



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

**(11) BR 112017007286-6 B1**



**(22) Data do Depósito:** 06/10/2015

**(45) Data de Concessão:** 01/02/2022

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA FILTRAGEM DE UM GÁS E SISTEMA PARA FILTRAGEM DE UM GÁS

**(51) Int.Cl.:** C12M 1/00; B01D 5/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 07/10/2014 US 14/508,824.

**(73) Titular(es):** LIFE TECHNOLOGIES CORPORATION.

**(72) Inventor(es):** NEPHI D. JONES; CHRISTOPHER D. BRAU.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2015054241 de 06/10/2015

**(87) Publicação PCT:** WO 2016/057512 de 14/04/2016

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 07/04/2017

**(57) Resumo:** RESUMO "EMIÇÃO DE GASES COM VÁCUO REGULADO DE FILTRO DE GÁS PARA SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE FLUIDO E MÉTODOS RELACIONADOS". A presente invenção refere-se a um método para filtragem de um gás que inclui pulverizar um gás através de um líquido dentro de um compartimento de um contêiner. Em uma modalidade, o contêiner pode compreender um saco flexível. O gás pulverizado é passado do contêiner através de um filtro de gás de um conjunto de filtro. Um vácuo parcial é aplicado no filtro de gás, de modo que o vácuo parcial ajuda na retirada do gás através do filtro de gás.

## “MÉTODO PARA FILTRAGEM DE UM GÁS E SISTEMA PARA FILTRAGEM DE UM GÁS”

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

#### 1. O Campo da Invenção

[001] A presente invenção se refere a sistemas de processamento de fluido e sistemas de filtração de gás relacionados que aplicam um vácuo parcial num lado a jusante do filtro de gás.

#### 2. A Tecnologia Pertinente

[002] Biorreatores são usados no crescimento de células e microrganismos. Um biorreator típico inclui um contêiner o qual retém uma cultura compreendida de meio de crescimento líquido, células ou microrganismos e outros nutrientes e componentes desejados. Um impelidor rotativo é operado dentro da cultura para manter a cultura em um estado substancialmente homogêneo. Pequenas bolhas de gás são continuamente pulverizadas na cultura e são tipicamente usadas para ajudar a oxigenar a cultura, separar CO<sub>2</sub> indesejado da cultura e controlar o pH da cultura.

[003] Para manter a viabilidade das células/microrganismos, o compartimento no qual a cultura está sendo crescida deve permanecer estéril. Para remover o gás pulverizado que está sendo continuamente adicionado à cultura enquanto mantendo a esterilidade do compartimento, o gás é tipicamente exaurido para o ambiente através de um sistema de filtro de gás. Um sistema de filtro de gás convencional é denominado como um sistema de filtro de cartucho e inclui um alojamento rígido de metal no qual um filtro de cartucho é posicionado de modo removível. Gás do contêiner é distribuído para uma entrada no alojamento. O gás, então, viaja através do filtro dentro do alojamento e é, então, expelido para o ambiente através de uma saída no alojamento. O filtro evita que qualquer matéria biológica dentro do contêiner seja expelida para o ambiente e evita que quaisquer contaminados no ambiente entrem no contêiner. Filtros de cápsula são também usados com

biorreatores. Um filtro de cápsula compreende um alojamento de plástico rígido que permanentemente envolve um filtro. Novamente, o gás é passado através do filtro de cápsula e, então, expelido para o ambiente. Embora filtros de cápsula tenham um benefício em que eles são descartáveis e, assim, não necessitam ser limpos ou esterilizados após uso.

[004] Embora sistemas de filtro de cartucho e filtros de cápsula convencionais usados em biorreatores sejam úteis, eles têm uma série de empecilhos. Por exemplo, sistemas de filtro de cartucho e filtros de cápsula convencionais tipicamente têm um orifício de entrada e um orifício de saída relativamente pequenos através dos quais o gás passa. Como tal, para obter taxas de fluxo de gás desejadas através dos sistemas de filtro, pode ser necessário operar o sistema a uma elevada pressão de gás. Muitos biorreatores atuais, no entanto, compreendem um saco flexível no qual a cultura é crescida. Esses sacos flexíveis não podem operar a elevadas pressões de gás ou eles romperão. Para permitir a operação a uma baixa pressão de gás, mas a uma alta taxa de fluxo de gás, alguns biorreatores usam múltiplos filtros de gás em paralelo para filtrar o gás. No entanto, os filtros de gás são muito caros e o uso requerido de múltiplos filtros num único biorreator é um custo significativo para o sistema.

[005] Por conseguinte, o que é necessário na arte são sistemas de filtração de gás que possam ser usados com biorreatores que ajudam a otimizar o uso de filtros de gás para reduzir custos. Em algumas modalidades, seria vantajoso ter esses sistemas de filtração de gás que permitem a operação em pressões de gás relativamente baixas.

## BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[006] Várias modalidades da presente invenção serão agora discutidas com referência aos desenhos em anexo. É apreciado que estes desenhos apenas representam modalidades típicas da invenção e, portanto, não serão considerados

limitadores de seu escopo.

[007] A Figura 1 é uma vista esquemática de uma modalidade de um sistema de processamento de fluido inventivo;

[008] A Figura 2 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um sistema de filtro de gás que pode ser usado no sistema de processamento de fluido representado na Figura 1;

[009] A Figura 3 é uma vista lateral em seção transversal do sistema e filtro de gás representado na Figura 2;

[010] A Figura 3A é uma vista lateral em seção transversal de uma modalidade alternativa do sistema de filtro de gás representado na Figura 3;

[011] A Figura 4 é uma vista parcialmente explodida do sistema de filtro de gás representado na Figura 2;

[012] A Figura 5 é uma vista esquemática de uma pluralidade de sistemas de filtro de gás que podem ser usados com o sistema de processamento de fluido representado na Figura 1;

[013] A Figura 6 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um sistema de filtro de gás que pode ser usado com o sistema de processamento de fluido representado na Figura 1;

[014] A Figura 7 é uma vista esquemática mostrando uma pluralidade de sistemas de processamento de fluido diferentes 10 operando com uma fonte de vácuo central; e

[015] A Figura 8 é um gráfico mostrando dados comparativos de fluxo de gás através de filtros com e sem pressão negativa aplicada.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[016] Antes de descrever a presente divulgação em detalhes, será entendido que esta divulgação não é limitada ao aparelhos, sistemas, métodos ou parâmetros de processo particularmente exemplificados que podem, obviamente, variar. Também

será entendido que a terminologia usada aqui é apenas para a finalidade de descrever modalidades particulares da presente invenção e não é destinada a limitar o escopo da invenção de qualquer maneira.

[017] Todas as publicações, patentes e pedidos de patentes citados neste documento, sejam supra ou infra, são por meio deste documento incorporados por referência nas suas totalidades na mesma medida como se cada publicação, patente ou pedido de patente individual fosse especificamente e individualmente indicado para ser incorporado por referência.

[018] O termo "compreendendo" o qual é sinônimo de "incluindo", "contendo", ou "caracterizado por", é inclusivo ou aberto e não exclui elementos ou etapas de método adicionais, não recitados.

[019] Será observado que, como usados neste relatório descritivo e nas reivindicações em anexo, as formas singulares "um", "uma" e "o/a" incluem os referentes plurais, a menos que o conteúdo claramente determine de outra forma. Assim, por exemplo, referência a um "orifício" inclui um, dois ou mais orifícios.

[020] Como usado no relatório descritivo e nas reivindicações anexas, termos direcionais, tal como "superior", "inferior", "esquerdo", "direito", "acima", "abaixo", "mais acima", "mais abaixo", "proximal", "distal" e similares são usados neste documento unicamente para indicar direções relativas e não são de outro modo destinados a limitar o escopo da invenção ou das reivindicações.

[021] Quando possível, numeração similar de elementos foi usada em várias figuras. Mais ainda, múltiplos exemplos de um elemento e ou subelementos de um elemento parental podem cada qual incluir letras separadas anexadas ao número do elemento. Por exemplo, dois casos de um elemento particular "91" podem ser marcados como "91a" e "91b". Nesse caso, a marcação do elemento pode ser usada sem uma letra anexa (por exemplo, "91") para ser referir em geral a exemplos do elemento ou qualquer um dos elementos. Marcações de elemento incluindo uma letra

anexada (por exemplo, "91a") podem ser usadas para se referir a um exemplo específico do elemento ou para distinguir ou chamar a atenção para múltiplos usos do elemento. Mais ainda, uma marcação de elemento com uma letra anexada pode ser usada para designar um projeto, uma estrutura, uma função, uma implementação e/ou uma modalidade alternativa de um elemento ou uma característica sem uma letra anexada. Do mesmo modo, uma marcação de elemento com uma letra anexada pode ser usada para indicar um subelemento de um elemento parental. Por exemplo, um elemento "12" pode compreender subelementos "12a" e "12b".

[022] Vários aspectos dos presentes dispositivos e sistemas podem ser ilustrados descrevendo componentes que são acoplados, fixados e/ou unidos juntos. Como aqui usados, os termos "acoplado", "fixado" e/ou "unido" são usados para indicar cada uma de uma conexão direta entre dois componentes ou, onde apropriado, uma conexão indireta um com o outro através de componentes intervenientes ou intermediários. Em contraste, quando um componente é denominado como sendo "diretamente acoplado", "diretamente fixado" e/ou "diretamente unido" a outro componente, não há elementos intervenientes presentes. Mais ainda, como usados neste documento, os termos "conexão", "conectado" e similares não necessariamente implicam contato direto entre os dois ou mais elementos.

[023] Vários aspectos dos presentes dispositivos, sistemas e métodos podem ser ilustrados com referência a uma ou mais modalidades exemplares. Como usado aqui, o termo "exemplar" significa "servindo como um exemplo, caso ou ilustração" e não deve necessariamente ser interpretado como preferido ou vantajoso sobre outras modalidades divulgadas neste documento.

[024] A menos que definido de outro modo, todos os termos técnicos e científicos usados neste documento têm o mesmo significado como comumente entendido pelos versados na técnica à qual a presente divulgação pertence. Embora uma série de métodos e materiais similares ou equivalentes àqueles descritos neste

documento possa ser usada na prática da presente divulgação, os materiais e métodos preferidos são descritos neste documento.

[025] A presente invenção se refere a sistemas de processamento de fluido onde um fluido, tal como uma solução e/ou suspensão, é pulverizado com um gás e um gás de exaustão resultante subsequentemente deve ser filtrado. A presente invenção também se refere a sistemas de filtros que podem ser usados como parte dos sistemas e métodos de processamento de fluido para usar os sistemas anteriores. Os sistemas de processamento de fluido podem compreender biorreatores ou fermentadores usados para cultivar células ou microrganismos. A título de exemplo e não por limitação, os sistemas inventivos podem ser usados em cultivo de bactérias, fungos, algas, células de plantas, células de animais, protozoários, nematódeos e similares. Os sistemas inventivos podem acomodar células e microrganismos que são aeróbicos ou anaeróbicos e são aderentes ou não aderentes. Os sistemas também podem ser usados em associação com a formação e/ou o tratamento de soluções e/ou suspensões que não são biológicas, mas, entretanto, incorporam pulverização e filtração de gás. Por exemplo, os sistemas podem ser usados na produção de meios, produtos químicos, produtos alimentícios, remédios, bebidas e outros produtos líquidos que requerem pulverização com um gás.

[026] Os sistemas inventivos podem ser projetados de modo que uma maioria dos componentes de sistema que contatam o material sendo processado possa ser descartada após um único uso. Como resultado, os sistemas inventivos eliminam substancialmente a carga de limpeza e esterilização requerida por sistemas de mistura e processamento de aço inoxidável convencionais. Esta característica também assegura que a esterilidade pode ser mantida de modo consistente durante processamento repetido de múltiplas bateladas. Em vista do anterior, e do fato de que os sistemas inventivos são facilmente escaláveis, de custo relativamente baixo e facilmente operados, os sistemas inventivos podem ser usados numa variedade de

instalações industriais e de pesquisa que anteriormente terceirizavam esse processamento.

[027] Representada na Figura 1 está uma modalidade exemplar de um sistema de processamento de fluido inventivo 10 incorporando características da presente invenção. O sistema de processamento de fluido 10 compreende um alojamento de suporte rígido 12 limitando uma câmara 14. O alojamento de suporte 12 pode ser escalado até qualquer tamanho desejado. Por exemplo, é contemplado que o alojamento de suporte 12 pode ser dimensionado de modo que a câmara 14 possa reter um volume menor que 50 litros, maior que 5.000 litros ou um volume entre os mesmos. O alojamento de suporte 12 é tipicamente feito de metal, tal como aço inoxidável, mas também pode ser feito de outros materiais capazes de suportar as cargas aplicadas da presente invenção. Quando necessário, o alojamento de suporte 12 pode ser encamisado para permitir que fluido aquecido ou resfriado seja bombeado através do mesmo para regular a temperatura do fluido alojado dentro da câmara 14 do alojamento de suporte 12, como discutido abaixo.

[028] Disposto dentro do alojamento de suporte 12 está um contêiner 16 que limita um compartimento 18. Em uma modalidade exemplar, o contêiner 16 compreende um saco flexível. O contêiner 16 pode ser compreendido de um material flexível, impermeável a água, tal como um polietileno de baixa densidade ou outras folhas ou películas poliméricas tendo uma espessura numa faixa entre cerca de 0,1 mm a cerca de 5 mm com cerca de 0,2 mm a cerca de 2 mm sendo mais comum. Outras espessuras também podem ser usadas. O material pode ser compreendido de um único material em camadas ou pode compreender duas ou mais camadas as quais são cada qual vedadas juntas ou separadas para formar um contêiner de parede dupla. Quando as camadas são vedadas juntas, o material pode compreender um material laminado ou extrudado. O material laminado compreende duas ou mais camadas formadas separadamente que são subsequentemente fixadas juntas por um



adesivo.

