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

(21) BR 112021014918-0 A2

(22) Data do Depósito: 28/01/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 28/09/2021

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA DESAERAÇÃO

(51) Int. Cl.: B01D 19/00.

(30) Prioridade Unionista: 29/01/2019 US 62/798,272.

(71) Depositante(es): DONALDSON COMPANY, INC..

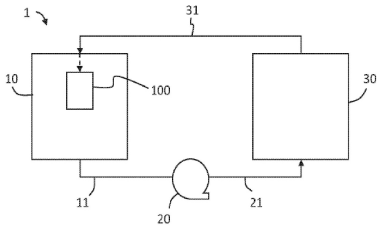
(72) Inventor(es): MICHAEL J. CRONIN; MICHAEL J. GUSTAFSON; VIJAY K. KAPOOR; MIKE J. MADSEN; DANIEL R. FREMBGEN; DAVIS B. MORAVEC; MATTHEW P. GOERTZ; DIVYA PANCHANATHAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2020015449 de 28/01/2020

(87) Publicação PCT: WO 2020/160014 de 06/08/2020

(85) Data da Fase Nacional: 28/07/2021

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO PARA DESAERAÇÃO. Trata-se de um desaerador que inclui meios de nucleação de gás e uma barreira porosa. O desaerador pode incluir meios de crescimento entre os meios de nucleação de gás e a barreira porosa. O desaerador pode ser parte de um sistema para remover gás de um fluido, em que o sistema inclui um tanque com uma entrada de fluido e uma saída de fluido e que tem uma trajetória de fluxo de fluido da entrada de fluido até à saída de fluido, e em que o desaerador está na trajetória de fluxo de fluido. Um método para remover gás de um fluido inclui passar o fluido pelo desaerador que define uma trajetória de fluxo de fluido.



"SISTEMA E MÉTODO PARA DESAERAÇÃO"

Referência cruzada a pedidos relacionados

[001] O presente pedido reivindica prioridade para o Pedido Provisório n° de série US 62/798.272, depositado em 29 de janeiro de 2019, que é incorporado ao presente documento em sua totalidade a título de referência.

CAMPO

[002] O presente pedido refere-se a sistemas e métodos para desaeração de fluidos.

ANTECEDENTES

[003] Vários sistemas que utilizam fluidos podem se beneficiar da remoção de ar do fluido (por exemplo, desaeração). Em particular, sistemas em que o mesmo fluido permanece dentro do sistema por um período de tempo podem experimentar acúmulo de ar no fluido. Por exemplo, sistemas em que o fluido circula através do sistema múltiplas vezes, como sistemas hidráulicos, podem experimentar acúmulo de ar no fluido, fazendo com que o desempenho do sistema seja prejudicado.

[004] Sistemas hidráulicos e, especificamente, máquinas hidráulicas, dependem de fluido hidráulico para realizar o trabalho. Exemplos comuns de sistemas hidráulicos incluem máquinas hidráulicas, sistemas de acionamento hidráulicos, sistemas de transmissão hidráulicos, freios hidráulicos, etc. Devido ao fato de que o fluido hidráulico permanece tipicamente no sistema durante um período de tempo e passa por períodos de alta pressão e baixa pressão, o ar pode se acumular no fluido. Ar no fluido pode estar presente de várias formas, incluindo ar dissolvido e ar livre. O ar livre pode incluir ar aprisionado e espuma. A presença de ar pode causar cavitação de bomba com sintomas como desgaste de componente e ruído aumentado, ou uma diminuição no módulo de volume de fluido, resultando em eficiência reduzida do sistema hidráulico e controlabilidade reduzida.

[005] Seria desejável fornecer um sistema e método para desaerar fluidos. Também seria desejável fornecer um sistema e método para desaerar fluidos hidráulicos e compatíveis com sistemas hidráulicos.

SUMÁRIO

[006] De acordo com princípios desta revelação, é fornecido um desaerador. O desaerador inclui meios de nucleação de gás. Os meios de crescimento podem ser dispostos adjacentes aos meios de nucleação de gás. Uma barreira porosa é disposta adjacente aos meios de crescimento. O desaerador pode ser parte de um sistema para remover gás (por exemplo, ar) de um fluido, em que o sistema inclui um tanque com uma entrada de fluido e uma saída de fluido e tem uma trajetória de fluxo de fluido da entrada de fluido para a saída de fluido, e em que o desaerador está na trajetória de fluxo de fluido.

[007] É fornecido um método para remover gás (por exemplo, ar) de um fluido. O método envolve passar o fluido através de um desaerador. O desaerador define uma trajetória de fluxo de fluido e inclui meios de nucleação de gás dispostos na trajetória de fluxo de fluido. Os meios de crescimento são dispostos na trajetória de fluxo de fluido a jusante dos meios de nucleação de gás. Uma barreira porosa é disposta na trajetória de fluxo de fluido a jusante dos meios de crescimento.

[008] É fornecido um sistema para remover gás de um fluido. O sistema inclui um tanque com uma entrada de fluido e uma saída de fluido e que tem uma trajetória de fluxo de fluido da entrada de fluido até à saída de fluido; e um desaerador. O sistema inclui meios de nucleação de gás. Os meios de crescimento podem ser dispostos adjacentes aos meios de nucleação de gás. Uma barreira porosa é disposta adjacente aos meios de crescimento.

[009] O desaerador pode incluir meios de nucleação de gás, uma barreira porosa adjacente aos meios de nucleação de gás e um vão entre os meios de nucleação de gás e a barreira porosa. A barreira porosa pode ter aberturas dimensionadas de 250 µm ou menos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[010] A FIGURA 1 é um fluxograma esquemático de um sistema hidráulico de acordo com uma modalidade.

[011] As FIGURAS 2A-2D são vistas em corte transversais esquemáticas de unidades de desaerador usadas no sistema hidráulico da FIGURA 1 de acordo com as modalidades.

[012] A FIGURA 3 é uma vista em corte transversal esquemática de uma unidade de desaerador usada no sistema hidráulico da FIGURA 1 de acordo com as modalidades.

[013] A FIGURA 4 é uma representação gráfica de uma configuração de coleta de dados usada nos Exemplos.

[014] As FIGURAS 5A-5C são representações gráficas de resultados do Exemplo 1.

[015] As FIGURAS 6A-6C são representações gráficas de resultados do Exemplo 2.

[016] As FIGURAS 7A-7D e 8A-8D são representações gráficas de resultados do Exemplo 3.

[017] As FIGURAS 9A e 9B são representações gráficas de resultados do Exemplo 4.

[018] As FIGURAS 10A e 10B são representações gráficas de resultados do Exemplo 6.

[019] As FIGURAS 11A e 11B são representações gráficas de resultados do Exemplo 7.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[020] A presente revelação se refere a sistemas e métodos para remover gases, como ar, de fluidos. Os sistemas e métodos desta revelação são particularmente úteis para remover ar de (por exemplo, ao desaerar) fluidos usados em sistemas de recirculação, como sistemas hidráulicos.

[021] O termo "fluido" é usado nesta revelação para descrever substâncias que estão na fase líquida. Um fluido pode ter compostos gasosos dissolvidos ou aprisionados no mesmo.

[022] Os termos "desaerar" e "desaeração" são usados aqui para se referirem à remoção de ar ou qualquer outro gás de um fluido.

[023] O termo "adjacente" é usado aqui com o significado de "próximo a". Um recurso que é "adjacente" pode estar ou não em contato com o recurso adjacente. Por exemplo, recursos que são "adjacentes" podem ser separados por um vão.

[024] O termo "imediatamente adjacente" é usado aqui com o significado de em contato com o recurso adjacente. O termo "imediatamente adjacente" pode ser usado para indicar a ausência de recursos intermediários.

[025] O termo "substancialmente" conforme usado aqui tem o mesmo significado que "significativamente", e pode ser entendido como modificando o termo que segue em pelo menos cerca de 75%, pelo menos cerca de 90%, pelo menos cerca de 95% ou pelo menos cerca de 98%. O termo "não substancialmente" conforme usado aqui tem o mesmo significado que "não significativamente", e pode ser entendido como tendo o significado inverso de "substancialmente," isto é, modificando o termo que segue em não mais de 25%, não mais de 10%, não mais de 5% ou não mais de 2%.

[026] O termo "nominal" no contexto de tamanho de malha, tamanho de poro, diâmetro de fibra ou diâmetro de fio é usado aqui para se referir ao tamanho de malha ou poroso marcado ou relatado de um produto comercialmente disponível.

[027] A unidade "psi" é usada aqui para se referir a libras-força por polegada quadrada. Um (1) psi é igual a aproximadamente 6900 Pascal, ou cerca de 6,9 kPa.

[028] Qualquer referência a métodos padrão (por exemplo, ASTM, TAPPI, AATCC, etc.) se refere à versão mais recente disponível do método no momento de depósito desta revelação salvo se indicado de outro modo.

[029] O termo "cerca de" é usado aqui em conjunto com valores numéricos para incluir variações normais em medições conforme esperado por versados na técnica e é entendido como tendo o mesmo significado que "aproximadamente" e abranger uma margem típica de erro, como ±5% do valor apresentado.

[030] Não se pretende que termos, como "um", "uma" e "o/a" se refiram a apenas uma entidade singular, mas incluam a classe geral da qual um exemplo específico pode ser usado a título de ilustração.

[031] Os termos “um”, “uma” e “o”, “a” são usados de forma intercambiável com o termo “pelo menos um”. Os sintagmas “pelo menos um dentre” e “compreende pelo menos um dentre” seguidos por uma lista referem-se a qualquer um dos itens na lista e qualquer combinação de dois ou mais itens na lista.

[032] Conforme usado aqui, o termo "ou" é, em geral, empregado no seu sentido usual incluindo "e/ou" salvo se o conteúdo ditar claramente de outro modo. O termo “e/ou” significa um ou a totalidade dos elementos listados ou uma combinação de quaisquer dois ou mais dos elementos listados.

[033] As menções de faixas numéricas por pontos finais incluem todos os números incluídos nessa faixa por exemplo, 1 a 5 inclui 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4, 5, etc. ou 10 ou menos inclui 10, 9,4, 7,6, 5, 4,3, 2,9, 1,62, 0,3, etc.). Quando uma faixa de valores é "até" ou "pelo menos" um valor particular, esse valor é incluído nessa faixa.

[034] Os termos "preferencial" e "de preferência" se referem a modalidades que podem proporcionar certos benefícios, sob certas circunstâncias. Porém, outras modalidades também podem ser preferenciais, nas mesmas ou em outras circunstâncias. Adicionalmente, a menção de uma ou mais modalidades preferenciais não implica que outras modalidades não são úteis e não se pretende que exclua outras modalidades do escopo da revelação, incluindo as reivindicações.

[035] De acordo com algumas modalidades, o gás pode ser removido de um fluido ao incluir nucleação de gás e permitir que o gás escape. A nucleação pode ser induzida ao colocar o fluido em contato com um material que fornece um local de nucleação do gás. A nucleação do gás pode fazer com que as cavidades de gás livre se formem. As cavidades de gás podem ser crescidas e/ou coalescidas adicionalmente em um ou dois estágios ou múltiplos estágios para aumentar o tamanho das cavidades de gás e aumentando, desse modo, sua flutuabilidade,

aumentando a velocidade na qual o gás sobe dentro do fluido. Os termos "cavidade de gás" e "bolha" são usados de modo intercambiável aqui.

