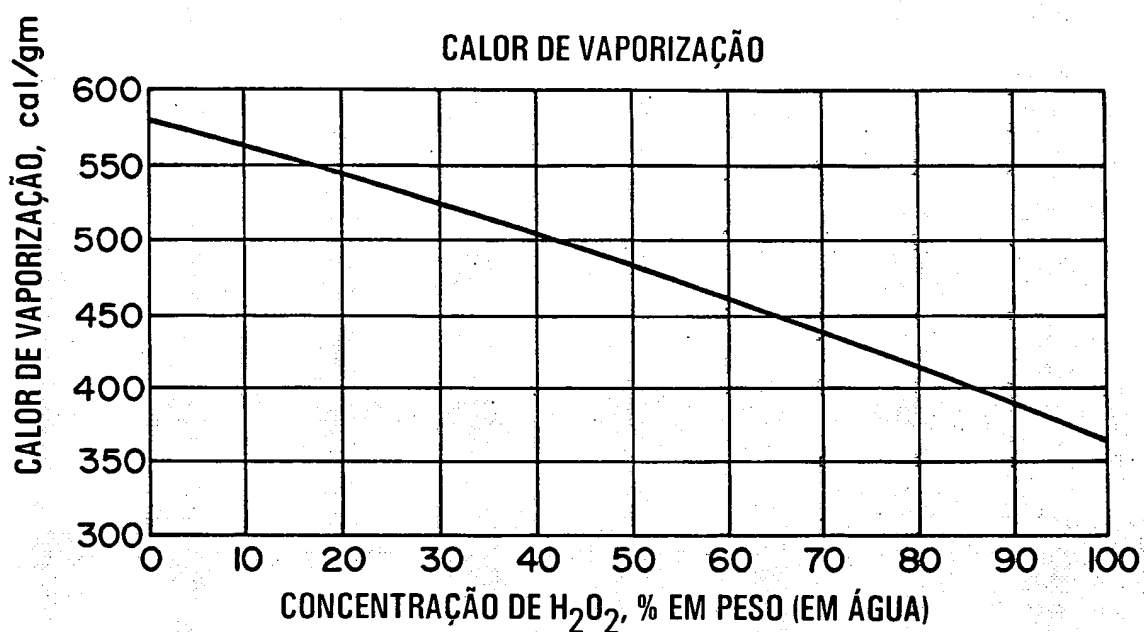
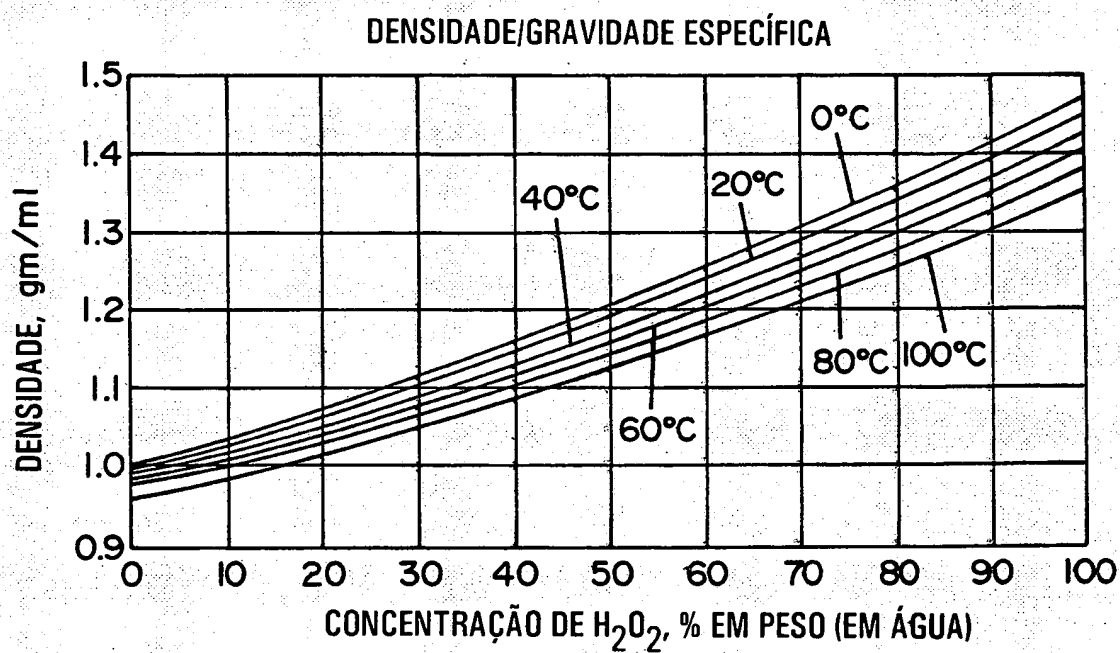