[029] Em uma modalidade, o contêiner 16 compreende um saco tipo traveseiro bidimensional em que duas folhas de material são colocadas em relação de sobreposição e as duas folhas são limitadas juntas nas suas periferias para formar o compartimento 18. Alternativamente, uma única folha de material pode ser dobrada sobre a e costurada em torno da periferia para formar o compartimento interno. Em outra modalidade, o contêiner 16 pode ser formado de uma extrusão tubular contínua de material polimérico que é cortada no comprimento e é costurada fechada nas extremidades. Em ainda outras modalidades, o contêiner 16 pode compreender um saco tridimensional que não apenas tem uma parede lateral anular, mas também uma parede de extremidade superior bidimensional e uma parede de extremidade inferior bidimensional.

[030] É apreciado que o contêiner 16 pode ser fabricado para ter virtualmente qualquer tamanho, forma e configuração desejada. Por exemplo, o contêiner 16 pode ser formado tendo um compartimento dimensionado para 10 litros, 30 litros, 100 litros, 250 litros, 500 litros, 750 litros, 1.000 litros, 1.500 litros, 3.000 litros, 5.000 litros, 10.000 litros ou outros volumes desejados. O tamanho do compartimento também pode estar na faixa entre quaisquer dois dos volumes acima. Embora na modalidade discutida acima o contêiner 16 tenha uma configuração flexível tipo saco, em modalidades alternativas é apreciado que o contêiner 16 pode compreender qualquer forma de contêiner colapsável ou contêiner semirrígido. Em algumas modalidades, o contêiner 16 pode compreender um contêiner rígido, tal como compreendido de metal, plástico moldado ou um compósito. Nesta modalidade, o alojamento de suporte 12 pode ser eliminado, pois o contêiner 16 é autossuportante.

[031] Os orifícios 20 podem ser acoplados ao contêiner 16 de modo a comunicar com o compartimento 18. Qualquer número desejado de orifícios 20 pode ser usado e eles podem ser posicionados em qualquer localização no contêiner 16.

Os orifícios 20 podem ser da mesma configuração ou de diferentes configurações e podem ser usados para uma variedade de propósitos diferentes. Por exemplo, os orifícios 20 podem ser acoplados com linhas de fluido para distribuir meios, culturas de células e/ou outros componentes para dentro e para fora do contêiner 16. Os orifícios 20 também podem ser usados para acoplar sondas ao contêiner 16. Por exemplo, quando o contêiner 16 for usado como um biorreator para crescer células ou microrganismos, os orifícios 20 podem ser usados para acoplar sondas e sensores, tal como sondas de temperatura, sondas de pH, sondas de oxigênio dissolvido, sensores de pressão e semelhantes. Exemplos de orifícios 20 e como várias sondas e linhas podem ser acopladas aos mesmos são divulgados na Publicação de Patente dos Estados Unidos 2006-0270036, publicada em 30 de novembro de 2006, e Publicação de Patente dos Estados Unidos 2006-0240546, publicada em 26 de outubro de 2006, as quais são incorporadas neste documento por referência específica. Os orifícios 20 também podem ser usados para acoplar o contêiner 16 a contêineres secundários e a outros acessórios desejados.

[032] Em uma modalidade da presente invenção, meios são fornecidos para distribuir um gás na extremidade inferior do contêiner 16. A título de exemplo e não de limitação, um pulverizador 22 pode ser ou posicionado ou montado na extremidade inferior do contêiner 16 para distribuir um gás para o fluido 24 disposto dentro do contêiner 16. Na presente modalidade, o fluido 24 compreende uma cultura que inclui células ou microrganismos. Em outras modalidades, no entanto, o fluido 24 pode compreender outras soluções, suspensões ou líquidos como discutido neste documento. Como é entendido por aqueles versados na técnica, vários gases são tipicamente requeridos no crescimento de células ou microrganismos dentro do contêiner 16. O gás tipicamente compreende ar que é seletivamente combinado com oxigênio, dióxido de carbono e/ou nitrogênio. No entanto, outros gases também podem ser usados. A adição destes gases pode ser usada para regular o oxigênio

dissolvido e o teor de CO<sub>2</sub> e para regular o pH de uma solução de cultura. Dependendo da aplicação, a pulverização com gás também pode ter outras aplicações. Uma linha de gás 26 se estende de uma fonte de gás 28 para o pulverizador 22 para distribuir o gás desejado para o pulverizador 22.

[033] O pulverizador 22 pode ter uma variedade de configurações diferentes. Por exemplo, o pulverizador 22 pode compreender uma membrana permeável ou uma estrutura fritada compreendida de metal, plástico ou outros materiais que distribui o gás em pequenas bolhas para o contêiner 16. Bolhas menores podem permitir melhor absorção do gás no fluido. Em outras modalidades, o pulverizador 22 simplesmente pode compreender um tubo, orifício ou outro tipo de abertura formada no ou acoplada ao contêiner 16 através da qual gás é passado para o compartimento 18. Exemplos de pulverizadores e como eles podem ser usados na presente invenção são divulgados nas Publicações de Patente dos Estados Unidos 2006-0270036 e 2006-0240546 as quais são incorporadas por referência. Outros pulverizadores convencionais também podem ser usados.

[034] Em uma modalidade da presente invenção são fornecidos meios para misturar fluido 24 contido dentro do contêiner 16. A título de exemplo e não por limitação, um impelidor 30 ou outro elemento de mistura é disposto dentro do compartimento 18. O impelidor 30 é girado por um eixo de acionamento que se projeta para o contêiner 16 através de uma vedação dinâmica 34. A rotação externa do eixo de acionamento 32, assim, facilita a rotação do impelidor 30 o qual mistura fluido 24 dentro do contêiner 16.

[035] Em outra modalidade, o eixo de acionamento 32 pode ser projetar para o contêiner 16 através de um tubo flexível tendo uma extremidade conectada rotativamente ao contêiner 16 e uma segunda extremidade oposta conectada ao impelidor 30. O eixo de acionamento 32 passa através do tubo flexível e acopla de modo removível com o impelidor 30, de modo que o eixo de acionamento 32 possa

girar o impelidor 30 sem contatar diretamente o fluido 24. Exemplos deste sistema de mistura são revelados na Patente US 7.384.783, expedida em 10 de junho de 2008 e Patente US 7.682.067, expedida em 23 de março de 2010 as quais são incorporadas neste documento por referência específica. Em outra modalidade alternativa, o eixo de acionamento 32 pode ser configurado para repetidamente subir e abaixar um elemento de mistura localizado dentro do contêiner 16 para misturar o fluido. Alternativamente, uma barra de agitação magnética, ou impelidor, pode ser disposta dentro do compartimento 18 do contêiner 16 e girada por um misturador magnético disposto fora do contêiner 16. Em ainda outras modalidades, uma barra de agitação, pá ou semelhante que se projeta para o compartimento 18 do contêiner 16 pode ser articulada, torcida, movida por choque ou de outro modo movida para misturar o fluido 24. Além disso, a mistura pode ser obtida circulando fluido através do compartimento 18, tal como usando uma bomba peristáltica para mover o fluido para dentro e para fora do compartimento 18 através de um tubo tendo extremidades opostas vedadas ao contêiner 16. Bolhas de gás também podem ser passadas através do fluido para atingir a mistura desejada. Finalmente, o alojamento de suporte 12 e o contêiner 16 podem ser articulados, oscilados, girados ou de outro modo movidos de modo a misturar fluido 24 dentro do contêiner 16. Outras técnicas de mistura convencionais também podem ser usadas. Exemplos específicos de como incorporar um misturador em um saco flexível, tal como o contêiner 16, são revelados na Patente US 7.384.783, expedida em 10 de junho de 2008; Patente US 7.682.067, expedida em 23 de março de 2010; e Publicação de Patente US 2006-0196501, publicada em 7 de setembro de 2006, as quais são incorporadas neste documento por referência específica.

[036] Acoplado ao contêiner 16 está um sensor de pressão 33 que é usado para detectar a pressão de gás dentro do compartimento 18. Especificamente, durante o uso um espaço aéreo 25 é formado acima do fluido 24. O sensor de pressão 33 é posicionado de modo a ser disposto dentro ou de outro modo comunicar com o espaço

aéreo 25, de modo a detectar a pressão no mesmo. É apreciado que qualquer sensor de pressão convencional pode ser usado. O sensor de pressão 33 pode ser acoplado (com fios ou sem fios) a um transmissor 35 para transmitir leituras do sensor de pressão 33 para um processador de computador 190. O transmissor 35 pode transmitir a leitura sem fios para o processador de computador 190 ou, alternativamente, o sensor de pressão 33 pode ser ligado com fios ao processador de computador 190. A operação do sensor de pressão 33 e do processador de computador 190 será discutida abaixo em mais detalhes.

[037] Embora não necessário, em uma modalidade da presente invenção um sistema de condensador 36 é acoplado ao contêiner 16 para condensar a umidade que escapa do contêiner 16 com o gás de exaustão. Em geral, o sistema de condensador 36 compreende um condensador 38, um saco de condensador 40, um resfriador 42 e uma bomba 44. Mais especificamente, o saco de condensador 40 compreende um saco flexível bi ou tridimensional feito de uma ou mais folhas de película polimérica, tal como os materiais discutidos acima com respeito ao contêiner 16. O saco de condensador 40 tem uma extremidade de entrada 46 e uma extremidade de saída oposta 47. A extremidade de entrada 46 é acoplada por fluido ao compartimento 18 do contêiner 16, tal como por ser diretamente acoplada a uma extremidade superior do contêiner 16 ou, como representado, por uma linha de gás 48 se estendendo da extremidade superior do contêiner 16 para a extremidade de entrada 46. A linha de gás 48, como com todas as outras linhas de gás e linhas de fluido discutidas neste documento, pode compreender tubulação flexível, um tubo compreendido de película, um conduto rígido ou outros condutos. Formado entre a extremidade de entrada 46 e a extremidade de saída 47 do saco de condensador 40 está um coletor 50 tipicamente tendo uma configuração em forma de U. Como discutido abaixo, a umidade condensada dentro do saco de condensador 40 coleta no coletor 50.

[038] Uma linha de fluido 52 tem uma primeira extremidade acoplada com o coletor 50 e uma segunda extremidade oposta acoplada com qualquer um do contêiner 16 ou de um reservatório de fluido separado. Como tal, a linha de fluido 52 pode ser usada ou para retornar a umidade condensada de volta para o contêiner 16 ou para coletar a umidade condensada dentro do reservatório de fluido para uso subsequente ou descarte. Dependendo da posição e configuração do saco de condensador 40, a umidade condensada pode ou fluir livremente através da linha de fluido 52 sob a força da gravidade ou pode ser bombeada através da linha de fluido 52, tal como fixando uma bomba peristáltica à linha de fluido 52. Em outra modalidade alternativa, a segunda extremidade da linha de fluido 52 pode ser acoplada com a linha de gás 48 ou à extremidade de entrada 46 do saco de condensador 40, de modo que o fluido distribuído lá flua, então, para o contêiner 16.

[039] O condensador 38 compreende um par de painéis 54A e 54B que cada um limita um caminho de fluido que se estende através dos mesmos. Cada painel 54 tem uma entrada comunicando com o caminho de fluido e acoplada com uma linha de fluido 56 e uma saída comunicando com o caminho de fluido e acoplada com uma linha de fluido 58. As extremidades opostas das linhas de fluido 56 e 58 comunicam com o resfriador 42. Especificamente, um fluido é resfriado pelo resfriador 42 e, então, bombeado pela bomba 44 através da linha de fluido 56 através do caminho de fluido dentro do painel 54 e, então, de volta ao resfriador 42 através da linha de fluido 58 onde o processo é, então, repetido. Os painéis 54 são tipicamente compreendidos de um metal, tal como alumínio, ou algum outro material altamente termicamente condutivo. Como tal, a passagem do fluido resfriado através dos painéis 54 faz os painéis 54 resfriarem. Os painéis 54 tipicamente têm uma face interna substancialmente plana 60 que é disposta diretamente contra faces de lados opostos do saco de condensador 40. Por conseguinte, quando gás úmido é passado através do saco de condensador 40, o gás úmido é resfriado por transferência de calor com

os painéis 54, de modo que a umidade dentro do gás úmido condense num líquido que acumula no coletor 50, como discutido acima. Exemplos específicos de cada um dos componentes do sistema de condensador 36, como o saco de condensador 40 pode acoplar por fluido com o contêiner 16, como o líquido da umidade condensada pode ser retornado para o contêiner 16 e modalidades alternativas de sistemas de condensador que podem ser usados na presente invenção são divulgados na Patente US 8.455.242, expedida em 4 de junho de 2014, e Pedido de Patente US 14/588.063, depositado em 31 de dezembro de 2014, os quais são incorporados neste documento por referência específica. Outros sistemas de condensador convencionais também podem ser usados.

[040] Em modalidades alternativas, é apreciados que o sistema de condensador 36 pode compreender qualquer sistema de condensador convencional que pode ser usado para condensar umidade de um gás. Esses sistemas convencionais tipicamente não incluem um saco condensador 40, mas às vezes têm condutos rígidos ou semirrígidos através dos quais o gás passa e os quais estão localizados dentro ou diretamente adjacentes a uma fonte de resfriamento.

[041] Em vista do anterior, durante o uso fluido 24 é dispensado para o compartimento 18 do contêiner 16. Como discutido anteriormente, o fluido 24 pode compreender uma cultura de células ou microrganismos junto com meios, nutrientes e outros componentes desejados ou, alternativamente, outros tipos de fluidos que requerem processamento. Quando o fluido deve permanecer estéril, o contêiner 16 e, especificamente o compartimento 18 do mesmo, é esterilizado, tal como por radiação, antes do uso. Bolhas de gás 23 são pulverizadas no fluido 24 através do pulverizador 22. Simultaneamente, o impelidor 30 ou algum outro elemento de mistura é operado de modo a misturar fluido 24 e tipicamente manter o mesmo substancialmente homogêneo. Bolhas de gás 23 passam através do fluido 24 fazendo uma transferência de massa com o mesmo e, então, acumulam dentro do espaço aéreo 25 localizado

numa extremidade superior do contêiner 16. Quando a pressão de gás aumenta, o gás pulverizado o qual é úmido viaja para o saco de condensador 40 através da linha de gás 48. Umidade dentro do gás úmido é condensada pelo condensador 36 e retornada ao contêiner 16 ou distribuída para algum outro reservatório de fluido como discutido anteriormente.