[036] Certos tipos de veículos, como escavadeiras, pá-carregadeiras, pá-carregadeiras de direção por rotação variada e similares, incluem sistemas hidráulicos integrados. Por vários motivos, como um desejo de aprimorar a eficiência, há um desejo de aprimorar o sistema hidráulico e, em particular, diminuir o tamanho do tanque de fluido hidráulico. Entretanto, tanques menores podem agravar as questões com ar no fluido hidráulico (por exemplo, óleo) devido a tempos de permanência mais curtos do fluido no tanque. Um tempo de permanência curto pode não permitir que ar no fluido deixe o fluido antes de o fluido ser retirado novamente do tanque. O dispositivo e o método da presente revelação podem ser vantajosos devido à sua capacidade de remover ar, incluindo ar dissolvido, pequenas cavidades de ar e ar aprisionado de fluidos, como fluido hidráulico ou óleo. O dispositivo e o método podem ser adicionalmente vantajosos devido à sua capacidade de terem seus tamanhos diminuídos para uso em tanques hidráulicos menores, como aqueles usados em sistemas hidráulicos móveis em veículos, por exemplo, escavadeiras, pá-carregadeiras, pá-carregadeiras de direção por rotação variada ou outros sistemas com tanques hidráulicos diminuídos.

[037] Uma parte esquemática de um sistema hidráulico 1 de acordo com a presente revelação é mostrada na FIGURA 1. O sistema hidráulico 1 inclui um tanque 10 para alojar um fluido hidráulico. O sistema 1 também inclui uma bomba 20 que transfere fluido do tanque 10 para uma ou mais aplicações hidráulicas 30. Exemplos de aplicações hidráulicas 30 incluem máquinas hidráulicas, sistemas de acionamento hidráulicos, sistemas de transmissão hidráulicos, freios hidráulicos e similares. O fluido flui a partir do tanque 10 para a bomba 20 através da linha de saída 11 e a partir da bomba 20 para as aplicações hidráulicas 30 através da linha de saída 21. A bomba 20 aplica pressão ao fluido, e, assim, o fluido na linha de saída 21 está sob uma pressão superior ao fluido no tanque 10 ou na linha de saída 11. O fluido pressurizado

pode ser usado para realizar o trabalho nas aplicações hidráulicas 30. O fluido pode retornar das aplicações hidráulicas 30 para o tanque através da linha de retorno 31.

[038] O sistema 1 inclui um desaerador 100. O desaerador 100 é construído para remover pelo menos uma porção de gás dissolvido e/ou aprisionado no fluido. O desaerador 100 pode estar posicionado dentro do tanque 10 conforme mostrado, ou pode ser colocado em outro lugar no sistema 1. Por exemplo, o desaerador 100 pode ser colocado alinhado ao longo da linha de retorno 31. De acordo com uma modalidade, o desaerador 100 é disposto em uma trajetória de fluxo de fluido que flui através ou dentro do tanque 10. Por exemplo, o desaerador 100 pode ser colocado na trajetória de fluxo de fluido descarregado para o interior do tanque 10 a partir da linha de retorno 31. A direção de fluxo pode ser do topo para o fundo, conforme mostrado na FIGURA 1, em que o fluido da linha de retorno 31 flui para o interior do tanque 10 a partir do topo. Pelo menos uma porção do fluido da linha de retorno 31 pode entrar no desaerador 100.

[039] O sistema 1 pode incluir componentes adicionais, como tanques adicionais, linhas, bombas, medidores, controles, etc.

[040] Os diagramas transversais esquemáticos do desaerador 100 de acordo com a presente revelação são mostrados nas FIGURAS 2A-2D. O desaerador 100 inclui meios de nucleação de gás 110 dispostos na trajetória de fluxo do fluido no tanque 10. O desaerador 100 inclui adicionalmente meios de crescimento 120 a jusante dos meios de nucleação de gás 110. Uma barreira porosa 130 pode ser disposta a jusante dos meios de nucleação de gás 110 e/ou dos meios de crescimento 120.

[041] Os meios de nucleação de gás 110, os meios de crescimento 120 e/ou a barreira porosa 130 podem ser dispostos em uma configuração de fluxo atravessante na trajetória de fluido. Em algumas modalidades, pelo menos uma dentre as camadas dos meios de nucleação de gás 110, dos meios de crescimento 120 e/ou da barreira porosa 130 é disposta em uma configuração de fluxo cruzado. O termo "configuração de fluxo atravessante" é usado aqui para se referir a uma disposição

em que o fluido flui através dos meios. O termo "configuração de fluxo cruzado" é usado aqui para se referir a uma disposição em que o fluido através (ou sobre) dos meios.

[042] O desaerador 100 pode ter um interior aberto 144 com uma entrada 101 para receber fluxo de fluido de entrada. A entrada 101 pode ser definida como uma abertura em uma primeira tampa de extremidade 141. A entrada particular 101 retratada é configurada como uma entrada de topo que é uma abertura para o interior aberto 144. Disposições de entrada, localizações e direções alternativas são possíveis. Por exemplo, a entrada 101 pode estar posicionada no fundo ou em um lado da unidade de desaerador 100. Entretanto, a entrada de topo retratada é conveniente e vantajosa. A entrada 101 pode incluir recursos para acoplar o desaerador 100 ao tanque 10 e para direcionar o fluxo de fluido para o interior aberto 144. O desaerador 100 pode incluir adicionalmente trajetórias de fluxo adicionais ou alternativas, como fluxo de drenagem de caixa (fluxo de bomba excessivo), drenagem, transbordamento, fluxo de retorno e similares. Tais trajetórias de fluxo adicionais ou alternativas podem fluir de volta para o interior do tanque 10. Em uma modalidade, o fluxo de drenagem de caixa 152 é fluído para o interior do desaerador 100. Por exemplo, o fluxo de drenagem de caixa 152 pode ser fluído para o interior do vão 135 entre a barreira porosa 130 e os meios de crescimento 120 através de uma entrada secundária 146 na primeira tampa de extremidade 141, conforme mostrado na FIGURA 2D.

[043] Os meios de nucleação de gás 110 podem definir o interior aberto 144 de modo que os meios de nucleação de gás 110 circundem pelo menos parcialmente o interior aberto 144. Os meios de nucleação de gás 110 podem ser dispostos na trajetória de fluxo do fluido de modo que pelo menos uma porção do fluido que entra no interior aberto 144 flua através dos meios de nucleação de gás 110. No exemplo retratado, os meios de nucleação de gás 110 são dispostos em um formato cilíndrico ao redor do interior aberto 144. O formato cilíndrico pode ter um topo de abertura

incluindo a entrada 101 e um fundo fechado definido por uma segunda tampa de extremidade 142.

[044] Uma camada de meios de crescimento 120 pode ser disposta adjacente aos meios de nucleação de gás 110. Os meios de crescimento 120 podem ser imediatamente adjacentes (por exemplo, em contato com) aos meios de nucleação de gás 110. Os meios de crescimento 120 podem ser dispostos na trajetória de fluxo do fluido de modo que, após o fluxo através dos meios de nucleação de gás 110, o fluido flua através dos meios de crescimento 120. Os meios de crescimento 120 podem formar um cilindro que é coaxial e circunscreve pelo menos parcialmente os meios de nucleação de gás 110.

[045] O desaerador 100 pode incluir adicionalmente uma barreira porosa 130 que define as aberturas 131. A barreira porosa 130 pode ser disposta adjacente aos meios de crescimento 120, conforme mostrado nas FIGURAS 2A e 2B. Em algumas modalidades, o desaerador 100' é, de outro modo, similar ao desaerador 100 da Figura 2A, incluindo meios de nucleação de gás 110 e a barreira porosa 130, mas não inclui meios de crescimento, conforme mostrado na FIGURA 3. Em algumas modalidades, a barreira porosa 130 é adjacente, mas não imediatamente adjacente (por exemplo, não está em contato com) aos meios de crescimento 120 ou aos meios de nucleação de gás 110, deixando um vão 135 entre a barreira porosa 130 e os meios de crescimento 120 ou entre a barreira porosa 130 e os meios de nucleação de gás 110, conforme mostrado nas FIGURAS 2A e 3, respectivamente. Em algumas modalidades, a barreira porosa 130 é imediatamente adjacente aos meios de crescimento 120 de modo que não haja nenhum vão entre a barreira porosa 130 e os meios de crescimento 120, conforme mostrado na FIGURA 2B. Em algumas modalidades, a barreira porosa 130 é formada por uma peneira em uma saída 18 do tanque 10, conforme mostrado na FIGURA 2C. Em tais modalidades, o vão 135 pode ser formado entre os meios de crescimento 120 e a barreira porosa 130 na saída 18. A barreira porosa 130 pode formar um cilindro que é coaxial pelo e circunscreve pelo menos parcialmente os meios de crescimento 120 e os meios de nucleação de gás

110. Em algumas modalidades, os meios de nucleação de gás 110, os meios de crescimento 120 e a barreira porosa 130 definem um corpo cilíndrico. A primeira extremidade (por exemplo, topo) do corpo cilíndrico pode ser parcialmente fechada pela primeira tampa de extremidade 141. A segunda extremidade (por exemplo, fundo) do corpo cilíndrico pode ser fechada pela segunda tampa de extremidade fechada 142.

[046] Quando a unidade de desaerador 100 está em uso, o fluido é fluído para o interior aberto 144 através da entrada 101 no topo. Após o fluido entrar no interior aberto 144, o mesmo pode passar pelos meios de nucleação de gás 110. Os meios de nucleação de gás 110 podem fazer com que alguns gases dissolvidos no fluido sejam nucleados e formem ar livre, como cavidades de gás pequenas (cavidades de gás do primeiro estágio). Quando o fluido passa adicionalmente pelos meios de crescimento 120 a jusante dos meios de nucleação de gás 110, mais gás pode sair da solução e ser adicionado às cavidades de gás existentes, fazendo com que as cavidades de gás cresçam. As cavidades de gás também podem se fundir nos meios de crescimento 120. O crescimento e/ou a coalescência forma cavidades de gás maiores (cavidades de gás do segundo estágio). As cavidades de gás do segundo estágio podem começar a subir no vão 135 entre os meios de crescimento 120 e a barreira porosa 130. Em algumas modalidades, as aberturas 131 da barreira porosa 130 podem ter, em geral, formatos menores que as cavidades de gás do segundo estágio geradas pelos meios de crescimento. A barreira porosa 130 pode atuar para manter as cavidades de gás no vão 135, impedindo que as cavidades de gás dispersem prematuramente para o interior do fluido no tanque 10. Sem a intenção de se ater à teoria, acredita-se que a barreira porosa possa fazer com que as cavidades de gás cresçam e/ou coalesçam adicionalmente no lado a montante da barreira porosa 130 e subam para o interior do vão 135. Uma bolsa de gás (uma grande cavidade de gás) pode se formar no topo do vão 135 a partir do gás coalescido levantado quando a barreira porosa 130 é molhada. Uma vez que a bolsa de gás fica grande o suficiente, aumenta a pressão suficiente para que a bolsa de gás rompa a

barreira porosa molhada 130. À medida que o gás rompe a barreira porosa, o mesmo pode secar a barreira porosa na área imediata, permitindo que a bolsa de ar vaze. Entretanto, mesmo se a área da barreira porosa ficar submersa e molhada, a cavidade de gás no topo do vão pode empurrar através da barreira porosa como uma bolha grande e flutuar para cima para a superfície. Se o desaerador estiver submerso, a bolsa de gás pode ser grande e flutuante o suficiente para subir para a superfície e escapar da superfície. Na ausência da bolsa de gás, a barreira porosa 130 será remolhada e o processo pode ser repetir.