FIG. 8



**FIG. 10****FIG. II**

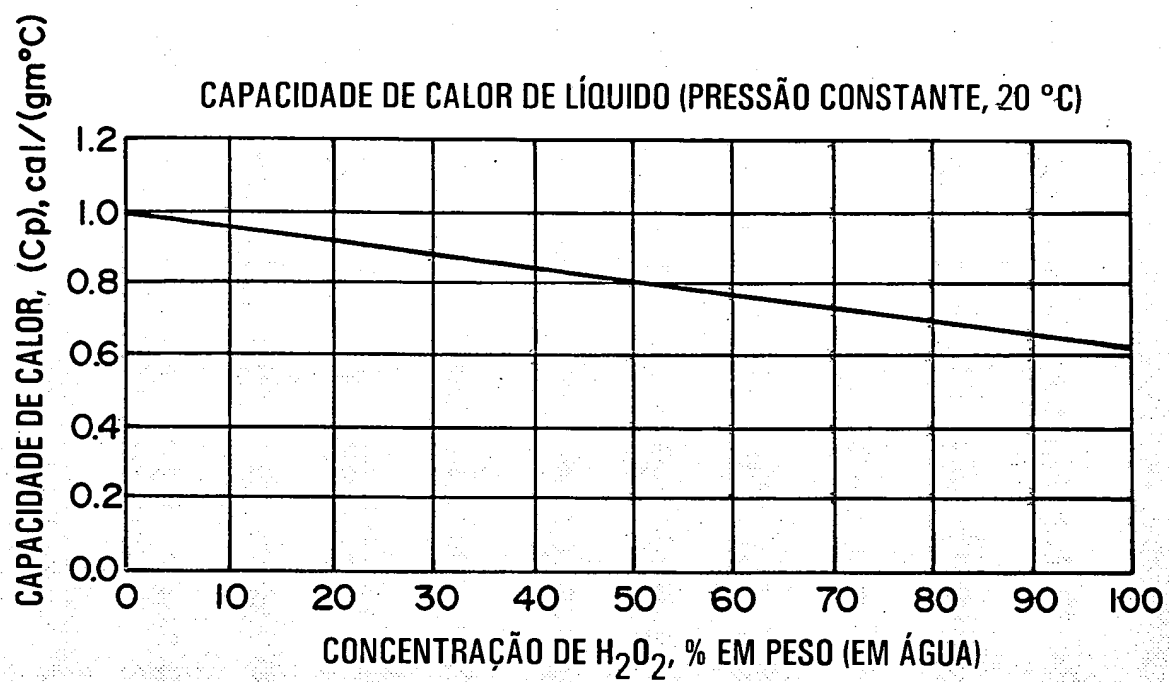


FIG. 12

R E S U M O

"VAPORIZADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO"

Um método para descontaminar itens (12), compreendendo as etapas de: (a) mover uma pluralidade de itens (12) tendo uma temperatura conhecida ao longo de um primeiro caminho; (b) transportar um gás carregador ao longo de um segundo caminho que inclui uma câmara *plenum* (364) alongada (364), o segundo caminho cruzando o primeiro caminho a jusante da câmara *plenum* (364); (c) aquecer o gás carregador a uma temperatura de aproximadamente pelo menos 105 °C em um local a montante da câmara *plenum* (364); (d) introduzir no gás carregador na câmara *plenum* (364) uma névoa atomizada de um peróxido de hidrogênio líquido de concentração conhecida; e (e) controlar o seguinte: (1) o fluxo volumétrico de gás carregador ao longo do segundo caminho; (2) o volume de peróxido de hidrogênio introduzido no gás carregador; e (3) a temperatura do gás carregador introduzido na câmara *plenum* (364), de tal modo que a concentração do peróxido de hidrogênio vaporizado no gás carregador, onde o primeiro caminho cruza o segundo caminho, tenha uma temperatura de ponto de orvalho abaixo da temperatura conhecida dos itens (12).