[042] O gás agora desumidificado para fora da extremidade de saída 47 do saco de condensador 40 e viaja para um orifício de entrada 64A de um conjunto de filtro 66A. O saco de condensador 40 pode ser diretamente acoplado ao conjunto de filtro 66A, tal como acoplando diretamente juntos orifícios localizados no saco de condensador 40 e no conjunto de filtro 66A, ou pode acoplado por fluido junto por uma linha de gás 68 se estendendo entre os mesmos, como representado. Em outras modalidades, o sistema de condensador 36 pode ser eliminado de modo que o conjunto de filtro 66A acople com o contêiner 16 ou diretamente ou através de uma linha de gás.

[043] Em uma modalidade exemplar, o conjunto de filtro 66A compreende um invólucro 70A que limita um compartimento 72. Disposto dentro do compartimento 72 está um filtro 74A. O gás da linha de gás 68 entra no compartimento 72 através do orifício de entrada 64A, passa através do filtro 74A e, então, sai através de um orifício de exaustão 65A. Como tal, todo o gás passando através do conjunto de filtro 66A passa através do filtro 74A. Em uma modalidade, o filtro 74A pode compreender um filtro de cartucho, enquanto o invólucro 70A compreende um alojamento rígido, tal como um alojamento de metal, no qual o filtro de cartucho pode ser de modo removível recebido. Em uma modalidade alternativa, o conjunto de filtro 66A pode compreender um filtro de cápsula em que o filtro 74A é permanentemente encerrado dentro de um invólucro externo rígido, tal como um invólucro polimérico.

[044] O filtro 74A é tipicamente feito de um material poroso através do qual gás pode passar, mas através do qual contaminantes indesejados, tal como bactérias



e microrganismos, não podem. O material poroso é tipicamente hidrofóbico, o que o ajuda a repelir líquidos. Por exemplo, o filtro 74 pode ser compreendido de fluoreto de polivinilideno (PVDF). Outros materiais também podem ser usados. Quando o sistema está agindo como um biorreator ou fermentador, o filtro 74A tipicamente necessita operar como um filtro esterilizador e, assim, tipicamente terá um tamanho de poro de 0,22 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) ou menor. O termo "tamanho de poro" é definido como o poro maior no material através do qual uma partícula pode passar. Comumente, o filtro 74A tem um tamanho de poro em uma faixa entre 0,22 e 0,18  $\mu\text{m}$ . No entanto, para aplicações de pré-filtragem ou para aplicações não estéreis, o filtro 74A pode ter um tamanho de poro maior, tal como em uma faixa entre cerca de 0,3 e 1,0  $\mu\text{m}$ . Em ainda outras aplicações, o tamanho de poro pode ser maior que 1,0  $\mu\text{m}$ . Um exemplo de filtro 310 é o filtro de cartucho hidrofóbico de 0,22  $\mu\text{m}$  DURAPORE produzido por Millipore. Outro exemplo é o filtro de cartucho PUREFLO UE disponível de ZenPure.

[045] Representado na Figura 2 está um conjunto de filtro 66B o qual é uma modalidade alternativa e pode ser usado em lugar do conjunto de filtro 66A. O conjunto de filtro 66B compreende um invólucro 70B tendo um orifício de entrada 64B montada em uma extremidade e um orifício de exaustão 65B montado numa extremidade oposta. O invólucro 70B compreende um saco flexível, colapsável compreendido de uma ou mais folhas de material polimérico, tal como película polimérica. O invólucro 70B pode ser compreendido dos mesmos materiais e ser produzido usando os mesmos métodos de fabricação que anteriormente discutidos acima com respeito ao contêiner 16. Na modalidade representada, o invólucro 70B compreende um saco tipo travesseiro que é fabricado de duas folhas sobrepostas de película polimérica que são costuradas juntas ao longo de bordas perimetrais. Em algumas aplicações, o conjunto de filtro 66, o saco de condensador 40, o contêiner 16 e as linhas de gás que se estendem os mesmos podem ser todos esterilizados antes do uso.

[046] Como representado na Figura 3, o invólucro 70B tem uma superfície interna 96 e uma superfície externa oposta 98. A superfície interna 96 limita um compartimento 100. O invólucro 70B tem uma primeira extremidade 101 na qual uma abertura de entrada 102 é formada. A abertura de entrada 102 é configurada para ser acoplada com o orifício de entrada 64B. O invólucro 70B também tem uma segunda extremidade oposta 103 na qual uma abertura de saída 104 é formada. A abertura de saída 104 é configurada para ser acoplada com o orifício de exaustão 65B.

[047] Como representado na Figura 4, o orifício de entrada 64B compreende uma haste tubular 108 que limita uma abertura de orifício 109 se estendendo através da mesma. Um flange de acoplamento anular 110 envolve e se projeta radialmente externamente da haste 108. O flange de acoplamento 110 tem uma face de extremidade 106 (Figura 3) com uma vedação anular 107, tal como um anel em O, disposta na mesma. A haste 108 do orifício de entrada 64B pode ser fixada ao invólucro 70B por ser recebida dentro da abertura de entrada 102 e soldada ao invólucro 70B, de modo que o flange de acoplamento 110 seja abertamente exposto. A abertura de orifício 109, assim, comunica com o compartimento 100 do invólucro 70B. Um orifício idêntico ao orifício de entrada 64B pode ser montado na extremidade de saída 47 do saco de condensador 40. Um acoplamento vedado entre o saco de condensador 40 e o conjunto de filtro 66B pode, então, ser atingido simplesmente fixando os flanges de acoplamento juntos, tal como através do uso de um grampo triplo.

[048] Continuando com a Figura 4, o orifício de exaustão 65B compreende uma haste tubular 114 tendo uma superfície interna 116 e uma superfície externa oposta 118 que se estende entre uma primeira extremidade 120 e uma segunda extremidade oposta 122. Formado na superfície interna 116 na primeira extremidade 120 está um conector. Na modalidade representada, o conector compreende um par de fendas baioneta opostas 124 (Figura 3) formadas na primeira extremidade 120 de

modo a formarem metade de uma conexão baioneta. A superfície interna 116 limita uma abertura de orifício 126 se estendendo através do orifício de exaustão 65B e a qual pode ter as mesmas configurações e dimensões que a abertura de orifício 109 do orifício de entrada 64B. Envolvendo e se projetando radialmente para fora da segunda extremidade 122 da haste 114 está um flange de acoplamento 128. Uma vedação anular 129 é formada numa face de extremidade 131 do mesmo. Durante fixação, a primeira extremidade 120 da haste 114 do orifício de exaustão 65B pode ser recebida dentro da abertura de saída 104 e soldada ao invólucro 70B, de modo que o flange 128 seja abertamente exposto.

[049] Disposto dentro do invólucro 70B está um filtro 74B que é acoplado ao orifício de exaustão 65B. Como representado nas Figuras 3 e 4, o filtro 74B compreende um corpo de filtro 132 tendo uma superfície interna 134 e uma superfície externa 136 que se estende entre uma primeira extremidade 138 e uma segunda extremidade oposta 140. O corpo de filtro 132 inclui uma parede lateral tubular 142 que se estende entre extremidades opostas 138 e 140 e um piso 144 disposto na segunda extremidade 140. Como tal, a superfície interna 134 limita a um canal cego 146 que se estende centralmente ao longo do comprimento do corpo de filtro 132, mas o qual é bloqueado na segunda extremidade 140 pelo piso 144. Se projetando verticalmente da primeira extremidade 138 do corpo de filtro 132 está um pescoço tubular 148. Um par de ranhuras anulares 150A e B envolve a superfície externa do pescoço 148 e é configurado para receber vedações anulares correspondentes 152A e B. Também se projetando para fora da superfície externa do pescoço 148 em uma localização abaixo das ranhuras 150A e B está um par de saliências de baioneta opostas 154. Uma abertura 156 se estende através do pescoço 148 e comunica com o canal 146. O corpo de filtro 132 pode ser feito dos mesmos materiais e ter as mesmas propriedades, incluindo tamanho de poro, como discutido acima com respeito ao filtro 74A.

[050] Durante a montagem, as vedações 152 são recebidas dentro de ranhuras anulares 150 em seguida ao que o pescoço 148 do filtro 74B é acoplado ao orifício de exaustão 65B por saliências de baioneta 154 sendo recebidas e giradas dentro das fendas de baioneta 124. Nesta configuração, o filtro 74B é firmemente fixado ao orifício de exaustão 65B com vedações 152 formando uma vedação estanque a gás entre o pescoço 148 e a superfície interna 116 do orifício de exaustão 65B. A seguir, o filtro 74B é deslizado dentro do invólucro 70B, de modo que o orifício de exaustão 65B seja parcialmente recebido dentro do invólucro 70B. Uma vedação estanque a gás é, então, formada entre o invólucro 70B e o orifício de exaustão 65B, tal como soldando o invólucro 70B à superfície externa 118 da haste 114.

[051] Durante o uso, como discutido abaixo em mais detalhes, gás do saco de condensador 40 ou diretamente do contêiner 16 entra no conjunto de filtro 66B no orifício de entrada 64B, mas apenas pode sair do conjunto de filtro 66B passando através do corpo de filtro 132, viajando ao longo do canal 146 e, então, saindo pelo orifício de exaustão 65B. Como tal, o filtro 74B esteriliza ou de outro modo filtra todo gás passando para fora do conjunto de filtro 66B. Os filtros 74B também funcionam como um filtro de esterilização que impede contaminantes externos de acessar o compartimento do conjunto de filtro 66B, o que poderia, então, contatar potencialmente o fluido 24 dentro do contêiner 16.

[052] O conjunto de filtro 66B é projetado para ser capaz de filtrar altas taxas de fluxo de gás. Especificamente, quando o gás entra no conjunto de filtro 66B, o invólucro flexível 70B expande para a configuração mostrada na Figura 3. Na configuração expandida, o invólucro 70B é afastado da superfície externa 136 do corpo de filtro 132 ao longo do comprimento do corpo de filtro 132. Como tal, o gás pode acessar e passar livremente através do corpo de filtro 132 de todos os lados e ao longo do comprimento total do corpo de filtro 132, desse modo otimizando o uso do corpo de filtro 132 e maximizando a taxa de fluxo de gás através do mesmo. Em

uma modalidade, a distância de folga anular D entre a superfície externa 136 do corpo de filtro 132 e a superfície interna do invólucro 70B está numa faixa entre cerca de 0,15 cm a cerca de 3 cm com cerca de 0,2 cm a cerca de 1 cm sendo mais comum. Em algumas modalidades, a distância de folga D pode ser maior que 1 cm ou 2 cm. Outras dimensões também podem ser usadas. Em uma modalidade o corpo de filtro 132 tem um diâmetro transversal máximo em uma faixa entre cerca de 5 cm e cerca de 10cm. Outras dimensões também podem ser usadas. Mais ainda, a distância de folga D tipicamente se estende através de pelo menos 80% e mais comumente pelo menos 90%, 95% ou 100% do comprimento do corpo de filtro 132. O conjunto de filtro 66B também pode processar uma alta taxa de fluxo de gás porque as aberturas de orifício do orifício de entrada 64B e do orifício de exaustão 65B podem ser projetadas tendo um diâmetro surpreendentemente grande, tal como maior que 3 cm, 4 cm, 5 cm ou 6 cm. Além disso, como discutido abaixo, o conjunto de filtro 66B pode ser projetado para operar simultaneamente com uma pluralidade de filtros 74B que são dispostos em comunicação paralela com o fluxo de gás.

[053] O sistema de processamento de fluido inventivo 10, dependendo do tamanho do mesmo, pode operar comumente em taxas de fluxo de gás maiores que 200 ou 600 litros padrão por minuto ("slpm") e dependendo do tamanho do mesmo é contemplado que ele pode operar a taxas de fluxo de gás maiores que 2.000, 5.000 ou 10.000 slpm. Obviamente, o sistema também pode operar em taxas de fluxo mais baixas. Expressas em outros termos, algumas modalidades do sistema comumente operam a uma taxa de fluxo de gás entre cerca de 0,001 e cerca de 2,5 volumes de recipiente por minuto (com base no volume do contêiner 16) com cerca de 0,1 a cerca de 1,0 volume de recipiente por minuto sendo mais comum. Outras taxas de fluxo também pode ser usadas.

[054] Em uma modalidade alternativa, o filtro e o orifício de exaustão podem ser formados como uma única peça. Por exemplo, representado na Figura 3A está um

filtro 74C. Elementos similares entre o filtro 74C e o filtro anteriormente discutido 74B são identificados por caracteres de referência similares. O filtro 74C inclui corpo de filtro 132 o qual tem a mesma estrutura, composição e propriedades como anteriormente discutido. No entanto, em vez de incluir o pescoço 148 na primeira extremidade 138, o filtro 74C inclui um orifício de exaustão 65C que é permanentemente fixado à primeira extremidade 138 do corpo de filtro 132, tal como por sobremoldagem, adesivo, soldagem ou semelhantes. Como tal, nenhuma vedação separada é necessária entre o orifício de exaustão 65C e o corpo de filtro 132.