[047] Com referência novamente às FIGURAS 2A-2D e 3, os meios de nucleação de gás 110 podem ser feitos de qualquer material adequado que tem capacidade de induzir a nucleação de gás. Sem a intenção de se ater à teoria, acredita-se que múltiplos aspectos dos meios de nucleação de gás afetam a eficácia e a eficiência dos meios para induzir nucleação com base na influência dos aspectos sobre as interações químicas e físicas dos meios com o fluido e o gás contidos no fluido. Aspectos que podem influenciar a nucleação incluem, por exemplo, área de superfície de fibras nos meios; área de superfície acessível; tamanho de fibra (por exemplo, diâmetro ou dimensão cruzada); tamanho de poro de meios; presença de bordas ou cantos pontiagudos; rugosidade de superfície; a composição química dos meios (por exemplo, fibras e aglutinante); presença de oleofilicidade/oleofobicidade de meios; presença e número de interseções de fibra; ângulo de orientação de fibras adjacentes; orientação em relação à direção de fluxo; tortuosidade da trajetória de fluxo; solidez de folha de meios; permeabilidade de folha de meios; espessura de folha de meios; tempo de permanência do fluido nos meios; o número de Peclet de gás dissolvido do fluido para os meios (por exemplo, a razão de taxa de transferência advectiva versus taxa de transferência difusiva); e pressão diferencial da folha e de fibras individuais.

[048] Por exemplo, acredita-se que os meios com uma área de superfície adequada (accessível), tamanho de fibra e tamanho de poro de meios sejam benéficos à eficiência de nucleação. A área de superfície acessível das fibras pode

ser medida como a área de superfície de fibra de base nos meios e é entendida como significando a área de superfície geral (incluindo área de superfície no interior de poros e entre fibras) em m^2 (metros quadrados) por área de superfície em volume da folha de meios em m^2, que pode ser acessada (por exemplo, em contato) pelo fluido. A área de superfície de fibra de base dos meios pode ser determinada por Brunauer-Emmett-Teller (BET) ou a partir da relação de Kozeny-Carman (explicada em detalhe abaixo nos Exemplos 3 e 4). A área de superfície em volume da folha de meios é entendida como significando a área calculada como o comprimento vezes a largura da folha de meios (para meios pregueados, a altura pregueada e o número de pregas pode ser usado para calcular a largura). A área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás pode ser 1 m^2/m^2 ou mais, 1,5 m^2/m^2 ou mais, 2 m^2/m^2 de meios ou mais, 5 m^2/m^2 de meios ou mais, 10 m^2/m^2 de meios ou mais, 25 m^2/m^2 ou mais, 50 m^2/m^2 ou mais ou 100 m^2/m^2 ou mais, conforme medido pelo método BET ou pelo método de Kozeny-Carman. A área de superfície dos meios de nucleação de gás pode ser 200 m^2/m^2 ou menos, 150 m^2/m^2 ou menos, 100 m^2/m^2 ou menos, 50 m^2/m^2 ou menos, 30 m^2/m^2 ou menos, 10 m^2/m^2 ou menos, 6 m^2/m^2 ou menos ou 4 m^2/m^2 ou menos, conforme medido pelo método BET ou pelo método de Kozeny-Carman. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás é 1 m^2/m^2 ou mais, 2 m^2/m^2 ou mais, 5 m^2/m^2 ou mais, conforme medido pelo método BET. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás é 100 m^2/m^2 ou menos, 50 m^2/m^2 ou menos, 20 m^2/m^2 ou menos, conforme medido pelo método BET. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra dos meios de nucleação de gás é 1 a 75 m^2/m^2, conforme medido pelo método BET. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás é 5 a 50 m^2/m^2, conforme medido pelo método BET. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás é 1 m^2/m^2 ou mais, 5 m^2/m^2 ou mais ou 10 m^2/m^2 ou mais, conforme medido pelo método de Kozeny-Carman. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás é 200 m^2/m^2 ou menos, 100 m^2/m^2 ou menos, 50 m^2/m^2 ou menos,

20 m^2/m^2 ou menos, conforme medido pelo método de Kozeny-Carman. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás é 5 a 75 m^2/m^2, conforme medido pelo método de Kozeny-Carman. Em uma modalidade, a área de superfície de fibra de base dos meios de nucleação de gás é 10 a 50 m^2/m^2, conforme medido pelo método de Kozeny-Carman.

[049] O tamanho de fibra é usado aqui para se referir a um diâmetro ou dimensão cruzada das fibras dos meios. O diâmetro ou a dimensão cruzada de fibras pode ser determinado oticamente para fibras maiores, e ao usar SEM para fibras menores. O tamanho de fibra de fibras contidas nos meios de nucleação de gás pode variar de fibra para fibra e ao longo de uma determinada fibra. O tamanho de fibra também pode variar de um lado a montante dos meios para o lado a jusante dos meios de um gradiente. As fibras contidas nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de fibra de pelo menos 10 nm (nanômetros), pelo menos 50 nm ou pelo menos 100 nm. As fibras contidas nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de fibra de até 10 μm (micrômetros) ou até 100 μm.

[050] O tamanho de poro de meios é entendido como significando o tamanho de poros individuais na folha de meios conforme determinado por ASTM F316-03 ou ASTM D6767. Os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro médio de 0,5 μm ou mais, 1 μm ou mais ou 5 μm ou mais. Os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro médio de 5 μm ou menos, 10 μm ou menos, 20 μm ou menos, 100 μm ou menos ou 200 μm ou menos. Por exemplo, os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro médio de 5 μm a 100 μm. Os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro máximo de 1 μm ou mais, 5 μm ou mais ou 10 μm ou mais. Os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro máximo de 10 μm ou menos, 20 μm ou menos, 100 μm ou menos ou 200 μm ou menos. Por exemplo, os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro máximo de 5 μm a 200 μm. Os valores listados aqui são determinados por ASTM F316-03.

[051] Acredita-se que a composição química dos meios e a oleofilicidade/oleofobicidade dos meios impactem a nucleação. A composição química dos meios pode incluir a composição química de fibras nos meios e/ou de quaisquer ligantes ou outros componentes usados nos meios. As fibras podem incluir qualquer material fibroso adequado, incluindo meios tecidos e não tecidos feitos de materiais orgânicos ou inorgânicos ou combinações dos mesmos. Os meios podem incluir várias estruturas que combinam diferentes materiais, como estruturas de núcleo e bainha, estruturas lado a lado, ilha nas estruturas marinhas, etc. As fibras podem incluir um único componente de material, ou dois ou mais componentes de material em uma única fibra, incluindo misturas de materiais. Por exemplo, o material fibroso pode incluir um ou mais dentre celulose; celulose regenerada (por exemplo, raiom); materiais sintéticos, como poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF); vidro; cerâmica ou fibra de carbono. Em uma modalidade, os meios de filtração usados como os meios de nucleação de gás são feitos de microfibras de vidro e sintéticas. Exemplos de meios de filtração adequados são descritos nas Patentes n° US 7.314.497; n° US 7.309.372; n° US 8.057.567; n° US 8.268.033; n° US 8.277.529; n° US 8.512.435; nº US 8.641.796 e n° US 9.795.906 e nos Pedidos n° US 2012/0234748 e n° US 2017/0225105. Os meios podem incluir vários ligantes, como resinas acrílicas, fenólicas e epóxi.

[052] Preferencialmente, os meios de nucleação de gás têm uma oleofilicidade/oleofobicidade adequada para induzir nucleação e liberar cavidades de gás formadas no fluxo de fluido (em oposição a ser "aprisionado" sobre a superfície das fibras). Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás são oleofóbicos. A classificação oleofóbica (repelência de óleo) de meios pode ser medida de acordo com o método AATCC 118 (por exemplo, 118-2013), com o uso de óleo mineral branco KAYDOL da Sonnerborn LLC em Petrolia, PA. A oleofilicidade com base nessas faixas de teste de 0 a 8, com uma classificação de 0 significando que os meios não são oleofóbicos. Os meios oleofóbicos têm uma classificação de 1 ou mais. Os

meios de nucleação de gás podem ter uma classificação oleofóbica de 1 ou mais, 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais, 5 ou mais ou 6 ou mais. Os meios de nucleação de gás podem ter uma classificação oleofóbica de 8 ou menos, 7 ou menos, 6 ou menos, 5 ou menos ou 4 ou menos. Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás têm uma classificação oleofóbica de 2 a 8 ou 3 a 8. A oleofobicidade de um material também pode ser expressa como o ângulo de contato de uma gota de óleo em uma única fibra no ar e pode ser medida ao dispensar uma bolha ou óleo sobre a fibra e medir o ângulo de contato, por exemplo, com o uso de um instrumento de ângulo de microcontato (por exemplo, instrumento MCA-3 disponível junto à Kyowa Interface Science Co., Ltd. em Niiza-City, Japão). Os meios de nucleação de gás podem ter um ângulo de contato de óleo de pelo menos 30°, pelo menos 50°, pelo menos 70°, pelo menos 90° ou pelo menos 120°. Os meios de nucleação de gás podem ter um ângulo de contato de óleo de até 120°, até 150°.

[053] Os meios de nucleação de gás podem ser inerentemente oleofóbicos (por exemplo, feitos de fibras oleofóbicos) e/ou tratados para se tornarem oleofóbicos com o uso de, por exemplo, um composto de tratamento oleofóbico. Em geral, materiais oleofóbicos são fluoroquímicos, como fluoropolímeros com uma alta densidade de terminal CF3 pendentes de grupos expostos na superfície. Em certas modalidades, os meios de nucleação de gás ou compostos de tratamento oleofóbicos (por exemplo, compostos de tratamento fluoroquímicos) aplicados como revestimento de superfície aos meios de nucleação de gás podem ser feitos a partir de perfluoropolímeros, como perfluoroacrilatos, perfluorouretanos, perfluoroepóxis, perfluorossilicones, perfluoroalcanos, perfluorodioxolanos ou copolímeros desses materiais.

[054] Embora os meios de nucleação de gás feitos de um material inerentemente oleofóbico possam ser usados, tipicamente, um composto de tratamento fluoroquímico é revestido em meios de filtração convencionais para tornar os mesmos oleofóbicos. O material de revestimento pode ser, por exemplo, um polímero oleofóbico ou outro polímero que pode ser tornado oleofóbico através de um

processo de etapas múltiplas. Tipicamente, um composto de tratamento fluoroquímico dissolvido ou suspenso em um carreador líquido (por exemplo, um solvente orgânico ou água) é aplicado a meios de filtração convencionais por imersão ou aspersão. Alternativamente, um revestimento poderia ser aplicado através da fase de vapor com um processo, como Deposição de Vapor Químico (CVD).

[055] Fluoropolímeros exemplificativos incluem perfluoroacrilatos dissolvidos em um solvente, como aqueles disponíveis sob os nomes comerciais FLUOROPEL Series junto à Cytonix (Beltsville, MD), SRA 450 ou SRA451 junto à 3M Company (Maplewood, MN), ADVAPEL 806 junto à Advanced Polymer Incorporated (Carlstadt, NJ); perfluorodioxolanos dissolvidos em um solvente, como aqueles disponíveis sob o nome comercial TEFLON AF junto à Chemours (Wilmington, DE); emulsões de perfluoroacrilato suspensas em água, como aqueles disponíveis sob os nomes comerciais UNIDYNE junto à Daikin (Orangeburg, NY), CAPSTONE junto à Chemours (Wilmington, DE), PHOBOL junto à Huntsman (The Woodlands, TX) ou ADVAPEL 734 junto à Advanced Polymer Incorporated (Carlstadt, NJ); e perfluorouretanos suspensos em água, como aqueles disponíveis sob o nome comercial SRC220 junto à 3M Company (Maplewood, MN). Os meios de nucleação de gás também poderiam ser tornados oleofóbicos ao aplicar um revestimento de fluoropolímero através de um processo de polimerização plasmática, como revestimento de perfluoroacrilato junto à P2i (Savannah, GA).

[056] Em certas modalidades, os meios de nucleação de gás são preparados ao aplicar um revestimento não oleofóbico a meios de filtração convencionais, e, então, modificar os mesmos para se tornarem oleofóbicos. Por exemplo, um polímero de poliálcool pode ser aplicado a meios de filtração convencionais e um perfluorossilano ou um cloreto de perfluoroacila enxertado com esse polímero. Alternativamente, uma poliamina poderia ser aplicada a meios de filtração convencionais e um perfluoroacrilato enxertado com esse polímero.

[057] A energia de superfície de um material polimérico pode ser determinada ao preparar uma plotagem Zisman com fluidos apropriados, por exemplo, de acordo

com ASTM D7490-13. A energia de superfície de materiais também pode ser determinada com o uso do método Owens-Wendt. As fibras nos meios de nucleação de gás podem ter uma energia de superfície de 6 mJ/m^2 (milijoules por metro quadrado) ou mais, 10 mJ/m^2 ou mais, 15 mJ/m^2 ou mais, 20 mJ/m^2 ou mais ou 40 mJ/m^2 ou mais. As fibras nos meios de nucleação de gás podem ter uma energia de superfície de 400 mJ/m^2 ou menos, 300 mJ/m^2 ou menos, 200 mJ/m^2 ou menos, 150 mJ/m^2 ou menos, 100 mJ/m^2 ou menos ou 50 mJ/m^2 ou menos. Por exemplo, as fibras nos meios de nucleação de gás podem ter uma energia de superfície de 10 mJ/m^2 a 200 mJ/m^2. Os valores listados aqui são determinados por ASTM D7490-13.

[058] A configuração geométrica das fibras nos meios de nucleação de gás pode impactar a nucleação. Por exemplo, a presença de bordas ou cantos pontiagudos e a rugosidade de superfície podem aprimorar a nucleação. A configurações de interseções de fibra, o ângulo de orientação de fibras adjacentes, a orientação da superfície de fibra em relação à direção de fluxo, e a tortuosidade da trajetória de fluxo também pode impactar a nucleação. De acordo com algumas modalidades, os meios de nucleação de gás incluem fibras com bordas ou cantos pontiagudos. Por exemplo, as fibras podem ter uma seção transversal que não tem formato liso (por exemplo, não é circular nem oval). A seção transversal de fibra pode ser poligonal ou ter um formato irregular com cantos (por exemplo, cantos menores que 180°, menores que 120° ou menores que 90°). Os meios de nucleação de gás incluem fibras que têm uma seção transversal circular, em formato de estrela, quadrada, retangular, trilobal, em formato de trevo ou poligonal. A seção transversal pode ser constante ou variada ao longo do comprimento da fibra.

[059] A rugosidade de superfície de um material pode ser determinada como rugosidade quadrada média usando microscopia de força atômica (AFM), SEM de seção transversal ou microscopia eletrônica de transmissão (TEM) ou perfilômetro de superfície. A medição pode ser feita em uma área de superfície fixa, por exemplo, um quadrado que tem uma dimensão que é metade do diâmetro de fibra. As fibras dos meios de nucleação de gás podem ter uma rugosidade de superfície de 1 nm ou mais,

10 nm ou mais, 25 nm ou mais, 50 nm ou mais ou 100 nm ou mais. As fibras dos meios de nucleação de gás podem ter uma rugosidade de superfície de 1000 nm ou menos, 500 nm ou menos ou 200 nm ou menos. Por exemplo, as fibras dos meios de nucleação de gás podem ter uma rugosidade de superfície de 10 nm a 500 nm. Os valores listados aqui são determinados por perfilômetro de superfície.

[060] A rugosidade de superfície também pode ser caracterizada com o uso de vários outros parâmetros, como simetria, curtose, etc. Os recursos da superfície podem exibir um grau de assimetria (por exemplo, exibir picos mais íngremes ou poços profundos). A assimetria pode ser expressa como simetria, medida com o uso de AFM, SEM de seção transversal de fibra ou um perfilômetro de superfície. A simetria das fibras pode ser -10 ou mais, -8 ou mais ou -6 ou mais. A simetria das fibras pode ser 6 ou menos, 8 ou menos ou 10 ou menos. Por exemplo, a simetria das fibras pode ser de -8 a 8. Os valores listados aqui são determinados por perfilômetro de superfície.

[061] A curtose é outra medida de rugosidade de superfície que indica o grau de agudez dos recursos pontiagudos. A curtose pode ser medida com o uso de AFM, SEM de seção transversal de fibra ou um perfilômetro de superfície. As fibras dos meios de nucleação de gás podem ter uma curtose de pelo menos -10 ou mais, -8 ou mais ou -6 ou mais. As fibras dos meios de nucleação de gás podem ter uma curtose de 6 ou menos, 8 ou menos ou 10 ou menos. Por exemplo, a curtose das fibras pode ser de -8 a 8. Combinações de certa rugosidade de superfície, simetria e curtose podem resultar em propriedades de nucleação favoráveis. Por exemplo, a alta rugosidade e alta curtose podem ser benéficas para nucleação. Os valores listados aqui são determinados por perfilômetro de superfície.

[062] Acredita-se que, até certo ponto, um aumento no número de interseções de fibra pode aumentar a nucleação. Entende-se que uma interseção de fibra signifique um ponto de contato entre duas fibras. Acredita-se adicionalmente que algumas faixas de ângulos de orientação de fibras adjacentes e a orientação de fibras em relação à direção de fluxo podem ser benéficas para a nucleação. Por exemplo,

as fibras contidas nos meios de nucleação de gás podem ser orientadas aleatoriamente de modo que uma faixa de ângulos de orientação seja alcançada. Em algumas modalidades, as fibras adjacentes contidas nos meios de nucleação de gás não são alinhadas axialmente entre si.

[063] Aspectos que influenciam o tempo de permanência do fluido nos meios ou a pressão diferencial também podem impactar a nucleação. Por exemplo, a velocidade de face, solidez de folha de meios, permeabilidade de folha de meios, espessura de folha de meios, o número de Peclet de gás dissolvido do fluido para os meios (por exemplo, a razão de taxa de transferência advectiva versus taxa de transferência difusiva), tortuosidade das trajetórias de fluxo nos meios e orientação (por exemplo, ângulo) da folha de meios para a direção de fluxo primária podem ter um impacto sobre a nucleação.

[064] A velocidade de face do fluido em relação à folha de meios de nucleação de gás pode ser determinada como o fluxo volumétrico por meios de área de superfície em volume. A velocidade de face pode ser 0,01 cm/s ou mais, 0,1 cm/s ou mais, 0,5 cm/s ou mais, 1,0 cm/s ou mais ou 5,0 cm/s ou mais. Não há um limite superior desejado para velocidade de face, mas, na prática, a velocidade de face pode ser 50 cm/s ou menos, 20 cm/s ou menos ou 10 cm/s ou menos.

[065] A solidez de um material poroso é a razão do volume dos sólidos para o volume total do material poroso. A folha de meios de nucleação de gás pode ter uma solidez de 5% ou mais, 10% ou mais ou 20% ou mais. A folha de meios de nucleação de gás pode ter uma solidez de 98% ou menos, 90% ou menos, 75% ou menos, 50% ou menos, 40% ou menos ou 30% ou menos.

[066] A permeabilidade de ar de meios de filtro é definida como a taxa de fluxo de volume de fluxo de ar através de área de meios de filtro adequada em uma queda de pressão especificada. Um método para medir permeabilidade de ar é ASTM D737-04. A folha de meios de nucleação de gás pode ter uma permeabilidade de 1 $ft^3/min/ft^2$ ou mais em 0,01 m (0,5 polegadas) de água (0,305 $m^3/min/m^2$ ou mais em 125 Pa), 10 $ft^3/min/ft^2$ ou mais em 0,01 m (0,5 polegadas) de água (3,05 $m^3/min/m^2$ ou mais em

125 Pa) ou 50 $ft^3/min/ft^2$ ou mais em 0,01 m (0,5 polegadas) de água (15,2 $m^3/min/m^2$ ou mais em 125 Pa). A folha de meios de nucleação de gás pode ter uma permeabilidade de 500 $ft^3/min/ft^2$ ou menos em 0,01 m (0,5 polegadas) de água (152 $m^3/min/m^2$ ou menos em 125 Pa), 400 $ft^3/min/ft^2$ ou menos em 0,01 m (0,5 polegadas) de água (123 $m^3/min/m^2$ ou menos em 125 Pa) ou 300 $ft^3/min/ft^2$ ou menos em 0,01 m (0,5 polegadas) de água (91,4 $m^3/min/m^2$ ou menos em 125 Pa). Por exemplo, a folha de meios de nucleação de gás pode ter uma permeabilidade de 0,5 $m^3/min/m^2$ a 100 $m^3/min/m^2$ em 125 Pa.

[067] A folha de meios de nucleação de gás pode ter uma pressão diferencial limpa inicial de 0,01 psi ou menos, 1 psi ou menos ou 100 psi ou menos, por ISO 16889 executado em uma velocidade de face adequada, por exemplo, em 0,5 cm/s.

[068] O número de Peclet indica a razão de taxa de transporte advectiva para difusiva de gás dissolvido do fluido para os meios, calculada como comprimento (por exemplo, diâmetro de fibra) vezes velocidade (por exemplo, velocidade de face) dividida por coeficiente de difusão. A folha de meios de nucleação de gás pode ter um número de Peclet de 0,05 ou mais, 0,1 ou mais, 0,5 ou mais, 1 ou mais ou 10 ou mais. A folha de meios de nucleação de gás pode ter um número de Peclet de 1000 ou menos, 2500 ou menos, 10.000 ou menos ou 50.000 ou menos. Por exemplo, a folha de meios de nucleação de gás pode ter um número de Peclet de 0,5 a 10.000.

[069] O ângulo das fibras em relação à corrente de fluxo pode ser determinado como um peso médio de ângulo de fibras em relação à direção de fluxo que usa, por exemplo, varredura de CT (tomografia auxiliada por computador) dos meios. O ângulo pode ser 0° (graus) ou mais, 10° ou mais ou 30° ou mais. O ângulo pode ser 90° ou menos, 80° ou menos ou 60° ou menos. Por exemplo, o ângulo pode ser de 10° a 80 °.

[070] A rigidez das fibras nos meios de nucleação de gás também pode ter um impacto sobre as propriedades de fluxo e, assim, pode impactar a nucleação. A rigidez pode ser medida como o módulo de flexão das fibras ou do material-base, por exemplo, de acordo com ASTM D790. Para materiais não poliméricos, o módulo de

flexão se iguala ao módulo de Young. As fibras dos meios de nucleação de gás podem ter um módulo de flexão de 1 GPa (gigapascal) ou mais, 10 GPa ou mais ou 50 GPa ou mais. As fibras dos meios de nucleação de gás podem ter um módulo de flexão de 500 GPa ou menos, 400 GPa ou menos ou 250 GPa ou menos. Por exemplo, as fibras dos meios de nucleação de gás podem ter um módulo de flexão de 10 GPa a 400 GPa.