[055] O orifício de exaustão 65C inclui uma haste 160 tendo uma superfície interna 162 e uma superfície externa oposta 164 que se estende entre uma primeira extremidade 166 e uma segunda extremidade oposta 168. A segunda extremidade 168 é fixada ao corpo de filtro 132 como discutido acima. Envolvendo e se projetando para fora da primeira extremidade 166 está um flange 170. A superfície interna 162 limita uma abertura de orifício 172 que se estende através da mesma e comunica com o canal 146 do corpo de filtro 132. O corpo de filtro 132 é recebido dentro do invólucro 70B e a superfície externa 164 do orifício de exaustão 65C é recebida dentro da abertura de saída 104 do invólucro 70B. A superfície externa 164 é vedada ao invólucro 70B, tal como por soldagem, de modo a formar uma vedação estanque a gás. O orifício de exaustão 164 é tipicamente compreendido de um material polimérico não poroso, enquanto o corpo de filtro 132 é compreendido de um material poroso, como anteriormente discutido.

[056] Em outra modalidade, é contemplado que o orifício de exaustão 65C poderia ser eliminado e que o invólucro 70B poderia ser soldado ou de outro modo fixado diretamente à primeira extremidade 138 do corpo de filtro 132. Discussão adicional sobre o conjunto de filtro 66B, modalidades alternativas do mesmo e como o conjunto de filtro 66B pode ser fixado ao saco de condensador 40 e ao contêiner 16

pode ser divulgada no Pedido de Patente US 14/587.976, depositado em 31 de dezembro de 2014, o qual é incorporado neste documento por referência específica.

[057] Também representada na Figura 4 está uma camisa de aquecimento 198 que pode ser disposta no invólucro 70A (Figura 2) ou invólucro 70B. A camisa de aquecimento 198 inclui uma almofada de isolamento 200 que pode ser enrolada num loop cilíndrico e mantida na configuração desejada por tiras 202 que envolvem o exterior da almofada 200. Disposto ou dentro da almofada 200 ou na superfície interna da mesma está um elemento de aquecimento elétrico 204, tal como uma fita térmica ou semelhante. Um suspensor 206 também pode se projetar da extremidade superior da almofada 200 conectando ou à almofada 200 ou às tiras 202. Durante o uso, a camisa de aquecimento 198 é enrolada em torno de um invólucro correspondente 70A, 70B. A camisa 198, no entanto, é dimensionada de modo que o invólucro 70B ainda possa inflar para proporcionar a folga desejada entre filtro 74B e invólucro 70B, mas é também tipicamente configurada de modo que o invólucro 70A, 70B empurre contra a superfície interna da camisa de aquecimento 198 para produzir uma transferência de calor eficiente entre as mesmas. Umidade que passa para fora do sistema de condensador 36 e para o conjunto de filtro 66 acumulará nos filtros 74 e eventualmente entupirá os filtros. Ao ativar o elemento de aquecimento elétrico 204, a camisa de aquecimento 198 ajuda a aquecer e vaporizar o líquido condensado nos filtros 74 de modo que ele possa passar através e para fora dos filtros 74, desse modo prolongando a vida ativa dos filtros 74. Nota-se, no entanto, que a camisa de aquecimento 198 não é necessária para operar os filtros ou aplicar o vácuo como ensinado neste documento e que a camisa de aquecimento 198 pode ser eliminada se desejado.

[058] Voltando à Figura 1, uma linha de transferência 180 tem uma primeira extremidade 181 acoplada ao orifício de exaustão 65 (isto é, o orifício de exaustão 65A ou 65B) do conjunto de filtro 66 (isto é, conjunto de filtro 66A ou 66B) e uma

segunda extremidade oposta 183 acoplada a uma bomba de vácuo 185. A linha de transferência 180 pode compreender tubulação flexível, um conduto rígido, mangueira de vácuo ou qualquer outro tipo de conduto que pode operar sob uma pressão negativa sem colapsar totalmente. Durante a operação, a bomba de vácuo 185 é ativada, o que produz um vácuo parcial ou pressão negativa dentro da linha de transferência 180. A pressão de vácuo/negativa parcial é aplicada ao orifício de exaustão 65 do conjunto de filtro 66 o que funciona para ajudar a puxar o gás de exaustão através do filtro 74. A pressão negativa aplicada é tipicamente menor (isto é, mais negativa) que 0 kPa e mais comumente menor que -0,5, -1, -5 ou -10 kPa. A pressão negativa máxima é tipicamente maior (isto é, mais positiva) que -100 kPa e mais comumente maior que -80, -50, -30 ou -20 KPa. A pressão negativa aplicada é, assim, comumente entre -0,5 kPa e -80 kPa com entre -0,5 kPa e -50 kPa ou entre -0,5 kPa e -20 kPa sendo mais comum. Outros valores também podem ser usados. Do mesmo modo, o diferencial de pressão através do filtro 74 entre o orifício de entrada 64 e o orifício de exaustão 65 está tipicamente na faixa entre 0,5 kPa e 80 kPa com entre 0,5 kPa e 50 kPa ou entre 0,5 kPa e 20 kPa ou entre 0,5 kPa e 10 kPa sendo mais comum. Novamente, outros valores também podem ser usados.

[059] A aplicação de um vácuo parcial ou pressão negativa ao orifício de exaustão 65 do conjunto de filtro 66 foi considerada atingir uma série de benefícios. Por exemplo, por causa do tamanho de poro relativamente pequeno do filtro 74, há uma perda de pressão substancial quando o gás passa através do filtro 74. Isto pode ser problemático, no entanto, em que há uma necessidade de pulverizar gás a uma alta taxa de fluxo através do fluido 24. Isto é, o filtro 74 restringe o fluxo de gás através do conjunto de filtro 74. Para permitir que o fluxo de gás passando através do filtro 74 acompanhe o fluxo de gás sendo pulverizado no fluido 24, uma opção é aumentar a pressão de gás no lado a montante do filtro 74, de modo a forçar mais rapidamente o gás através do filtro 74. No entanto, quando o invólucro 70B, o saco de condensador



40 e/ou o contêiner 16 são compreendidos de uma película polimérica, eles são tipicamente projetados para operar a uma pressão de gás interna abaixo de 10 kPa e tipicamente numa faixa entre 0,1 kPa e 8 kPa com entre 0,5 kPa e 5 kPa ou entre 0,5 kPa e 2 kPa sendo mais comum. É observado que o invólucro 70B, o saco de condensador 40 e/ou o contêiner 16 são projetados para operar a alguma pressão positiva, de modo que eles permaneçam inflados. A pressões de gás acima de 50 kPa, ou mais comumente 60 kPa ou 70 kPa, a película polimérico e/ou as costuras formadas com o mesmo podem romper, desse modo permitindo que contaminação entre no ambiente estéril e eventualmente contamine o fluido 24. Por conseguinte, quando o invólucro 70, o saco de condensador 40 e/ou o contêiner 16 são compreendidos de uma película polimérica ou de outro modo têm uma estrutura de peso leve, condições de operação seguras podem impedir qualquer elevação significativa da pressão de gás a montante do filtro 74.

[060] O invólucro 70, o saco de condensador 40 e o contêiner 16 poderiam ser formados como uma estrutura rígida que suporta com segurança pressões de gás mais altas. No entanto, em algumas situações, pode haver benefícios significativos no uso do invólucro 70, do saco de condensador 40 e/ou do contêiner 16, em que eles são feitos de uma película polimérica. Por exemplo, quando o invólucro 90, o saco de condensador 40 e/ou o contêiner 16 são formados de uma película polimérica, eles são mais fáceis de produzir e substancialmente menos caros que suas contrapartes rígidas, desse modo diminuindo a despesa. Mais ainda, como o invólucro 70, o saco de condensador 40 e/ou o contêiner 16 são relativamente baratos para produzir, eles podem ser descartados após um único uso. Como resultado, nenhuma limpeza ou esterilização é necessária entre bateladas e há menos risco de o fluido de processo ficar contaminado.

[061] Uma alternativa para aumentar a pressão de gás a montante do filtro 74 é acoplar por fluido uma pluralidade de conjuntos de filtro 66 em paralelo ao sistema

de condensador 36, de modo que os conjuntos de filtro 66 possam processar a taxa de fluxo de gás a uma pressão de gás mais baixa. No entanto, o problema com esta abordagem é que os filtros 74 são muito caros. Assim, embora esta abordagem seja viável, é desejável minimizar o número de filtros 74 que são usados, de modo a baixar os custos.

[062] Em contraste com o uso das abordagens acima, o benefício de aplicar um vácuo parcial ou uma pressão negativa ao orifício de exaustão 65 do filtro 74 é que a pressão negativa aplicada aumenta a taxa de fluxo de gás através do filtro 74 e diminui a pressão de gás a montante do filtro 74. Como tal, o invólucro 70, o saco de condensador 40 e/ou o contêiner 16 podem ainda ser usados com segurança no sistema de processamento de fluido 10, onde eles são compreendidos de película polimérica porque o sistema pode operar a uma pressão mais baixa. Embora em algumas modalidades, como discutido abaixo, ainda possa ser necessário usar uma pluralidade de filtros 74 em paralelo para acomodar altas taxas de fluxo de gás pulverizado aplicando um vácuo parcial/pressão negativa ao orifício de exaustão de cada filtro 74, significativamente menos filtros ou filtros menores podem ser necessários, desse modo minimizando custos. Um benefício adicional de aplicar um vácuo parcial/pressão de gás negativa ao orifício de exaustão 65 do filtro 74 é que ele estende a vida produtiva durante a qual o filtro 74 pode ser usado. Isto é, o filtro 74 pode ser usado mais tempo quando a pressão de gás negativa é aplicada ao orifício de exaustão 65 do filtro 74. Ao usar um filtro mais tempo, filtros menores ou menos filtros são necessários, o que ajuda a minimizar custos. Os benefícios acima também são atingidos independentemente do tipo de conjunto de filtro, sistema de condensador e contêiner de fluido usado. Isto é, mesmo se o conjunto de filtro, sistema de condensador e contêiner de fluido forem formados como uma estrutura rígida que pode operar a uma pressão de gás elevada, a aplicação da pressão negativa ao orifício de exaustão do conjunto de filtro reduzirá o número ou o tamanho de filtros que

são requeridos.

[063] O vácuo parcial/pressão negativa aplicada ao orifício de exaustão 65 pela bomba de vácuo 185 é tipicamente mantida num valor, de modo que a pressão de gás a montante do filtro 74 seja positiva e esteja dentro da faixa de operação preferida como anteriormente discutido, isto é, tipicamente entre 0,1 kPa e 2 kPa. Se o vácuo parcial/pressão negativa for grande demais, a pressão de gás a montante do filtro 74 pode ser negativa ou suficientemente baixa que o invólucro 74B colapse contra o filtro 70B, desse modo restringindo o fluxo de gás através do filtro 70B. O colapso do saco de condensador 40 e/ou do contêiner 16 pode também restringir o fluxo de gás e afetar negativamente outras condições de operação. Quando o invólucro 70, o saco de condensador 40 e/ou o contêiner 16 são suficientemente rígidos que eles podem suportar uma pressão negativa sem colapsar, o vácuo parcial/pressão negativa aplicada pode ser aumentada para produzir uma pressão negativa dentro de um ou mais do invólucro 70, do saco de condensador 40 e do contêiner 16.

[064] A bomba de vácuo 185 pode vir numa variedade de configurações diferentes e ser usada numa série de maneiras diferentes para atingir o vácuo parcial/pressões negativas desejadas e manter as taxas de fluxo de gás desejadas. A bomba de vácuo 185 tipicamente compreende uma bomba de deslocamento positivo, tal como uma bomba de palheta rotativa ou uma bomba de diafragma. No entanto, outros tipos de bombas também podem ser usados.

[065] A bomba de vácuo 185 também pode compreender uma bomba de deslocamento variável ou uma bomba de deslocamento fixo. Bombas de deslocamento variável podem ser diretamente controladas para ajustar o vácuo parcial que elas produzem. Em contraste, bombas de deslocamento fixo apenas operam para produzir um vácuo parcial constante. O vácuo parcial constante produzido, no entanto, pode ser regulado durante a aplicação desviando o vácuo para

o ambiente, por exemplo, ajustando a distribuição de um gás separado para a linha de vácuo. Por exemplo, quando a bomba de vácuo 185 é uma bomba de deslocamento fixo, uma válvula de controle de três vias 182 pode ser acoplada com a linha de transferência 180. Um filtro de partícula de ar 178 é acoplado com a válvula de controle 182 por meio de uma linha de transferência 179. Como resultado, ar do ambiente circundante pode passar através do filtro de partícula de ar 178, através da linha de transferência 179 e, então, para a linha de transferência 180 passando através da válvula de controle 182. Assim, embora a bomba de vácuo 185 possa estar produzindo um vácuo parcial constante, pelo uso da válvula de controle 182 para regular a quantidade de ar do ambiente que entra na linha de transferência 180 através da linha de transferência 179, o vácuo parcial ou a pressão negativa aplicada ao orifício de exaustão 65 do filtro 74 pode ser regulada. Os versados na técnica apreciarão que a funcionalidade de uma única válvula de controle de três vias pode ser replicada usando duas ou mais válvulas de controle de duas vias e que a presente invenção contempla que uma variedade de configurações de válvula diferentes pode ser usada para atingir a funcionalidade desejada. Mais ainda, a bomba de vácuo 185 pode ser uma bomba de instalação à qual o resto do sistema conecta via uma interface de vácuo dentro da instalação. Uma bomba de instalação e vários outros tipos de bomba de vácuo podem não requerer a linha 179. Nestas circunstâncias, a válvula 182 poderia ser uma válvula de duas vias em vez de uma válvula de três vias.

[066] Em contraste às bombas de deslocamento, em que a bomba de vácuo 185 é uma bomba de deslocamento variável, a válvula de controle 182, a linha de transferência 179 e o filtro de partícula de ar 178 podem ser eliminados e a quantidade de vácuo parcial produzido pela bomba de vácuo 185 pode ser regulada controlando diretamente a operação da bomba de vácuo 185. É apreciado que a presente invenção também contempla que válvulas de segurança adicionais e/ou válvulas redundantes, embora não obrigatórias, podem ser incorporadas nos sistemas acima e podem ser

benéficas.

[067] Em uma modalidade, a quantidade de vácuo aplicado ao orifício de exaustão 65 do filtro 74 pode ser regulada manualmente inspecionando um manômetro 189 que está acoplado à linha de transferência 180. Isto é, com base na leitura do manômetro 189, um operador pode ajustar a operação da bomba de vácuo 185 ou, quando aplicável, ajustar a válvula de controle 182, de modo a ajustar o vácuo parcial aplicado.

[068] Em uma modalidade automatizada alternativa, a bomba de vácuo 185, o manômetro 189 e/ou a válvula de controle 182 podem ser eletricamente acoplados com o processador de computador 190 o qual, como discutido anteriormente, também é eletricamente acoplado ao sensor de pressão 33 que detecta a pressão de gás dentro do contêiner 16. Nesta modalidade, o processador de computador 190 pode ajustar automaticamente o vácuo parcial aplicado com base em entradas recebidas do manômetro 189 e do sensor de pressão 33. Por exemplo, quando o sistema de processamento de fluido 10 opera, o filtro 74 começa lentamente a obstruir, o que aumenta a pressão de gás a montante do filtro 74. Mais ainda, a pressão de gás a montante do filtro 74 pode aumentar aumentando a taxa de fluxo de gás pulverizado no contêiner 16. A pressão de gás a montante do filtro 74 também pode variar como resultado da partida, parada e de mudanças em condições de operação.

[069] Os processadores de computador 190 podem ser programados para monitorar a pressão detectada pelo sensor de pressão 33 e ajustar automaticamente a operação da bomba de vácuo 185 e/ou da válvula de controle 182, de modo que a pressão de gás dentro do contêiner 16, do saco de condensador 40 e/ou do invólucro 70 seja mantida dentro da faixa de operação desejada. Isto é, quando a pressão aumenta dentro do contêiner 16, a bomba de vácuo 185 pode ser ajustada para produzir um vácuo mais alto ou a válvula de controle 182 pode ser ajustada para restringir o fluxo de ar para a linha de transferência 180 e, desse modo, também

produzir um vácuo mais alto. Por sua vez, o aumento do vácuo parcial aplicado ao orifício de exaustão 65 do filtro 74 aumenta a taxa de fluxo de gás através do filtro 74 e, assim, abaixa a pressão de gás dentro do contêiner 16. É apreciado que a pressão de gás detectada pelo sensor de pressão 33 fixado ao contêiner 16 é também aproximadamente a pressão de gás dentro do saco de condensador 40 e do invólucro 70. Como tal, o sensor de pressão 33 também pode estar localizado em qualquer posição na corrente de gás entre o compartimento do invólucro 70 (Figura 3) e o espaço aéreo 25 do contêiner 16.

[070] Também como representado na Figura 1, uma segunda bomba de vácuo 185A pode ser acoplada à linha de transferência 180 por uma linha secundária 194. Quando necessário, o vácuo aplicado pode ser elevado abrindo uma válvula 195 na linha secundária 194 e ativando a segunda bomba de vácuo 185A. Quando necessário, bombas de vácuo adicionais similarmente podem ser fixadas à linha de transferência 180 ou para capacidade ou para redundância. A válvula 195 e a segunda bomba de vácuo 185A podem ser eletricamente acopladas com o processador de computador 190 para operação automatizada.

[071] Como mencionado anteriormente, um único filtro 74 pode não ser capaz de processar todo o gás aspergido enquanto mantendo a pressão a montante do filtro 74 dentro da faixa desejada, mesmo quando o vácuo parcial é aplicado ao filtro 74. Isto pode, em parte, ser devido ao fato de que o filtro 74 entope progressivamente durante o processamento de fluido. Por conseguinte, uma pluralidade de filtros 74 pode ser acoplada por fluido em paralelo com a bomba de vácuo 185. Especificamente, representados na Figura 5 estão conjuntos de filtro 66C, 66D e 66E os quais podem ser cada qual os mesmos que os conjuntos de filtro 66A ou 66B, como anteriormente discutido neste documento. Em qualquer modalidade, cada conjunto de filtro 66C-D inclui um filtro separado 74 dentro de um invólucro 70. Em outras modalidades, outros números de conjuntos de filtros 66 podem ser usados

em paralelo, tal como 2, 4, 5 ou mais. Cada conjunto de filtro 66C-D tem um orifício de entrada 64 que acopla com uma seção de linha de gás tubular correspondente 216A-C, respectivamente. Por sua vez, cada seção de linha de gás 216A-C acopla por fluido com a linha de gás 68. A linha de gás 68 pode acoplar com o sistema de condensador 36 ou pode acoplar diretamente com o contêiner 16. Cada conjunto de filtro 66C-D também tem um orifício de exaustão 65 que acopla com uma seção de linha de gás tubular correspondente 216A-C, respectivamente. Por sua vez, cada seção de linha de gás 218A-C acopla por fluido com a linha de transferência 180. Durante o uso, dois ou mais dos conjuntos de filtro 66C-D podem operar simultaneamente para filtrar gás do contêiner 16 e receber um vácuo parcial/pressão negativa da bomba de vácuo 185. Alternativamente, as válvulas 220A-C podem ser acopladas com seções de linha de gás 218A-C, respectivamente, e eletricamente acopladas com o processador de computador 190. O sistema de processamento de fluido pode operar inicialmente com somente gás passando através de um ou mais dos conjuntos de filtro 66C-D. No entanto, quando esse filtro ou esses filtros ficam obstruídos e a pressão aumenta dentro do contêiner 16, válvulas subsequentes 220 podem ser abertas pelo processador de computador 190, de modo que a pressão de gás a montante dos conjuntos de filtro 66C-D seja mantida dentro da faixa de operação desejada.

[072] Representada na Figura 6 está outra modalidade alternativa de um conjunto de filtro 66F. Elementos semelhantes entre o conjunto de filtro 66F e 66B são identificados por caracteres de referência similares. O conjunto de filtro 66F inclui um invólucro 70C que compreende uma seção de distribuidor 224 e quatro luvas afastadas entre si 226A-D se projetando do mesmo. O invólucro 70C é compreendido de uma película polimérica e pode ser formada da mesma maneira e dos mesmos materiais que o invólucro 70B anteriormente discutido. O orifício de entrada 64B é acoplado com a seção de distribuidor 224 enquanto os orifícios de exaustão 65B1-

65B4 são fixados à extremidade livre das luvas 226A-D, respectivamente. Cada orifício de exaustão 65B1-65B4 pode ser o mesmo que o orifício de exaustão 65B anteriormente discutido. Fixado a cada orifício de exaustão 65B1-65B4, de modo a ser recebido dentro de uma luva correspondente 226a-D está um filtro 74B1-B4, respectivamente. Cada filtro 74B1-B4 pode ser o mesmo que o filtro 74B anteriormente discutido.

[073] Durante o uso o orifício de entrada 64B é acoplado com a linha de gás 68 (Figura 1) para receber gás ou diretamente do contêiner 16 ou através do sistema de condensador 36. Por sua vez, cada orifício de exaustão 65B1-64B4 é acoplado com uma seção de linha de gás correspondente a qual acopla com a linha de transferência 180 e a qual alimenta para a bomba de vácuo 185. Como tal, a bomba de vácuo 185 pode aplicar uma pressão negativa a cada um dos orifícios de exaustão 65B1-64B4 e filtros correspondentes 74B1-B4. Os filtros 74B1-B4 podem ser usados simultaneamente para filtrar o gás. Alternativamente, as luvas 226A-D podem ser seletivamente presas fechadas para impedir gás de passar através das mesmas e, então, subsequentemente abertas. Como tal, os filtros 74B1-B4 podem ser usados consecutivamente para filtrar gás através dos mesmos. É apreciado que o conjunto de filtro 66F pode ser formado com 2, 3 ou 5 ou mais luvas com cada luva alojando um filtro separado 74.

[074] Voltando para a Figura 1, acoplada com a linha de transferência 180 em locais afastados entre si entre o conjunto de filtro 66 e a bomba de vácuo 185 está uma válvula 184, um sifão 186 e um sensor de pressão 188. A válvula 184 é usada para liberar seletivamente gás da linha de gás 180 quando a pressão na mesma ficar positiva ou ultrapassar um valor positivo predeterminado. Por exemplo, se a bomba de vácuo 185 parar de operar ou a linha de transferência 180 ficar fechada ou de outro modo bloqueada, a pressão de gás pode acumular dentro do invólucro 70 ou do conjunto de filtro 66, saco de condensador 40 e/ou contêiner 16, conforme aplicável.



Como discutido anteriormente, pressões elevadas dentro destas estruturas podem fazer a película polimérica e/ou as costuras formadas com o mesmo romperem, desse modo deixando contaminação entrar no ambiente estéril e eventualmente contaminar o fluido 24.

[075] A válvula 184 opera como uma válvula de alívio de pressão para liberar automaticamente a pressão de gás, de modo que não haja nenhuma falha no sistema. Para essa finalidade, a válvula 184 pode compreender uma válvula passiva, tal como uma válvula de retenção, incluindo uma válvula de retenção de esfera, válvula de retenção de diafragma ou válvula de retenção oscilante que abre automaticamente quando uma pressão positiva ou uma pressão positiva predeterminada é atingida. O gás passa através da válvula 184 e é, então, exaurido para o ambiente. Em outras modalidades, a válvula 184 pode compreender uma válvula ativa que é operada pelo processador de computador 190. Por exemplo, a válvula 184 pode compreender uma válvula elétrica, válvula pneumática ou válvula hidráulica a qual é eletricamente acoplada com o processador de computador 190. O processador 190 é programado de modo que quando a pressão dentro da linha de gás 180 fica positiva ou ultrapassa um valor positivo predeterminado, como detectado pelo sensor de pressão 188, o processador de computador 190 abre a válvula 184 até a pressão dentro da linha de gás 180 cair até um valor aceitável. A válvula 184 pode, então, ser automaticamente fechada. O processo pode, então, ser repetido quando a pressão dentro da linha de gás 180 novamente começa a se elevar. Em outras modalidades, ou em conjunto com o acima, a válvula 184 pode ser configurada para abrir automaticamente quando uma pressão positiva ou uma pressão predeterminada é detectada dentro da linha de gás 180, tal como pelo sensor de pressão 188 (discutido abaixo) ou algum outro sensor de pressão acoplado com a linha de gás 180. Em ainda outra modalidade, a válvula 184 pode compreender uma válvula manual, tal como uma válvula de esfera ou de gaveta padrão a qual é manualmente aberta quando a pressão dentro da linha de gás

180 ultrapassar um valor predeterminado. Em ainda outras modalidades, o processador de computador 190 pode ser substituído por outros tipos de elementos de controle que comunicam com o sensor de pressão 33, válvula de controle 182 e/ou bomba 185 e que têm um mecanismo de controle de feedback, tal como eletrônico, pneumático ou de outro modo, que permite controle sobre o sistema como discutido acima. O elemento de controle poderia ser integrado na válvula de controle 182 e/ou na bomba 185.

[076] O sifão 186 é opcional e é usado para coletar fluido que pode condensar dentro da linha de gás 180. O fluido condensado recuperado do sifão 186 pode ser retido num recipiente de armazenamento 192 para descarte ou processamento subsequente ou pode ser diretamente realimentado para o contêiner 16 através de uma linha de fluido conectada ao sifão 186. O sifão 186 ajuda a assegurar que fluido condensado na linha de transferência 180 não seja não intencionalmente exaurido do sistema e que o fluido condensado não destrua as válvulas e bombas a jusante.

[077] Como anteriormente mencionado, o sensor de pressão 188 detecta a pressão dentro da linha de transferência 180. O sensor de pressão 188 pode ser ligado com fios ao processador de computador 190. Alternativamente, leituras do sensor de pressão 188 podem ser transmitidas para o processador de computador 190 via um transmissor 187. O sensor de pressão 188 pode ser usado para controlar a operação da válvula 184 como discutido acima. Alternativamente, a válvula 184 pode ser operada por um sensor de pressão separado 188 que é acoplado à câmara 16 seja diretamente ou através de uma linha de gás. Um elemento de controle relacionado pode ser fixado ou integrado na válvula 184 e/ou no sensor de pressão separado 188 ou pode ser remotamente acoplado ao mesmo, tal como por uma comunicação sem fios.

[078] Em uma modalidade exemplar, uma fonte de vácuo central pode ser

simultaneamente acoplada em paralelo a uma pluralidade de sistemas de processamento de fluido diferentes. Por exemplo, representado na Figura 7 está um sistema que compreende fonte de vácuo central 408 acoplada em paralelo com os sistemas de processamento de fluido 10A-10C. A fonte de vácuo central 408 pode compreender uma ou mais bombas de vácuo individuais 185, como discutido acima, que operam juntas para formar uma única fonte de vácuo. Em uma aplicação, a fonte de vácuo 408 pode ser operada continuamente. Cada sistema de processamento de fluido 10A-10C compreende um sistema de contenção de fluido 400, um sistema de condensador opcional 402, um conjunto de filtro 404 e um controlador 406.

[079] O sistema de contenção de fluido 400 pode compreender o contêiner 16, um meio para misturar o fluido dentro do contêiner 16 e os outros elementos e/ou alternativas discutidas acima com respeito ao contêiner 16. O sistema de condensador 402 pode compreender o sistema de condensador 36 e as alternativas do mesmos discutidas acima e que opera com o sistema de contenção de fluido 400 da mesma maneira que o sistema de condensador 36 opera com o contêiner 16. O conjunto de filtro 404 compreende conjuntos de filtro 66 e as alternativas do mesmo discutidas acima e que opera com o sistema de condensador 402 ou diretamente com o sistema de contenção de fluido 400 da mesma maneira que os conjuntos de filtro 66 operam como o sistema de condensador 36 ou o contêiner 16. O controlador 406 compreende os sistemas de controle alternativos discutidos acima, tal como processador 190, válvula 182 e sensor de pressão 33, os quais são usados para regular automaticamente a aplicação do vácuo parcial da fonte de vácuo central 408 ao conjunto de filtro 404 com base na pressão de gás dentro do sistema de contenção de fluido 400 ou algum outro valor predeterminado.