[071] Os meios de nucleação de gás podem ter qualquer formato adequado. O formato pode ser determinado com base no posicionamento do desaerador no sistema. Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás definem um formato cilíndrico. A espessura de uma folha de meios de filtro pode ser medida com o uso de um calibrador de espessura de calibre, como aquele que usa um pé de diâmetro de 2,87 cm com uma pressão aplicada de 1,5 psi. A espessura de uma folha de meios de filtro pode ser medida de acordo com o método de teste TAPPI T411. Os meios de nucleação de gás podem ter qualquer espessura adequada. A espessura dos meios de nucleação de gás pode ser medida na direção de fluxo de fluido. Por exemplo, em um desaerador cilíndrico, a espessura dos meios de nucleação de gás pode ser medida em uma direção perpendicular radial para um eixo geométrico central A. Os meios de nucleação de gás podem ter uma espessura de 0,01 mm ou mais, 0,1 mm ou mais ou 0,5 mm ou mais. Os meios de nucleação de gás podem ter uma espessura de 5 mm ou menos, 2 mm ou menos ou 1 mm ou menos. Por exemplo, os meios de nucleação de gás podem ter uma espessura de 0,1 mm a 2 mm. Os meios de nucleação de gás podem ser pregueados ou envolvido. Em qualquer caso (pregueado ou envolvido), os meios podem ter uma camada ou múltiplas camadas. Os meios podem ser envolvidos ou empilhados repetidamente. Quando múltiplas camadas são incluídas, as camadas podem ter a mesma composição e/ou estrutura de composição exclusiva e/ou estrutura que pode ser colocada em contato íntimo.

[072] Em algumas modalidades, os meios de nucleação de gás incluem meios de filtração. Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás são feitos de meios de filtração de particulado. Em algumas modalidades, os meios de nucleação de gás

têm múltiplas camadas. Em algumas modalidades, os meios de nucleação de gás são envolvidos ou empilhados. Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás são feitos de meios pregueados. Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás são feitos de meios não pregueados.

[073] Os meios de crescimento podem ser dispostos adjacentes ou imediatamente adjacentes aos meios de nucleação de gás. Os meios de crescimento podem ser feitos de qualquer material adequado que tem capacidade de induzir coalescência e/ou crescimento de cavidades de gás. Sem a intenção de se ater à teoria, acredita-se que múltiplos aspectos dos meios de crescimento afetam a eficácia e eficiência dos meios para induzir coalescência. Por exemplo, aspectos que influenciam a coalescência podem incluir composição química dos meios (por exemplo, fibras e aglutinante); energia de superfície dos meios; oleofilicidade/oleofobicidade de meios; área de superfície de fibra de base dos meios; solidez de folha de meios; poro médio de meios; poro máximo de meios; permeabilidade de folha de meios; espessura de folha de meios; rugosidade de superfície e pressão diferencial através dos meios. Uma ou mais dessas propriedades podem exibir um gradiente do lado a montante para o lado a jusante dos meios de crescimento. Em algumas modalidades, os meios de nucleação de gás podem exibir um comportamento de crescimento de bolha. Em tais modalidades, uma camada separada de meios de crescimento pode ser excluída. Por exemplo, os meios de nucleação de gás com um tamanho de poro de 4 μm ou mais, 5 μm ou mais, 6 μm ou mais ou 8 μm ou mais podem exibir comportamento de crescimento de bolha de ar. Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás têm um tamanho de poro de 4 μm ou mais, 5 μm ou mais, 6 μm ou mais ou 8 μm ou mais. Em tal modalidade, o desaerador não inclui meios de crescimento. Em uma modalidade, o desaerador compreende nucleação de gás com um tamanho de poro de 5 μm ou mais e não inclui meios de crescimento.

[074] A composição química dos meios de crescimento pode impactar coalescência e crescimento. A composição química dos meios de crescimento pode

incluir a composição química de fibras nos meios e/ou de quaisquer aglutinantes ou outros componentes usados nos meios. As fibras podem incluir qualquer material fibroso adequado, incluindo meios tecidos e não tecidos feitos de um ou mais dentre celulose; celulose regenerada (por exemplo, raiom); materiais sintéticos, como poliamida (por exemplo, náilon), poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF); vidro; cerâmica ou fibra de carbono. Em uma modalidade, os meios de crescimento são feitos ou incluem poliéster, raiom ou uma combinação dos mesmos. Os meios podem incluir vários ligantes, como resinas acrílicas, fenólicas e epóxi.

[075] Preferencialmente, os meios de crescimento têm uma energia de superfície adequada e oleofilicidade/oleofobicidade para induzir coalescência e/ou crescimento de cavidades de gás e liberar cavidades de gás formadas no fluxo de fluido (em oposição a ser "aprisionado" sobre a superfície das fibras). De acordo com uma modalidade, os meios de crescimento são oleofílicos. Em algumas modalidades, os meios de crescimento exibem um gradiente de oleofilicidade/oleofobicidade, em que o lado a montante dos meios é mais oleofóbico que o lado a jusante. Em outra modalidade, o lado a montante é mais oleofílico que o lado a jusante. A classificação oleofóbica (repelência a óleo) de meios pode ser medida de acordo com o método AATCC 118 (por exemplo, 118-2013). Os meios de crescimento podem ter uma classificação oleofóbica de 1 ou mais, 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais, 5 ou mais ou 6 ou mais. Os meios de crescimento podem ter uma classificação oleofóbica de 8 ou menos, 7 ou menos, 6 ou menos, 5 ou menos ou 4 ou menos. Em uma modalidade, os meios de crescimento têm uma classificação oleofóbica de 2 a 8 ou 3 a 8. A oleofilicidade de um material também pode ser expressa como o ângulo de contato de uma gota de óleo em uma única fibra no ar. Os meios de crescimento podem ter um ângulo de contato de óleo de 0° ou mais, 10° ou mais, 20° ou mais ou 30° ou mais. Os meios de crescimento podem ter um ângulo de contato de óleo de 150° ou menos, 120° ou menos, 90° ou menos ou 60° ou menos. Os meios de crescimento podem ser inerentemente oleofílicos (por exemplo, feitos de fibras oleofílicas) e/ou tratados para

se tornarem oleofóbicos com o uso de, por exemplo, um composto de tratamento oleofóbico. Os meios de crescimento podem ser construídos a partir de um material compósito. Os meios de crescimento podem ser um compósito de componentes oleofílicos e oleofóbicos. Os componentes oleofóbicos têm uma classificação oleofóbica de 1 ou mais.

[076] As fibras nos meios de crescimento podem ter uma energia de superfície de 6 mJ/m^2 ou mais, 20 mJ/m^2 ou mais, 50 mJ/m^2 ou mais, 75 mJ/m^2 ou mais ou 100 mJ/m^2 ou mais. As fibras nos meios de crescimento podem ter uma energia de superfície de 400 mJ/m^2 ou menos, 350 mJ/m^2 ou menos, 300 mJ/m^2 ou menos ou 250 mJ/m^2 ou menos. Por exemplo, as fibras nos meios de crescimento podem ter uma energia de superfície de 20 mJ/m^2 a 350 mJ/m^2. Os valores listados aqui são determinados por ASTM D7490-13.

[077] A área de superfície de fibra de base dos meios e, assim, a área de contato entre os meios e o fluido pode impactar coalescência e crescimento. Entende-se que a área de superfície de fibra de base dos meios signifique a área de superfície geral (incluindo área de superfície entre fibras) em m^2 por área de superfície em volume da folha de meios em m^2. A área de superfície de fibra de base dos meios de crescimento pode ser 1 m^2/m^2 ou mais, 1,5 m^2/m^2 ou mais, 1,6 m^2/m^2 ou mais ou 2 m^2/m^2 ou mais. A área de superfície de fibra de base dos meios de crescimento pode ser até 200 m^2/m^2, até 50 m^2/m^2, até 30 m^2/m^2, até 10 m^2/m^2, até 6 m^2/m^2 ou até 4 m^2/m^2. Por exemplo, a área de superfície de fibra de base dos meios de crescimento pode ser 1,5 m^2/m^2 a 50 m^2/m^2. Os valores listados aqui são determinados pelo método de Kozeny-Carman.

[078] A configuração geométrica das fibras nos meios de crescimento pode impactar coalescência e crescimento. Por exemplo, a presença de bordas ou cantos pontiagudos e rugosidade de superfície, a orientação de superfície de fibra em relação à direção de fluxo, a solidez, permeabilidade e tamanho de poro dos meios de crescimento podem ser selecionados para aumentar coalescência e crescimento de

cavidades de gás e liberar as cavidades de gás no fluxo de fluido após as mesmas terem crescido e/ou coalescido.

[079] A seção transversal de fibra de fibras nos meios de crescimento pode ser poligonal ou ter um formato irregular com cantos (por exemplo, cantos menores que 180°, menores que 120° ou menores que 90°). Os meios de crescimento podem incluir fibras que têm uma seção transversal circular, em formato de estrela, quadrada, retangular, trilobal, em formato de trevo ou poligonal. A seção transversal pode ser constante ou variada ao longo do comprimento da fibra.

[080] O tamanho de fibra de fibras contidas nos meios de crescimento pode variar de fibra para fibra e ao longo de uma determinada fibra. O tamanho de fibra também pode variar de um lado a montante dos meios para o lado a jusante dos meios de um gradiente. As fibras contidas nos meios de crescimento podem ter um tamanho de fibra de 10 nm ou mais, 50 nm ou mais, 100 nm ou mais. As fibras contidas nos meios de crescimento podem ter um tamanho de fibra de 500 μm ou menos, 100 μm ou menos ou 10 μm ou menos. Por exemplo, as fibras contidas nos meios de crescimento podem ter um tamanho de fibra de 50 nm a 100 μm.

[081] O ângulo das fibras em relação à corrente de fluxo nos meios de crescimento pode ser 0° ou mais, 10° ou mais ou 30° ou mais. O ângulo das fibras nos meios de crescimento pode ser 90° ou menos, 80° ou menos ou 60° ou menos. Por exemplo, o ângulo pode ser de 10° a 80 °.

[082] A rigidez das fibras nos meios de crescimento também pode ter um impacto sobre as propriedades de fluxo e, assim, pode impactar coalescência e/ou crescimento. As fibras dos meios de crescimento podem ter um módulo de flexão de 1 GPa ou mais, 10 GPa ou mais ou 50 GPa ou mais. As fibras dos meios de crescimento podem ter um módulo de flexão de 500 GPa ou menos, 400 GPa ou menos ou 250 GPa ou menos. Por exemplo, as fibras dos meios de crescimento podem ter um módulo de flexão de 10 GPa a 400 GPa.

[083] As fibras contidas nos meios de crescimento podem ter uma rugosidade de superfície de 1 nm ou mais, 10 nm ou mais, 25 nm ou mais, 50 nm ou mais ou 100

nm ou mais. As fibras contidas nos meios de crescimento podem ter uma rugosidade de superfície de 1000 nm ou menos, 500 nm ou menos ou 200 nm ou menos. Por exemplo, as fibras dos meios de crescimento podem ter uma rugosidade de superfície de 10 nm a 500 nm. As fibras contidas nos meios de crescimento podem ter simetria de -10 ou mais, -8 ou mais ou -6 ou mais. A simetria das fibras pode ser 6 ou menos, 8 ou menos ou 10 ou menos. Por exemplo, a simetria das fibras pode ser de -8 a 8. As fibras contidas nos meios de crescimento podem ter uma curtose de 6 ou menos, 8 ou menos ou 10 ou menos. Os valores listados aqui são determinados por perfilômetro de superfície.