[080] Em contraste a ter um controlador separado 406 para cada sistema de processamento de fluido 10A-10C, um único controlador 406 poderia regular todo o sistema de processamento de fluido 10A-10C. Mais ainda, embora a Figura 7 mostre

três sistemas de processamento de fluido 10A-10C operando com a fonte de vácuo central 408, em outras modalidades 2, 4, 5, 6 ou mais sistemas de processamento de fluido poderiam operar com uma única fonte de vácuo central 408. A configuração acima fornece uma fonte de vácuo única contínua que pode ser compartilhada através de uma pluralidade de estações de trabalho numa instalação e, assim, elimina a necessidade de bombas de vácuo separadas.

[081] Testes foram realizados para determinar as melhorias esperadas na capacidade de fluxo de gás através dos filtros que poderiam ser alcançadas se um dispositivo de vácuo fosse aplicado ao filtro de gás de exaustão de um biorreator.

#### Materiais & Métodos:

[082] Amostras de dois diferentes tipos de filtro de cartucho foram selecionadas com a finalidade de comparação de fluxo normal versus filtração de gás assistida por vácuo: 1) filtro Meissner usando difluoreto de polivinil (PVDF) tendo classificação de poro de 0,2 micron e 2,5 polegadas de comprimento designado e 2) filtro Zenpure usando polietileno (PE) tendo classificação de poro de 0,2 micron e 2 polegadas de comprimento designado. Os filtros foram alojados dentro de um alojamento de filtro de aço inoxidável. Para imitar o fluxo de gás de saída de um saco de biorreator, um controlador de fluxo de massa (MFC) Alicat de 500slpm foi usado para dosar uma taxa de fluxo conhecida de ar para os alojamentos de filtro de aço inoxidável. Manômetros foram colocados tanto antes do filtro (entre MFC e o filtro) quanto depois do filtro (entre o filtro e a bomba de vácuo). Antes de testar o filtro, o conjunto de filtração foi avaliado sem um cartucho de filtro carregado para verificar que a contrapressão inerente no conjunto não distorceria os resultados e também com a linha de exaustão fechada para confirmar que o conjunto era a prova de vazamento. Um de cada filtro foi testado em fluxo de gás normal, onde o gás passando através do filtro era simplesmente exaurido para a atmosfera. Um de cada filtro também foi testado com uma bomba de vácuo de palheta rotativa Becker VT4.40 aplicando uma

pressão negativa ao orifício de saída do alojamento de filtro. A bomba de vácuo gerou 23inHg de vácuo: (-11,3psi) de vácuo em ociosidade (vácuo total, sem fluxo). Durante os testes de fluxo de gás real o diferencial entre entrada e saída do filtro era tipicamente menor que 3 psi (delta).

#### Resultados:

[083] Os resultados são estabelecidos no gráfico apresentado como Figura 8 e são com base em condições ambientes de 12,35 psi de pressão absoluta e uma temperatura ambiente de 75°C. O filtro Meissner PVDF rendeu uma melhoria significativa com o vácuo adicionado. Especificamente, numa contrapressão de 0,5 psi, o fluxo de gás através do filtro aumentou de 208 slpm até 430 slpm, o que é um aumento de 207%. O filtro Zenpure PE rendeu uma melhoria ainda mais significativa. Especificamente, numa contrapressão de 0,5 psi, o fluxo de gás através do filtro aumentou de 58 slpm para 290 slpm, o que é um aumento de 500%.

[084] Os resultados demonstram melhorias significativas sobre filtração de fluxo normal e confirmam o potencial tanto para economia de custos quanto para desempenho aperfeiçoado. A operação deste sistema ao nível do mar provavelmente melhoraria o desempenho até 16% em comparação com a elevação de 4.200 pés do laboratório de teste. Também deve ser reconhecido que uma bomba de vácuo maior capaz de uma taxa de fluxo de massa maior provará ser benéfica durante escalonamento e provavelmente será capaz de suportar >1.000 slpm de fluxo de ar com um comprimento de filtro de 10 polegadas, embora operando a uma contrapressão menor que o limite de processo desejado de 0,5 psi de contrapressão.

[085] A presente invenção pode ser configurada em outras formas específicas sem afastamento de seu espírito ou suas características essenciais. As modalidades descritas serão consideradas em todos os aspectos somente como ilustrativas e não restritivas. O escopo da invenção, portanto, é indicado pelas reivindicações em anexo em vez da descrição anterior. Todas as mudanças que

vierem dentro do significado e alcance de equivalência das reivindicações serão englobadas dentro de seu escopo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para filtração de um gás, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

pulverizar um gás através de um líquido (24) dentro de um compartimento (18) de um contêiner (16), o contêiner (16) compreendendo um saco flexível;

passar o gás pulverizado do contêiner (16) através de um filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C) de um conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404); e

aplicar um vácuo parcial ao filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C) de modo que o vácuo parcial ajude na retirada do gás pulverizado através do filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C).

2. Método para filtração, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende regular automaticamente a aplicação do vácuo parcial com base em uma leitura de pressão do gás pulverizado a montante do filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C).

3. Método para filtração, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda regular a aplicação do vácuo parcial com base em um valor detectado para a pressão do gás dentro do contêiner (16).

4. Método para filtração, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o líquido (24) compreende uma cultura que inclui meios e células ou micro-organismos suspensos nela.

5. Método para filtração, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) compreende:

um invólucro (70, 70A, 70B, 70C) compreendido de uma folha flexível de uma película polimérica limitando um compartimento (72, 100); e

o filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C) sendo pelo menos parcialmente disposto

dentro do compartimento (72, 100) do invólucro (70, 70A, 70B, 70C).

6. Método para filtragem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

passar o gás pulverizado do contêiner (16) através de uma pluralidade de filtros de gás (74B1-B4), a pluralidade de filtros de gás (74B1-B4) sendo disposta em paralelo entre si, o filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C) sendo um dentre a pluralidade de filtros de gás (74B1-B4); e

aplicar o vácuo parcial em cada da pluralidade de filtros de gás (74B1-B4) de modo que o vácuo parcial ajude na retirada do gás através da pluralidade de filtros de gás (74B1-B4).

7. Método para filtragem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda passar gás pulverizado através de um conjunto de condensador (36, 402) para remover a umidade do gás antes de passar o gás através do filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C).

8. Método para filtragem, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o conjunto de condensador (36, 402) compreende um saco flexível (40) através do qual o gás é passado.

9. Método para filtragem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda manter uma pressão de gás dentro do contêiner (16) em uma faixa entre 0 kPa e 10 kPa durante a pulverização do gás.

10. Método para filtragem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda manter um diferencial de pressão entre um orifício de entrada de gás (64, 64A, 64B) do filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C) e um orifício de exaustão de gás (65, 65A, 65B, 65C) do filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C) em uma faixa entre 0,5 kPa e 50 kPa, o orifício de exaustão de gás (65, 65A, 65B, 65C) tendo o vácuo parcial aplicado nele.



11. Método para filtragem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda pulverizar o gás através do líquido (24) de modo que o gás passe através do compartimento (18) do contêiner (16) em uma taxa de fluxo de 0,001 a 2,5 volumes de recipiente por minuto com base em um volume do contêiner (16).

12. Sistema para filtragem de um gás **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um contêiner (16) tendo um compartimento (18) configurado para manter um líquido (24), o contêiner (16) compreendendo um saco flexível,

um primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) compreendendo um primeiro filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C), o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) sendo acoplado com o contêiner (16) de modo que um gás possa passar do compartimento (18) do contêiner (16) para o primeiro filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C); e

uma primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408) acoplada com o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) de modo que, quando a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408) é ativada, um vácuo parcial é produzido que ajuda na retirada do gás do contêiner através do primeiro filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

um sensor de pressão (33) posicionado para detectar a pressão de gás dentro do compartimento (18) do contêiner (16); e

um processador de computador (190) em comunicação elétrica com o sensor de pressão (33) e a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408).

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

um sensor de pressão (33) posicionado para detectar uma pressão de gás

dentro do compartimento (18) do contêiner (16),

uma válvula de controle (182) disposta em comunicação de fluido entre o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) e a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408); e

um elemento de controle (190) em comunicação com o sensor de pressão (33) e a válvula de controle (182).

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) compreende:

um invólucro (70, 70A, 70B, 70C) compreendido de uma folha flexível de uma película polimérica limitando um compartimento; e

o primeiro filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C) sendo pelo menos parcialmente disposto dentro do compartimento do invólucro (70, 70A, 70B, 70C).

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma segunda bomba de vácuo (185A) acoplada com o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404).

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda um segundo conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) compreendendo um segundo filtro de gás, o segundo conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) sendo acoplado com o saco flexível em paralelo com o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) de modo que um gás possa passar do compartimento do saco flexível para o segundo filtro de gás, a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408) sendo acoplada com o segundo conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404).

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda um conjunto de condensador (36, 402) acoplado com o saco flexível entre o saco flexível e o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404), o conjunto de condensador (36, 402) compreendendo:

um fluido de saco de condensador (40) acoplado com o saco flexível e o primeiro filtro de gás (74, 74A, 74B, 74C); e

um painel de condensador (54, 54A, 54B) disposto adjacente ao saco de condensador e acoplado com um resfriador (42).

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

uma linha de transferência de gás (180) que se estende entre um orifício de exaustão no primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) e a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408); e

uma válvula de descarga de pressão (184) acoplada com a linha de transferência de gás (180) entre o primeiro conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) e a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408), a válvula de descarga de pressão (184) abrindo para descarregar gás da linha de transferência de gás (180) para a atmosfera quando a pressão de gás dentro da linha de transferência de gás (180) é positiva ou alcança um valor positivo predeterminado.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

um segundo contêiner (400A-C) tendo um compartimento configurado para manter um líquido,

um segundo conjunto de filtro (404A-C) compreendendo um segundo filtro de gás, o segundo conjunto de filtro (404A-C) sendo acoplado com o segundo contêiner (400A-C) de modo que um gás possa passar do compartimento do segundo contêiner para o segundo filtro de gás; e

a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408) sendo acoplada com o segundo conjunto de filtro (404A-C) de modo que, quando a primeira bomba de vácuo (185, 185A, 408) é ativada, um vácuo parcial é produzido que ajuda na retirada do gás do segundo contêiner através do segundo filtro de gás.

21. Sistema para filtragem de um gás **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um conjunto de filtro (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) compreendendo:

um invólucro (70, 70A, 70B, 70C) compreendido de uma folha flexível de uma película polimérica e limitando um compartimento,

um orifício de entrada (64, 64A, 64B) acoplado com o invólucro (70, 70A, 70B, 70C) e se comunicando com o compartimento; e

um primeiro filtro (74, 74A, 74B, 74C) compreendendo um corpo de filtro poroso através do qual gás pode passar e um orifício de exaustão (65, 65A, 65B, 65C) acoplado com o corpo de filtro, o primeiro filtro (74, 74A, 74B, 74C) sendo acoplado com o invólucro (70, 70A, 70B, 70C) de modo que o corpo de filtro é pelo menos parcialmente disposto dentro do compartimento do invólucro e de modo que o gás passando através do compartimento do invólucro proveniente do orifício de entrada (64, 64A, 64B) para o orifício de exaustão (65, 65A, 65B, 65C) precise passar através do corpo de filtro; e

uma bomba de vácuo (185, 185A, 408) acoplada com o orifício de exaustão (65, 65A, 65B, 65C) do primeiro filtro de modo que, quando a bomba de vácuo (185, 185A, 408) é ativada, um vácuo parcial é aplicado no orifício de exaustão (65, 65A, 65B, 65C).

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

uma linha de transferência de gás (180) que se estende entre o orifício de exaustão (65, 65A, 65B, 65C) do primeiro filtro (74, 74A, 74B, 74C) e a bomba de vácuo (185, 185A, 408); e

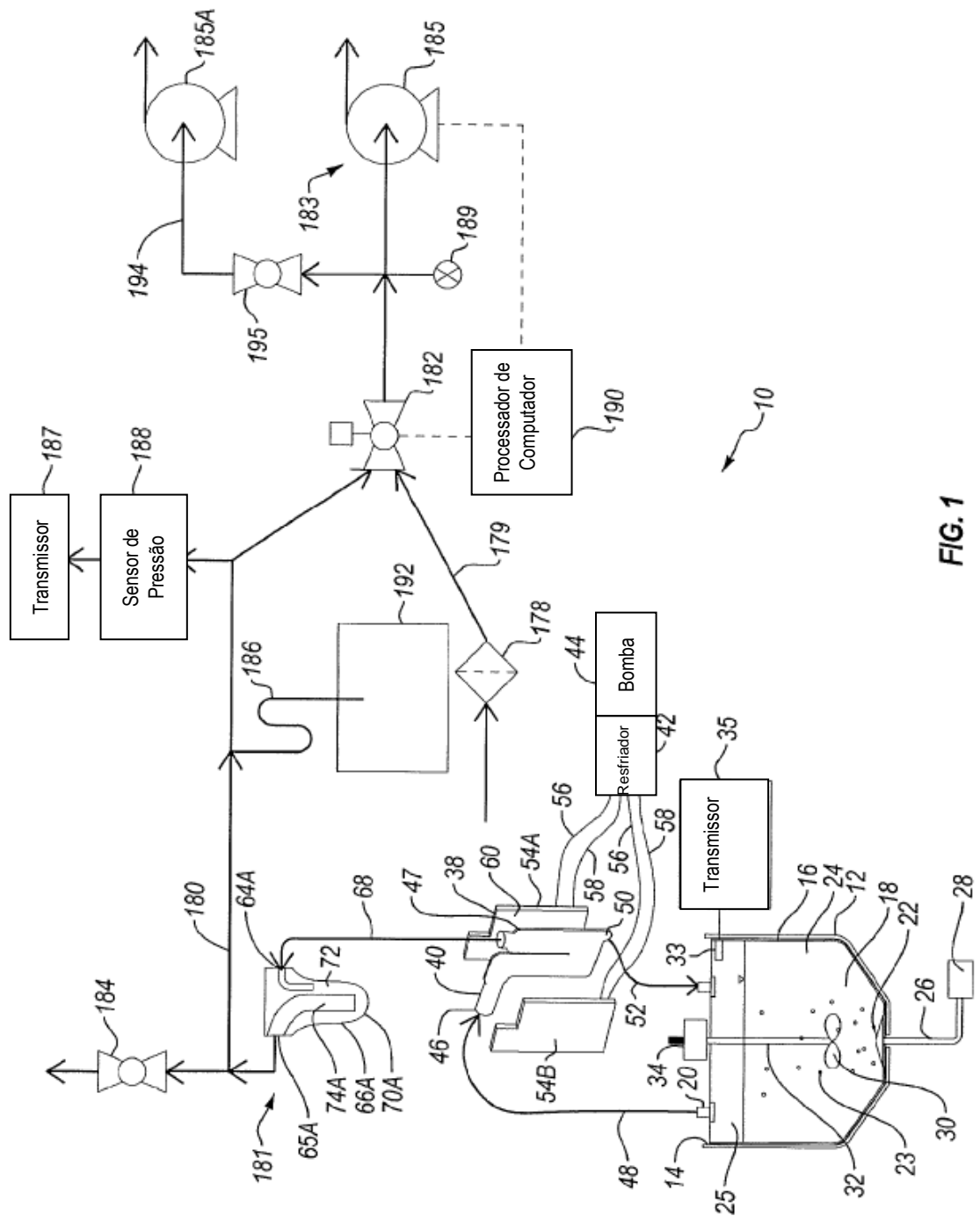
uma válvula de descarga de pressão (184) acoplada com a linha de transferência de gás (180) entre o primeiro filtro e a bomba de vácuo (185, 185A, 408), a válvula de descarga de pressão (184) abrindo para descarregar gás da linha de

transferência de gás (180) para a atmosfera quando a pressão de gás dentro da linha de transferência de gás (180) é positiva ou alcança um valor positivo predeterminado.

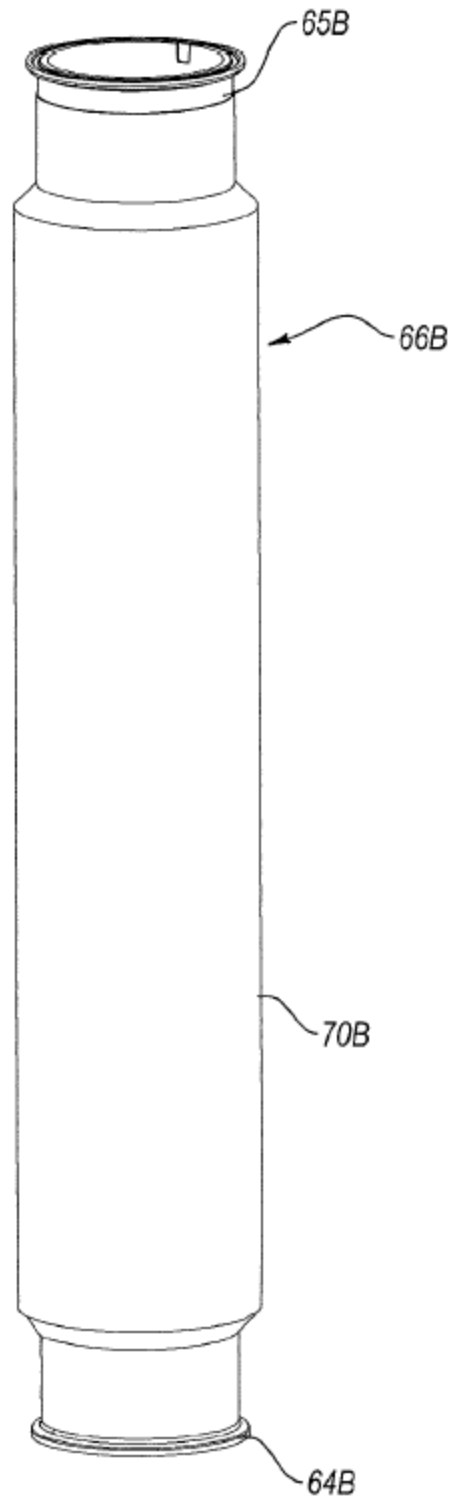
23. Método para filtragem de um gás **CARACTERIZADO** por compreender:

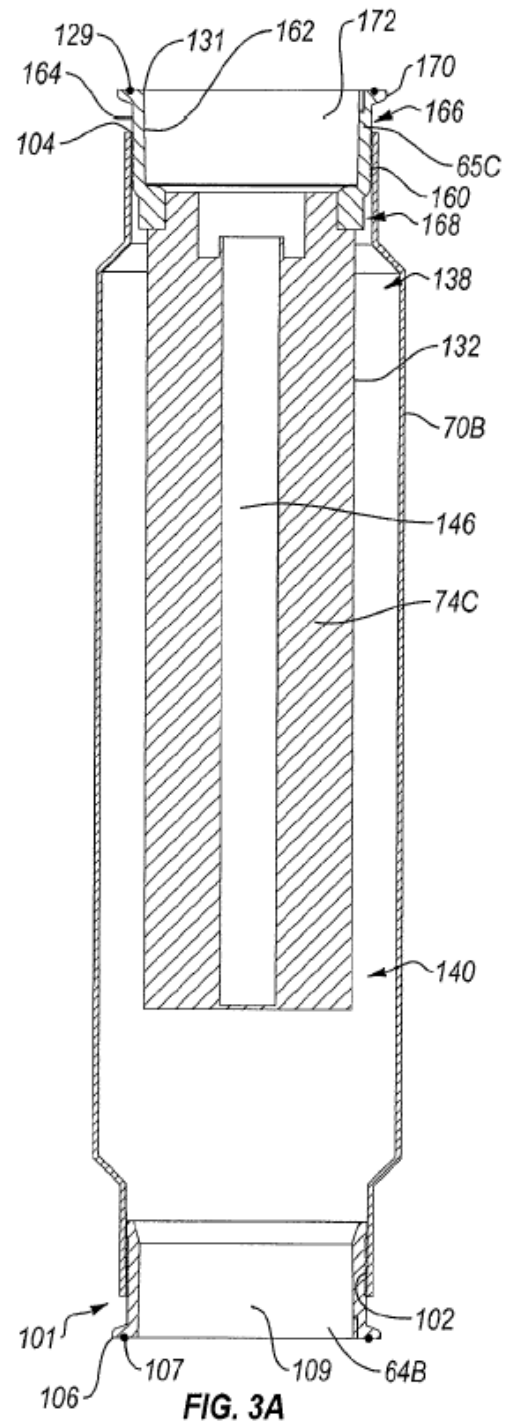
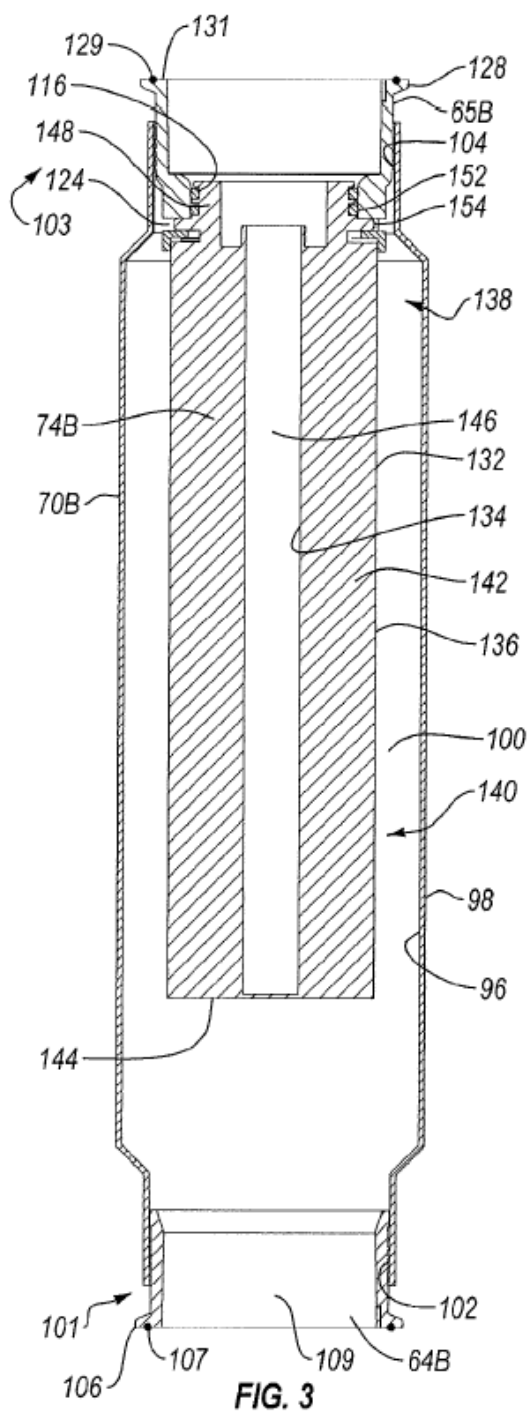
entregar um gás em um compartimento (72, 100) de um conjunto de filtro de gás (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404), o compartimento (72, 100) sendo pelo menos parcialmente limitado por um invólucro (70, 70A, 70B, 70C) compreendido de uma folha flexível de película polimérica, e

aplicar um vácuo parcial ao conjunto de filtro de gás (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) de modo que o vácuo parcial ajude na retirada do gás através de um corpo de filtro poroso do conjunto de filtro de gás (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404) que é pelo menos parcialmente disposto dentro do compartimento (72, 100) do conjunto de filtro de gás (66, 66A, 66B, 66C, 66D, 66F, 404).



**FIG. 1**

**FIG. 2**





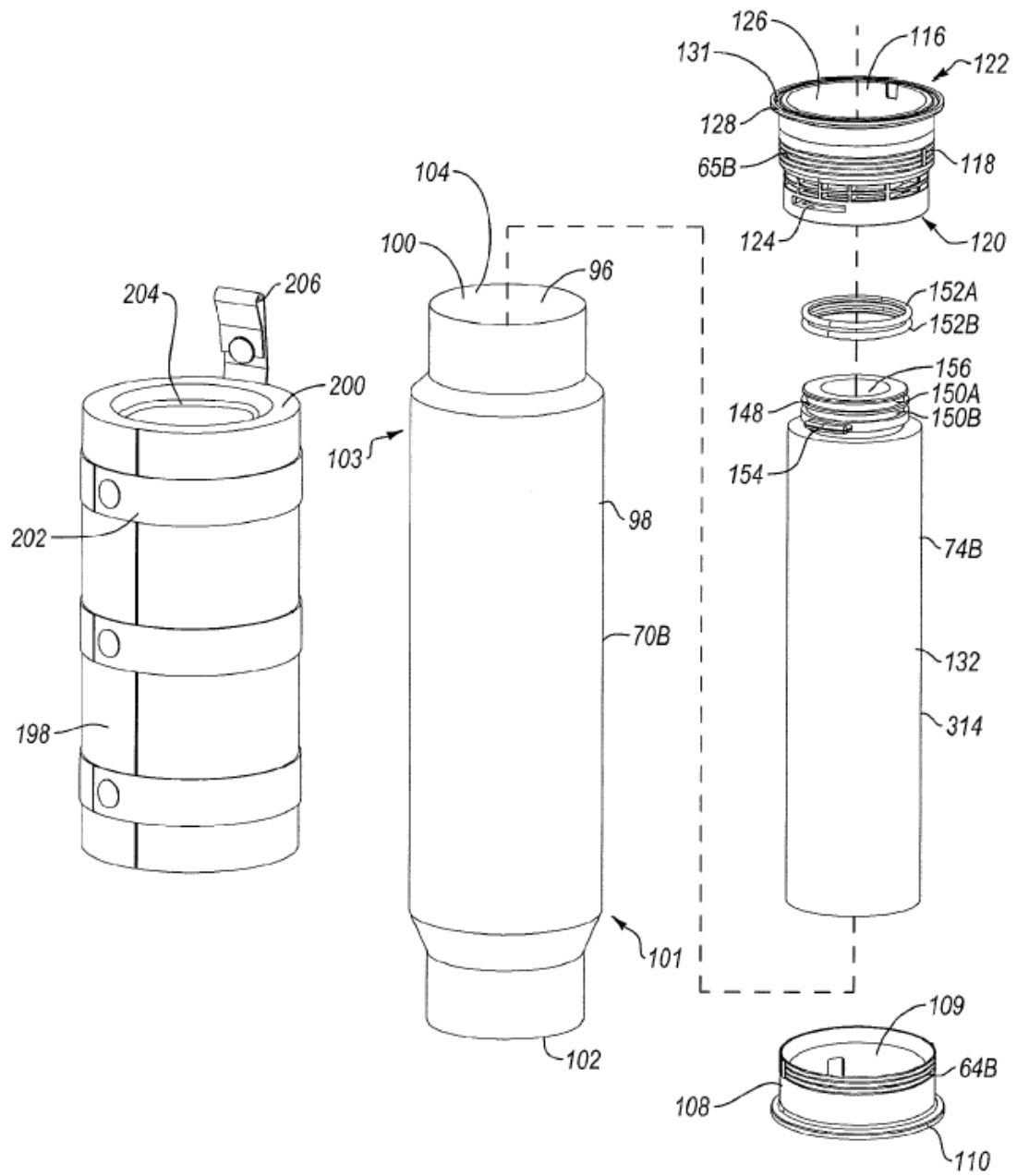
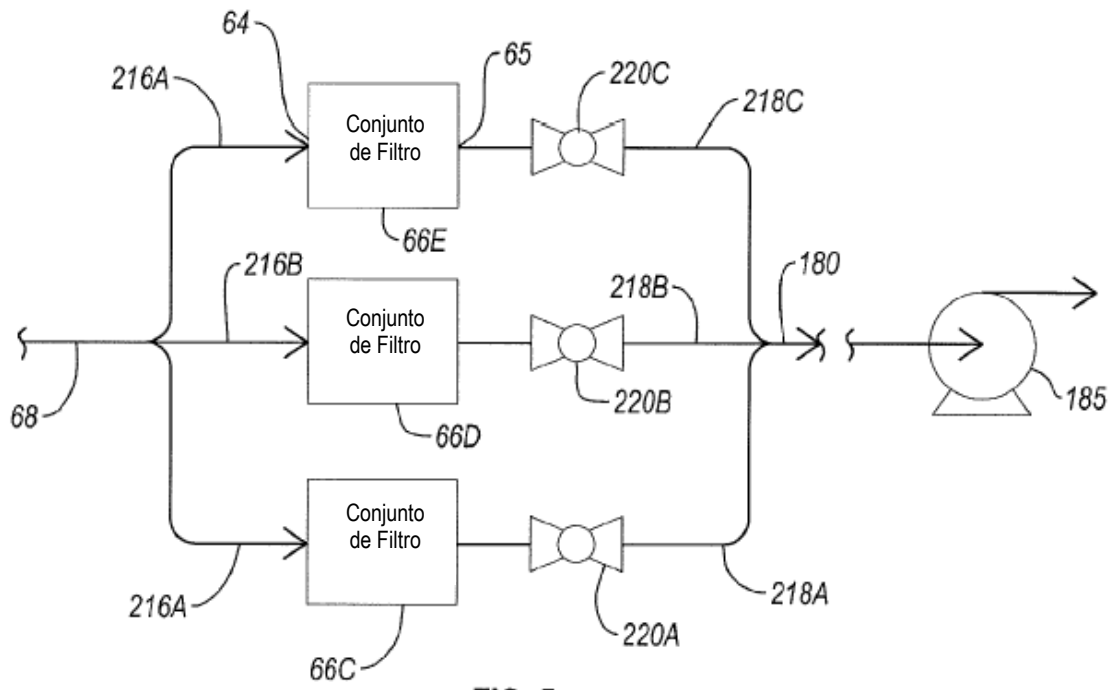