[084] Entende-se que os poros dos meios signifiquem orifícios (por exemplo, orifícios vazados) e cavidades na folha de meios. O tamanho de poro pode ser determinado por ASTM F316-03 ou ASTM D6767. Os poros dos meios podem fornecer uma trajetória de fluxo através da folha de meios para fluido. Os meios de crescimento podem ter um tamanho de poro médio de 0,5 μm ou mais, 1 μm ou mais ou 5 μm ou mais. Os meios de crescimento podem ter um tamanho de poro médio de 5 μm ou menos, 10 μm ou menos, 20 μm ou menos, 100 μm ou menos ou 200 μm ou menos. Por exemplo, os poros contidos nos meios de crescimento podem ter um tamanho de poro médio de 5 μm a 100 μm. Os meios de crescimento podem ter um tamanho de poro máximo de 1 μm ou mais, 5 μm ou mais ou 10 μm ou mais. Os poros contidos nos meios de crescimento podem ter um tamanho de poro máximo de 10 μm ou menos, 20 μm ou menos, 100 μm ou menos ou 200 μm ou menos. Por exemplo, os poros contidos nos meios de crescimento podem ter um tamanho de poro máximo de 5 μm a 200 μm. Os valores listados aqui são determinados por ASTM F316-03.

[085] Os meios de crescimento podem ter uma solidez de 2% ou mais, 4% ou mais, 5% ou mais, 6% ou mais, 10% ou mais ou 20% ou mais em 1,5 psi. Os meios de crescimento podem ter uma solidez de 90% ou menos, 75% ou menos, 50% ou menos, 40% ou menos, 30% ou menos, 20% ou menos, 15% ou menos, 10% ou menos, 9% ou menos ou 8% ou menos em 1,5 psi. Por exemplo, os meios de

crescimento podem ter uma solidez de 2% a 20% ou 2% a 9% em 1,5 psi. Os meios de crescimento podem incluir meios tecidos e não tecidos com uma estrutura porosa.

[086] A folha de meios de crescimento pode ter qualquer espessura adequada. A espessura dos meios de crescimento impacta a pressão diferencial através da folha de meios. A espessura dos meios de crescimento pode ser medida na direção de fluxo de fluido. Por exemplo, em um desaerador cilíndrico, os meios de crescimento formam um cilindro coaxial que circunda pelo menos parcialmente os meios de nucleação de gás e a espessura dos meios de crescimento pode ser medida em uma direção perpendicular radial a um eixo geométrico central A. A espessura de uma folha de meios de filtro pode ser medida com o uso de um calibrador de espessura de calibre adequado, como aquele que usa um pé de diâmetro de 2,87 com a pressão aplicada de 1,5 psi. A espessura de uma folha de meios de filtro pode ser medida de acordo com o método de teste TAPPI T411. Os meios de crescimento podem ter uma espessura de 0,01 mm ou mais, 0,02 ou mais, 0,05 ou mais, 0,1 mm ou mais ou 0,5 mm ou mais, 0,8 mm ou mais, 1 mm ou mais, 2 mm ou mais, 3 mm ou mais ou 4 mm ou mais. Os meios de crescimento podem ter uma espessura de 25 mm ou menos, 20 mm ou menos, 15 mm ou menos ou 10 mm ou menos. Por exemplo, os meios de crescimento podem ter uma espessura de 0,1 mm a 20 mm ou 0,8 mm a 10 mm.

[087] A folha de meios de crescimento pode ter uma pressão diferencial de 0,01 psi ou menos, 1 psi ou menos ou 100 psi ou menos, por ISO 16889 executado em uma velocidade de face adequada, por exemplo, em 0,5 cm/s.

[088] Os meios de crescimento podem ser fornecidos como uma pluralidade de camadas de meios. A pluralidade de camadas de meios pode ser aplicada sobre (por exemplo, envolvida ao redor ou laminada) os meios de nucleação de gás. Um aumento no número de camadas dos meios de crescimento pode aprimorar a coalescência de cavidades de gás. Entretanto, um aumento na espessura dos meios de crescimento (por exemplo, devido a um no número de camadas de meios) também pode aumentar a queda de pressão através dos meios de crescimento e do desaerador como um todo. Adicionalmente, uma queda de pressão alta pode restringir

o gás que o estágio de nucleação tem capacidade de liberar, resultando em nucleação posterior no estágio de crescimento e bolhas de ar menores liberadas a jusante do estágio de crescimento. Portanto, o número de camadas dos meios de crescimento pode ser equilibrado para fornecer coalescência aprimorada sem aumentar excessivamente a queda de pressão através da unidade de desaerador. Os meios de crescimento podem ser fornecidos como 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais ou 5 ou mais camadas. Os meios de crescimento podem ser fornecidos como até 20, até 15, até 12 ou até 10 camadas. Em modalidades em que os meios de crescimento incluem uma pluralidade de camadas, a espessura dos meios de crescimento pode se referir à espessura total das camadas salvo se indicado de outro modo. A espessura da folha de meios de crescimento individual pode influenciar quantos envoltórios são usados, por exemplo, meios mais finos podem utilizar mais envoltórios. Em uma modalidade, os meios de crescimento são feitos de 5 a 10 camadas (por exemplo, 7 camadas) de meios.

[089] A barreira porosa a jusante dos meios de crescimento pode incluir qualquer material poroso adequado que define aberturas ou poros que se estendem através da barreira. Sem a intenção de se ater à teoria, acredita-se que múltiplos aspectos da barreira porosa afetam a eficácia e a eficiência da barreira. Por exemplo, aspectos que influenciam a eficiência da barreira porosa podem incluir tamanho poroso e formato de poro, e regularidade ou uniformidade de tamanho de poro e formato ao longo da barreira; composição química da barreira; oleofilicidade/oleofobicidade da barreira; rugosidade de superfície ou suavidade da barreira; e a direção/orientação da barreira em relação à direção de fluxo. Uma ou mais dessas propriedades podem ser diferentes no lado a montante que o lado a jusante ou exibem um gradiente do lado a montante para o lado a jusante dos meios de crescimento.

[090] Em algumas modalidades, a barreira porosa inclui material tecido ou não tecido. As aberturas podem ser dimensionadas uniformemente ou não uniformes, incluindo aberturas de vários tamanhos. Os poros da barreira porosa também podem

ser referidos como aberturas de peneira e são entendidos como significando orifícios (por exemplo, orifícios vazados) na barreira. O tamanho de poro pode ser determinado por ASTM E11 ou por imageamento óptico. A barreira porosa pode incluir aberturas de tamanho 5 μm ou mais, 10 μm ou mais, 15 μm ou mais ou 20 μm ou mais. A barreira porosa pode incluir aberturas de tamanho 1 mm ou menor, 750 μm ou menor, 500 μm ou menor, 250 μm ou menor, 200 μm ou menor, 150 μm ou menor ou 100 μm ou menor. Em um exemplo, a barreira porosa inclui aberturas de tamanho de 10 μm a 250 μm, de 15 μm a 200 μm ou de 20 μm a 150 μm. Em algumas modalidades, as aberturas da barreira porosa são uniformes em tamanho (por exemplo, tem uma distribuição de tamanho de poro estreita). Por exemplo, em algumas modalidades, pelo menos algumas aberturas, a maioria das aberturas, pelo menos 90% de aberturas, pelo menos 95% de aberturas ou pelo menos 99% de aberturas da barreira porosa estão incluídas nas faixas de tamanho especificadas aqui, conforme determinado pela área de abertura total da barreira porosa. Os valores listados aqui são determinados por imageamento óptico. Em uma modalidade, substancialmente todas as aberturas da barreira porosa estão incluídas nas faixas de tamanho especificadas aqui.

[091] As aberturas da barreira porosa podem ter qualquer formato adequado. Por exemplo, as aberturas podem ser retangulares, quadradas, redondas, ovais ou qualquer outro formato adequado. O formato pode ser determinado ao visualizar a barreira porosa a partir de uma direção perpendicular ao plano da barreira porosa. Em algumas modalidades, as aberturas da barreira porosa são uniformes em formato. Por exemplo, em algumas modalidades, pelo menos algumas aberturas, a maioria das aberturas, pelo menos 90% de aberturas, pelo menos 95% de aberturas ou pelo menos 99% de aberturas da barreira porosa têm o mesmo formato (por exemplo, são retangulares, quadradas, redondas, ovais, etc.).

[092] A barreira porosa 130 pode ser feita de um material tecido ou não tecido. Por exemplo, a barreira porosa 130 pode ser feita de uma malha tecida. A malha tecida pode ter um diâmetro de fio (ou dimensão cruzada) de 0,01 mm ou mais, 0,05 mm ou

mais ou 0,1 mm ou mais. A malha tecida pode ter um diâmetro de fio (ou dimensão cruzada) de 10 mm ou menos, 2 mm ou menos, 1 mm ou menos ou 0,5 mm ou menos. Por exemplo, a malha tecida pode ter um diâmetro de fio (ou dimensão cruzada) de 0,05 mm a 2 mm. Em uma modalidade, a barreira porosa 130 inclui um material pregueado, como uma malha tecida pregueada. A barreira porosa 130 pode ser feita de qualquer material adequado. Por exemplo, a barreira porosa pode ser feita de um material com oleofilicidade/oleofobicidade adequada para encorajar crescimento adicional de cavidades de gás e permitir que cavidades de gás passem através da barreira. Em algumas modalidades, a barreira porosa ou uma parte da barreira porosa é oleofóbica. De acordo com algumas modalidades, pelo menos um lado da barreira porosa é oleofílico. Em algumas modalidades, a barreira porosa exibe um gradiente de oleofobicidade, em que o lado a montante da barreira é mais oleofóbico que o lado a jusante. A oleofobicidade de um material pode ser expressa como uma classificação oleofóbica medida de acordo com o método AATCC 118. A barreira porosa pode ter uma classificação oleofóbica de 1 ou mais, 1,5 ou mais ou 2 ou mais. A barreira porosa pode ter uma classificação de óleo de 8 ou menos ou 6 ou menos. A barreira porosa pode ser construída a partir de um material compósito. A barreira porosa pode ser um compósito de componentes oleofílicos e oleofóbicos. Os componentes oleofóbicos têm uma classificação oleofóbica de 1 ou mais.

[093] Por exemplo, a barreira porosa 130 pode ser feita de metal, como aço inoxidável, ou meios tecidos e não tecidos feitos de um ou mais dentre celulose; celulose regenerada (por exemplo, raiom); materiais sintéticos, como poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF); vidro; cerâmica ou fibra de carbono. Em uma modalidade, a barreira porosa 130 é feita de uma malha metálica tecida, como malha de aço inoxidável. Em algumas modalidades, as fibras (por exemplo, fibras metálicas) são revestidas. Os revestimentos poliméricos ou não poliméricos, como resinas, podem ser usados. A barreira porosa 130 pode ser

disposta em um formato cilíndrico que circunda pelo menos parcialmente os meios de nucleação de gás 110 e os meios de crescimento 120.

[094] A barreira porosa pode exibir microtextura e macrotextura. A microtextura é usada aqui para se referir à textura de superfície da barreira no nível de fibras ou fios individuais que constituem a barreira (por exemplo, referindo-se a variações menores que 1 mm em tamanho). A microtextura também pode ser referida como rugosidade de superfície. A macrotextura é usada aqui para se referir à textura de superfície da barreira geral (por exemplo, referindo-se a variações maiores que 1 mm em tamanho). A barreira porosa pode exibir rugosidade de superfície. Por exemplo, a barreira porosa pode ter uma rugosidade de superfície de 1 nm ou mais, 10 nm ou mais, 25 nm ou mais, 50 nm ou mais ou 100 nm ou mais. A barreira porosa pode ter uma rugosidade de superfície de 1000 nm ou menos, 500 nm ou menos ou 200 nm ou menos. Por exemplo, a barreira porosa pode ter uma rugosidade de superfície de 10 nm a 500 nm. Em algumas modalidades, a barreira porosa tem pouca ou nenhuma macrotextura, isto é, a barreira porosa é "lisa" com a exceção de que a barreira porosa pode ser pregueada.