FIG. 4

**FIG. 5**

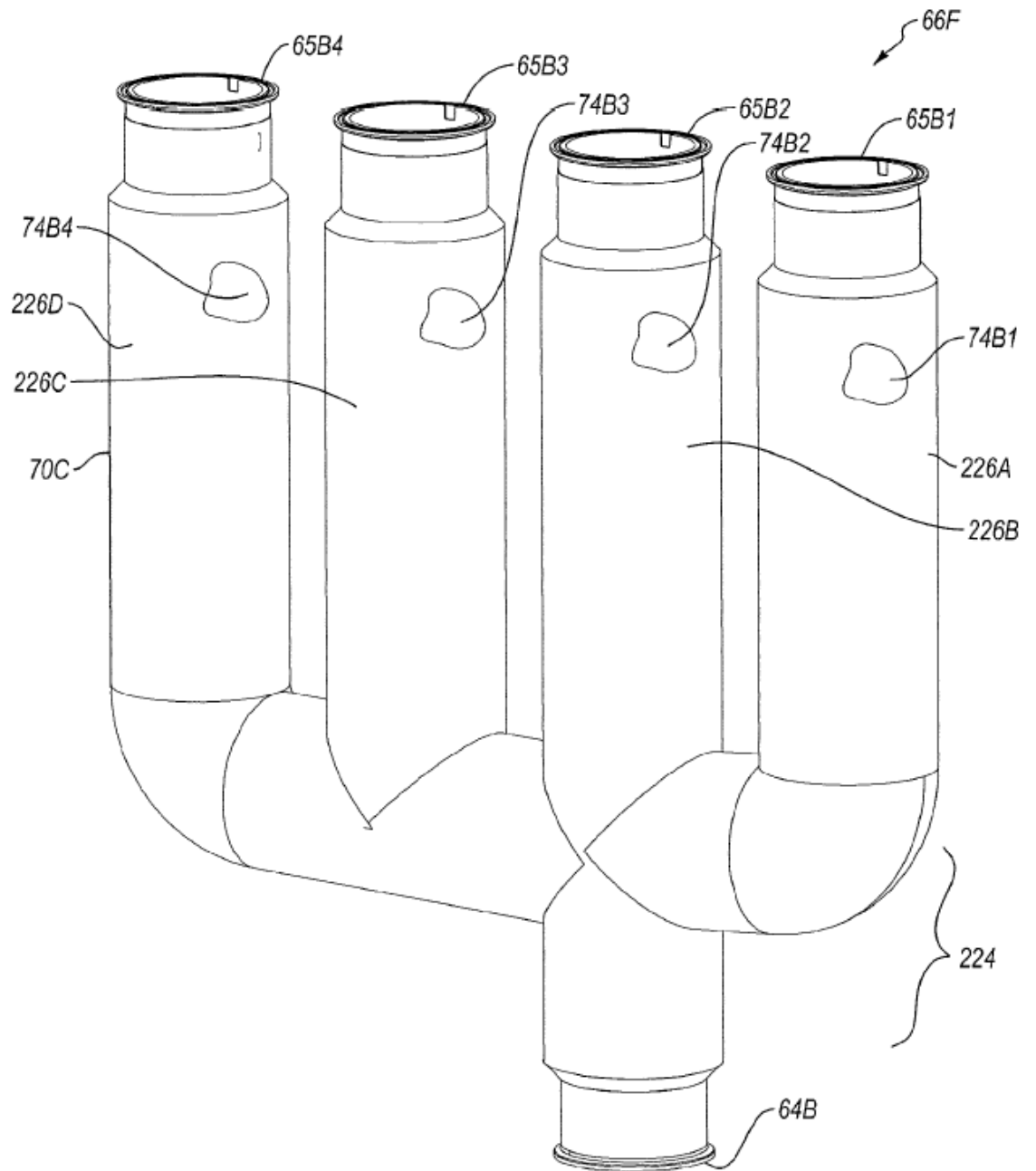


FIG. 6

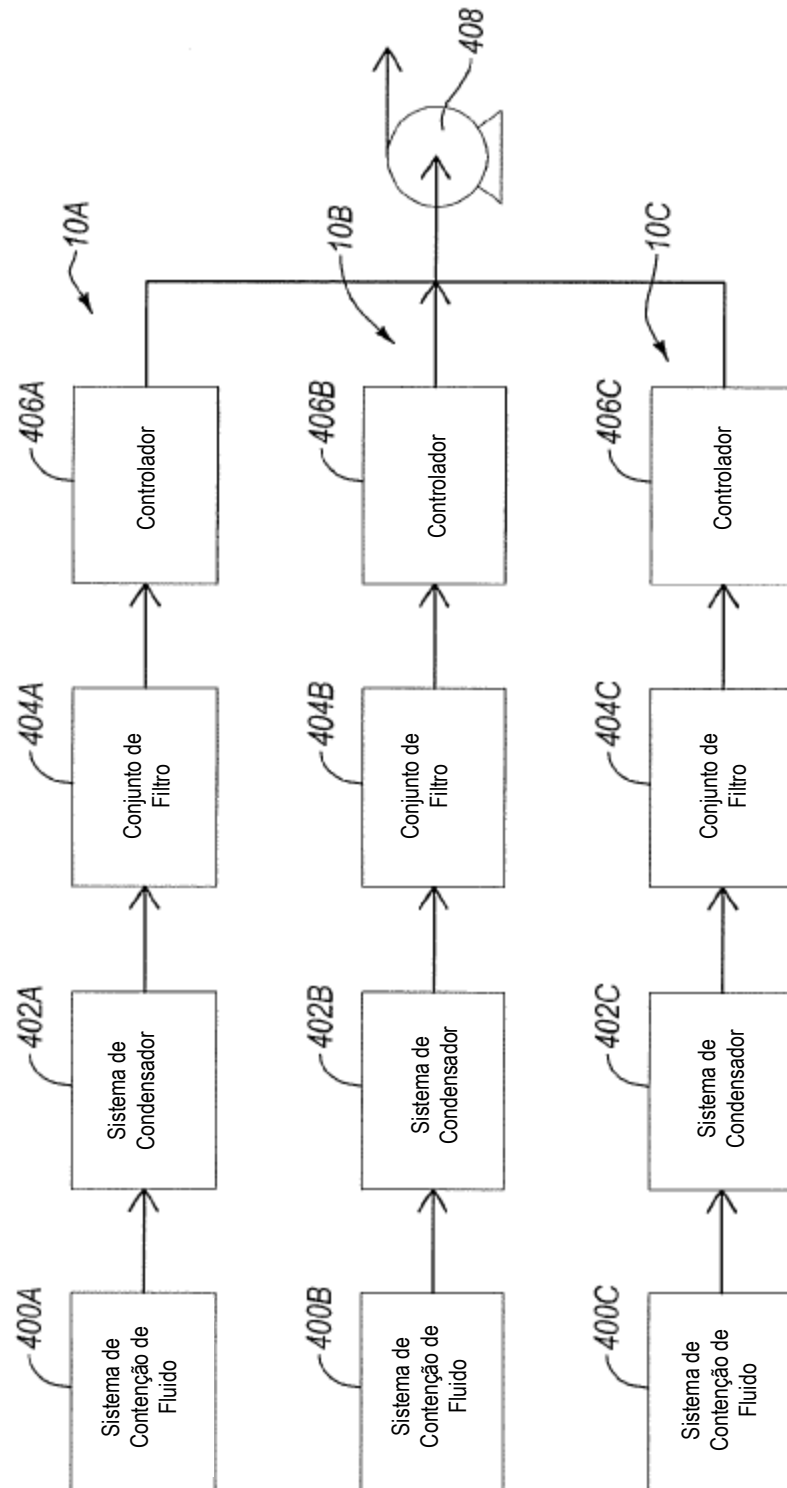


FIG. 7

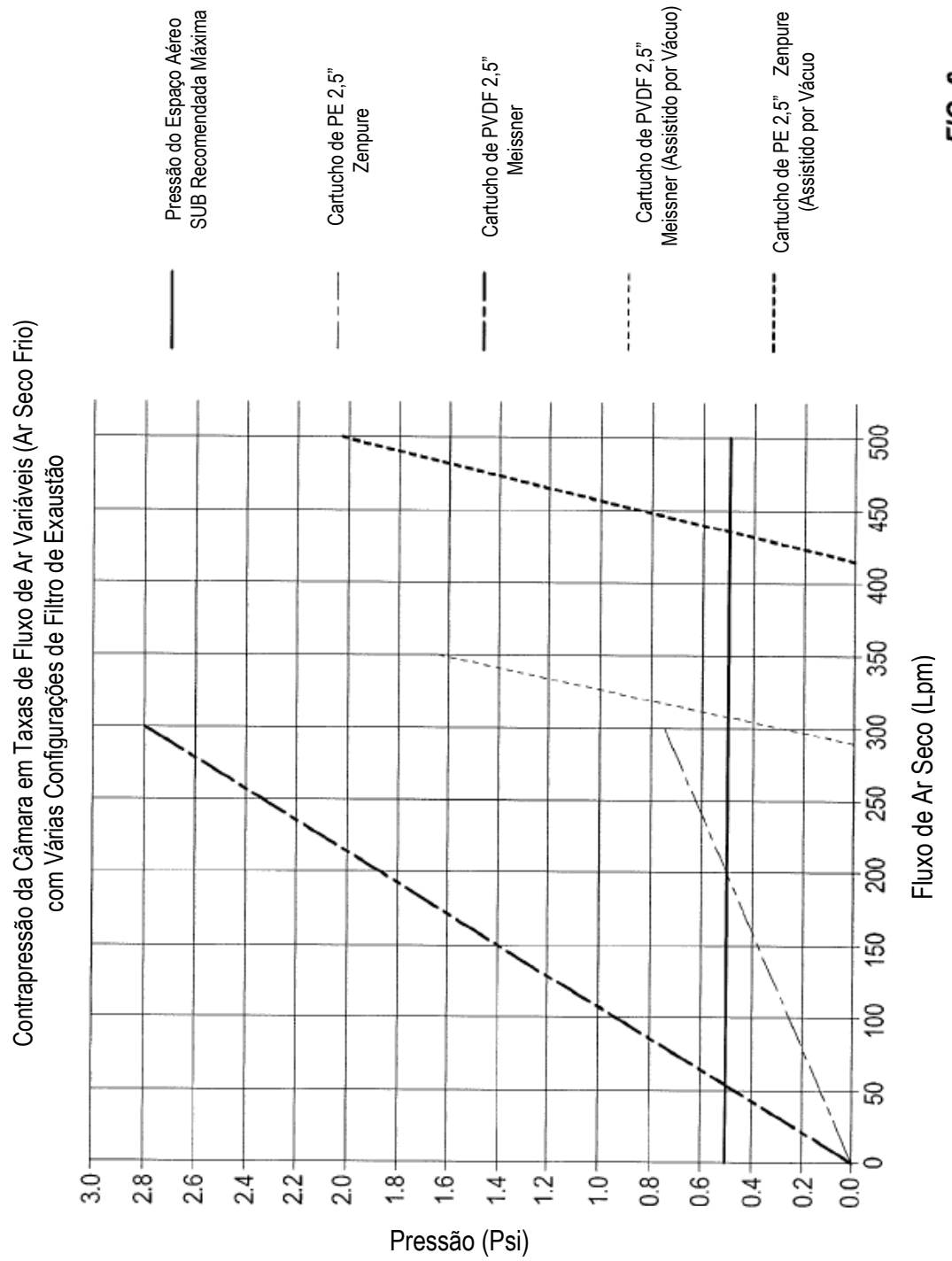


FIG. 8