[095] Caracterizações adicionais para a barreira porosa superfície incluem simetria, curtose e raio de curvatura. A simetria das fibras pode ser pelo menos -10 ou mais, -8 ou mais ou -6 ou mais. A simetria das fibras pode ser 6 ou menos, 8 ou menos ou 10 ou menos. As fibras da barreira porosa podem ter uma curtose de -10 ou mais, -8 ou mais ou -6 ou mais. As fibras da barreira porosa podem ter uma curtose de 6 ou menos, 8 ou menos ou 10 ou menos. Combinações de certa rugosidade de superfície, simetria e curtose podem resultar em propriedades de captura favoráveis. Por exemplo, alta rugosidade e alta curtose podem ser benéficas para captura. As fibras da barreira porosa podem ter um raio de curvatura pode ter até 2 nm, até 5 nm, até 10, até 50, até 100 ou até 500 nm.

[096] A barreira porosa pode ter uma pressão diferencial limpa inicial de 0,01 psi ou menos, 1 psi ou menos ou 100 psi ou menos, por ISO 16889 executado em uma velocidade de face adequada, por exemplo, em 0,5 cm/s.

[097] A barreira porosa pode estar posicionada, em geral, perpendicular à direção de fluxo. Por exemplo, a barreira porosa pode ser cilíndrica com uma parede cilíndrica que é coaxial aos meios de nucleação. Em algumas modalidades, a barreira porosa inclui material pregueado, em que as faces das pregas são anguladas em relação à direção de fluxo. O desaerador 100 pode incluir um vão 135 entre os meios de nucleação de gás 110 e a barreira porosa 130 ou entre os meios de crescimento 120 e a barreira porosa 130 conforme mostrado. O vão 135 pode ser dimensionado adequadamente para acomodar cavidades de gás coalescidas (cavidades de gás do segundo estágio) dos meios de crescimento 120. O vão 135 pode ser disposto para permitir as cavidades de gás coalescidas (cavidades de gás do segundo estágio) para agrupar e coalescer adicionalmente (cavidades de gás do terceiro estágio). Assim, o vão 135 pode, em alguns aspectos, ser considerado um segundo estágio de crescimento.

[098] A barreira porosa 130 pode ter um comprimento axial que é igual ao comprimento axial dos meios de nucleação de gás 110. Alternativamente, a barreira porosa 130 pode ter um comprimento axial que é maior que ou mais curto que o comprimento axial dos meios de nucleação de gás 110. Em uma modalidade, o comprimento axial da barreira porosa 130 é mais curto que o comprimento axial dos meios de nucleação de gás 110.

[099] O vão 135 pode se estender em uma direção axial da primeira tampa de extremidade 141 para a segunda tampa de extremidade 142, definindo um comprimento axial do vão 135. O vão 135 pode ter uma largura medida como a distância radial entre os meios de nucleação de gás 110 e a barreira porosa 130 ou entre os meios de crescimento 120 e a barreira porosa 130. Em algumas modalidades, o vão 135 se estende a partir dos meios de crescimento 120 até à parede do tanque. O vão 135 pode ser dimensionado uniformemente ao longo de seu comprimento axial ou pode ser mais amplo em uma extremidade que a outra. Por exemplo, o vão 135 pode ser construído como sendo mais amplo sem seu fundo e mais estreito no topo ou mais estreito no fundo e mais amplo no topo. O vão 135 pode ter uma largura de

0,5 mm ou mais, 1 mm ou mais, 1,5 mm ou mais, 2 mm ou mais, 2,5 mm ou mais ou 4 mm ou mais. A largura do vão 135 pode ser 25 mm ou menos, 20 mm ou menos, 15 mm ou menos, 10 mm ou menos ou 5 mm ou menos. Por exemplo, o vão pode ter uma largura de 4 mm a 20 mm. Em algumas modalidades em que o vão 135 se estende a partir dos meios de crescimento 120 até à parede do tanque, o tamanho do vão pode ser maior, por exemplo, até 10 m (metros), até 5 m, até 1 m, até 50 cm (centímetros), até 25 cm ou até 10 cm.

[0100] O desaerador 100 pode incluir elementos adicionais. Por exemplo, o desaerador 100 pode incluir um ou mais forros de suporte. Tais forros podem ser dispostos adjacentes ou entre os meios de nucleação de gás 110, os meios de crescimento 120 e/ou a barreira porosa 130 ou qualquer combinação dos mesmos. O desaerador 100 pode incluir adicionalmente um ou mais dentre os elementos de alojamento, elementos de suporte, elementos de montagem, tampas de extremidade, vedações, composto de preenchimento, tubos, linhas e similares.

[0101] O desaerador 100 pode incluir peças removíveis e/ou reparáveis. Por exemplo, um ou mais dentre os meios de nucleação de gás 110, os meios de crescimento 120 e a barreira porosa 130 podem ser independentemente removíveis e/ou reparáveis ou podem formar uma unidade removível e/ou reparável. Em uma modalidade, os meios de nucleação de gás 110 e os meios de crescimento 120 são removíveis e/ou reparáveis. Por exemplo, os meios de nucleação de gás 110 e os meios de crescimento 120 podem formar uma unidade removível e/ou reparável. A unidade reparável dos meios de nucleação de gás 110 e dos meios de crescimento 120 pode incluir opcionalmente tampas de extremidade separadas ligadas aos meios de nucleação de gás 110 e aos meios de crescimento 120. A barreira porosa 130 pode ser ligada permanentemente à primeira tampa de extremidade 141 e/ou à segunda tampa de extremidade 142. A barreira porosa 130 e a primeira tampa de extremidade 141 e/ou a segunda tampa de extremidade 142 podem formar um quadro. Em algumas modalidades, a unidade reparável dos meios de nucleação de gás 110 e dos meios de crescimento 120 pode ser acoplada de modo removível de modo vedante ao

quadro. Quando o desaerador 100 é montado, as tampas de extremidade da unidade reparável dos meios de nucleação de gás 110 e dos meios de crescimento 120 podem ser adjacentes à primeira e à segunda tampas de extremidade 141, 142 e podem incluir uma vedação, como um anel em formato de O, entre as tampas de extremidade adjacentes. As tampas de extremidade adjacentes podem ser alinhadas axialmente a uma ou mais dentre as tampas de extremidade incluindo um ressalto que limita o movimento de uma tampa de extremidade adjacente.

[0102] O desaerador 100 é configurado de modo que possa ser montado em uma variedade de orientações, por exemplo, com o eixo geométrico central A direcionado verticalmente conforme mostrado, ou, alternativamente, com o eixo geométrico central A direcionado horizontalmente. Uma orientação horizontal pode ser vantajosa se o desaerador 100 for montado em linha, como na linha de retorno 31. Em uma orientação horizontal, os meios de nucleação de gás 110, os meios de crescimento 120 e a barreira porosa 130 podem ser dispostos em um formato não cilíndrico, como em um formato plano.

[0103] Em uma modalidade preferencial, o desaerador 100 está posicionado no interior do tanque 10 em uma posição vertical (em que o eixo geométrico A é vertical ou substancialmente vertical). O desaerador 100 pode ser disposto abaixo (por exemplo, diretamente abaixo) de uma entrada no tanque 10. Por exemplo, o desaerador 100 pode ser montado sobre a entrada em que a linha de retorno 31 descarrega fluido para o interior do tanque 10. O desaerador 100 pode ser submerso ou parcialmente submerso ou pode, pelo menos às vezes, estar completamente acima do nível de fluido do tanque. Por exemplo, o tanque 10 pode ser um tanque de fluido hidráulico de um sistema hidráulico, em que o nível de fluido no tanque 10 varia durante a operação do sistema hidráulico. O desaerador 100 pode ser montado em ou próximo ao topo do tanque de modo que o desaerador 100 seja parcialmente submerso no fluido hidráulico às vezes, pelo menos algumas vezes ou todo o tempo.

[0104] Uma lista de vários aspectos do desaerador da presente revelação é fornecida acima.

[0105] De acordo com um primeiro aspecto, um desaerador compreende: meios de nucleação de gás; meios de crescimento adjacentes aos meios de nucleação de gás e uma barreira porosa adjacente aos meios de crescimento.

[0106] No aspecto 2, o desaerador do aspecto 1 compreende adicionalmente um vão entre os meios de crescimento e a barreira porosa. O vão pode ter uma largura de 0,5 mm ou mais, 1 mm ou mais, 1,5 mm ou mais, 2 mm ou mais ou 2,5 mm ou mais ou 50 cm ou menos, 20 cm ou menos, 25 mm ou menos, 20 mm ou menos, 15 mm ou menos, 10 mm ou menos ou 5 mm ou menos. O vão pode ter uma largura de 1 mm a 15 mm.

[0107] No aspecto 3, de acordo com o desaerador do aspecto 1 ou aspecto 2, os meios de nucleação de gás compreendem meios de filtração de particulado.

[0108] No aspecto 4, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-3, os meios de nucleação de gás compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro, cerâmica, fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos. Os meios de nucleação de gás podem compreender uma combinação de fibras de vidro e poliéster.

[0109] No aspecto 5, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-4, os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem um ângulo de contato de óleo de pelo menos 30°, pelo menos 50°, pelo menos 70°, pelo menos 90° ou pelo menos 120° ou até 120° ou até 150°. Os meios de nucleação de gás podem ter um ângulo de contato de óleo de 50° a 120 °.

[0110] No aspecto 6, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-5, os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais, 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais, 5 ou mais ou 6 ou mais ou 8 ou menos, 7 ou menos, 6 ou menos, 5 ou menos ou 4 ou menos. Os meios de nucleação de gás podem ter uma classificação oleofóbica de 2 a 8 ou 3 a 8.

[0111] No aspecto 7, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-6, os meios de crescimento compreendem uma pluralidade de camadas de meios. Os meios de crescimento podem compreender 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais ou 5 ou mais camadas; ou até 20, até 15, até 12 ou até 10 camadas. Os meios de crescimento podem compreender 2 a 15 camadas ou 4 a 10 camadas. Os meios de crescimento podem compreender 7 camadas.

[0112] No aspecto 8, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-7, os meios de crescimento são imediatamente adjacentes aos meios de nucleação de gás.

[0113] No aspecto 9, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-8, os meios de crescimento compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro, cerâmica, fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos. Os meios de crescimento podem compreender uma combinação de fibras de celulose regenerada e poliéster.

[0114] No aspecto 10, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-9, a barreira porosa compreende aberturas que formam uma saída.

[0115] No aspecto 11, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-10, a barreira porosa compreende aberturas de tamanho 1 mm ou menor, 750 μm ou menor, 500 μm ou menor, 250 μm ou menor, 200 μm ou menor, 150 μm ou menor ou 100 μm ou menor. A barreira porosa pode incluir aberturas de tamanho de 10 μm a 120 μm, de 15 μm a 100 μm ou de 20 μm a 80 μm.

[0116] No aspecto 12, de acordo com o desaerador do aspecto 11 compreende adicionalmente um forro.

[0117] No aspecto 13, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-12 compreendendo adicionalmente uma primeira tampa de extremidade que compreende uma abertura que define uma entrada.

[0118] No aspecto 14, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-13 compreendendo adicionalmente uma segunda tampa de extremidade fechada.

[0119] No aspecto 15, de acordo com o desaerador do aspecto 14, a segunda tampa de extremidade compreende um fundo.

[0120] No aspecto 16, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-15, os meios de nucleação de gás circundam e definem um interior aberto de desaerador.

[0121] No aspecto 17, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-16, os meios de nucleação de gás, os meios de crescimento e a barreira porosa formam um corpo cilíndrico.

[0122] No aspecto 18, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-17, os meios de nucleação de gás têm uma área de superfície de fibra de base de 1 m^2/m^2 ou mais, 1,5 m^2/m^2 ou mais, 2 m^2/m^2 de meios ou mais, 5 m^2/m^2 de meios ou mais, 10 m^2/m^2 de meios ou mais, 25 m^2/m^2 ou mais, 50 m^2/m^2 ou mais, ou 100 m^2/m^2 ou mais; ou 200 m^2/m^2 ou menos, 150 m^2/m^2 ou menos, 100 m^2/m^2 ou menos, 50 m^2/m^2 ou menos, 30 m^2/m^2 ou menos, 10 m^2/m^2 ou menos, 6 m^2/m^2 ou menos ou 4 m^2/m^2 ou menos conforme medido pelo método de Kozeny-Carman. Os meios de nucleação de gás podem ter uma área de superfície de fibra de base de 1 m^2/m^2 a 100 m^2/m^2 ou 5 m^2/m^2 a 50 m^2/m^2 conforme medido pelo método de Kozeny-Carman.

[0123] No aspecto 19, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-18, os meios de nucleação de gás têm um tamanho de poro médio de 0,5 µm ou mais, 1 µm ou mais ou 5 µm ou mais; ou 5 µm ou menos, 10 µm ou menos, 20 µm ou menos, 100 µm ou menos ou 200 µm ou menos, conforme medido por ASTM F316. Os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro médio de 5 µm a 100 µm ou 30 µm ou menos, conforme medido por ASTM F316.

[0124] No aspecto 20, de acordo com o desaerador do aspecto 13, a primeira tampa de extremidade compreende uma diretamente para interior de um vão entre os meios de crescimento e a barreira porosa.

[0125] No aspecto 21, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-20, os meios de crescimento têm uma solidez de 2% ou mais, 4% ou mais, 5% ou mais, 6% ou mais, 10% ou mais ou 20% ou mais; ou 90% ou menos, 75% ou menos, 50% ou menos, 40% ou menos, 30% ou menos, 20% ou menos, 15% ou menos, 10% ou menos, 9% ou menos ou 8% ou menos, em 1,5 psi. Os meios de crescimento podem ter uma solidez de 2% a 20% ou 2% a 9% em 1,5 psi.

[0126] No aspecto 22, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-21, os meios de crescimento têm uma espessura de 0,01 mm ou mais, 0,02 ou mais, 0,05 ou mais, 0,1 mm ou mais ou 0,5 mm ou mais, 0,8 mm ou mais, 1 mm ou mais, 2 mm ou mais, 3 mm ou mais ou 4 mm ou mais; ou 25 mm ou menos, 20 mm ou menos, 15 mm ou menos ou 10 mm ou menos, medido de acordo com o método de teste de TAPPI T411. Os meios de crescimento podem ter uma espessura de 0,1 mm a 20 mm ou 0,8 mm a 10 mm, medido de acordo com o método de teste de TAPPI T411.

[0127] No aspecto 23, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-22, os meios de crescimento compreendem um compósito de componentes oleofílicos e componentes oleofóbicos, em que um componente oleofóbico tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido pelo método AATCC 118.

[0128] No aspecto 24, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-23, a barreira porosa compreende uma superfície oleofílica com uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido pelo método AATCC 118.

[0129] No aspecto 25, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-24, a barreira porosa compreende um compósito de componentes oleofílicos e componentes oleofóbicos, em que um componente oleofóbico tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido pelo método AATCC 118.

[0130] De acordo com o aspecto 26, um sistema para remover gás de um fluido compreende: um tanque compreendendo uma entrada de fluido e uma saída de fluido e que tem uma trajetória de fluxo de fluido da entrada de fluido para a saída de fluido; e um desaerador na trajetória de fluxo de fluido.

[0131] No aspecto 27, de acordo com o sistema do aspecto 26, o desaerador compreende: meios de nucleação de gás; meios de crescimento a jusante dos meios de nucleação de gás e uma barreira porosa a jusante dos meios de nucleação de gás.

[0132] No aspecto 28, de acordo com o sistema do aspecto 26 ou 27, o desaerador compreende um vão entre os meios de crescimento e a barreira porosa.

[0133] No aspecto 29, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-28, os meios de nucleação de gás compreendem meios de filtração de particulado.

[0134] No aspecto 30, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-29, os meios de nucleação de gás compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro ou uma combinação dos mesmos. Os meios de nucleação de gás podem compreender uma combinação de fibras de vidro e poliéster.

[0135] No aspecto 31, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-30, os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem um ângulo de contato de óleo de pelo menos 30°, pelo menos 50°, pelo menos 70°, pelo menos 90° ou pelo menos 120°; ou até 120° ou até 150°. Os meios de nucleação de gás podem ter um ângulo de contato de óleo de 50° a 120 °.

[0136] No aspecto 32, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-31, os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais, 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais, 5 ou mais ou 6 ou mais; ou 8 ou menos, 7 ou menos, 6 ou menos, 5 ou menos ou 4 ou menos. Os meios de nucleação de gás podem ter uma classificação oleofóbica de 2 a 8 ou 3 a 8.

[0137] No aspecto 33, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-32, os meios de crescimento compreendem uma pluralidade de camadas de meios. Os meios de crescimento podem compreender 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais ou 5 ou mais camadas; ou até 20, até 15, até 12 ou até 10 camadas. Os meios de crescimento podem compreender 2 a 15 camadas ou 4 a 10 camadas. Os meios de crescimento podem compreender 7 camadas.

[0138] No aspecto 34, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-33, os meios de crescimento compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro, cerâmica, fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos. Os meios de crescimento podem compreender uma combinação de fibras de celulose regenerada e poliéster.

[0139] No aspecto 35, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-34, os meios de crescimento são imediatamente adjacentes aos meios de nucleação de gás.

[0140] No aspecto 36, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-35, a barreira porosa compreende aberturas de tamanho 1 mm ou menor, 750 μm ou menor, 500 μm ou menor, 250 μm ou menor, 200 μm ou menor, 150 μm ou menor ou 100 μm ou menor. A barreira porosa pode incluir aberturas de tamanho de 10 μm a 250 μm, de 15 μm a 200 μm ou de 20 μm a 150 μm.

[0141] No aspecto 37, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-36, o desaerador compreende um forro.

[0142] No aspecto 38, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-37, o desaerador compreende uma primeira tampa de extremidade compreendendo uma abertura que define uma entrada de desaerador.

[0143] No aspecto 39, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-38, o desaerador compreende uma segunda tampa de extremidade fechada.

[0144] No aspecto 40, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-39, a segunda tampa de extremidade fechada compreende um fundo.

[0145] No aspecto 41, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-40, os meios de nucleação de gás circundam e definem um interior aberto de desaerador.

[0146] No aspecto 42, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-41, os meios de nucleação de gás, os meios de crescimento e a barreira porosa formam um corpo cilíndrico.

[0147] No aspecto 43, de acordo com o sistema de qualquer um dentre os aspectos 26-42, os meios de nucleação de gás e os meios de crescimento são dispostos na trajetória de fluxo de fluido em uma configuração de fluxo vazado.

[0148] De acordo com o aspecto 44, um método para remover gás de um fluido compreende: passar o fluido por um desaerador que define uma trajetória de fluxo de fluido, o desaerador compreendendo o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 1-25. O fluido pode compreender um óleo. O fluido pode compreender um fluido hidráulico.

[0149] No aspecto 45, de acordo com o método do aspecto 44, o método compreende remover pelo menos 25%, pelo menos 30%, pelo menos 35%, pelo menos 40%, pelo menos 45%, pelo menos 50%, pelo menos 55% ou pelo menos 60% de ar no fluido em comparação com uma linha de base no desaerador.

[0150] De acordo com o aspecto 46, um desaerador compreende: meios de nucleação de gás; uma barreira porosa adjacente aos meios de crescimento, a barreira porosa compreendendo aberturas de tamanho 1 mm ou menor, 750 μm ou menor, 500 μm ou menor, 250 μm ou menor, 200 μm ou menor, 150 μm ou menor ou 100 μm ou menor; e um vão entre os meios de nucleação de gás e a barreira porosa. A barreira porosa pode incluir aberturas de tamanho de 10 μm a 120 μm, de 15 μm a 100 μm ou de 20 μm a 80 μm.

[0151] No aspecto 47, de acordo com o desaerador do aspecto 46, os meios de nucleação de gás compreendem meios de filtração de particulado

[0152] No aspecto 48, de acordo com o desaerador do aspecto 46 ou 47, os meios de nucleação de gás compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro, cerâmica, fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos. Os meios de nucleação de gás podem compreender uma combinação de fibras de vidro e poliéster.

[0153] No aspecto 49, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-48, os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem um ângulo de contato de óleo de pelo menos 30°, pelo menos 50°, pelo menos 70°, pelo menos 90° ou pelo menos 120° ou até 120° ou até 150°. Os meios de nucleação de gás podem ter um ângulo de contato de óleo de 50° a 120 °.

[0154] No aspecto 50, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-49, os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais, 2 ou mais, 3 ou mais, 4 ou mais, 5 ou mais ou 6 ou mais ou 8 ou menos, 7 ou menos, 6 ou menos, 5 ou menos ou 4 ou menos. Os meios de nucleação de gás podem ter uma classificação oleofóbica de 2 a 8 ou 3 a 8.

[0155] No aspecto 51, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-50, o vão é 0,5 mm ou mais, 1 mm ou mais, 1,5 mm ou mais, 2 mm ou mais, 2,5 mm ou mais ou 4 mm ou mais; ou 25 mm ou menos, 20 mm ou menos, 15 mm ou menos, 10 mm ou menos ou 5 mm ou menos. O vão pode ser de 4 mm a 20 mm.

[0156] No aspecto 52, o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-51 compreende adicionalmente um forro.

[0157] No aspecto 53, o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-52 compreende adicionalmente uma primeira tampa de extremidade compreendendo uma abertura que define uma entrada.

[0158] No aspecto 54, o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-53 compreende adicionalmente uma segunda tampa de extremidade fechada.

[0159] No aspecto 55, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-54, os meios de nucleação de gás circundam e definem um interior aberto de desaerador.

[0160] No aspecto 56, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-55, os meios de nucleação de gás e a barreira porosa formam um corpo cilíndrico.

[0161] No aspecto 57, de acordo com o desaerador de qualquer um dentre os aspectos 46-56, os meios de nucleação de gás têm um tamanho de poro médio de 0,5 μm ou mais, 1 μm ou mais ou 5 μm ou mais; ou 5 μm ou menos, 10 μm ou menos, 20 μm ou menos, 100 μm ou menos ou 200 μm ou menos, conforme medido por ASTM F316. Os poros contidos nos meios de nucleação de gás podem ter um tamanho de poro médio de 5 μm a 100 μm ou 30 μm ou menos, conforme medido por ASTM F316.

EXEMPLOS

Exemplos 1 e 2

[0162] Vários aspectos de desaeradores configurados para uso com óleo hidráulico foram testados. O desempenho de desaerador foi testado contra um desaerador comercialmente disponível e uma linha de base que não incluía desaerador.

[0163] Sistema de teste. Para testar o desempenho de um desaerador, óleo hidráulico foi saturado com ar com o uso de ar pressurizado. Os testes foram realizados com o uso de Óleo Hidráulico/de Transmissão HY-GARD^{TM} disponível junto à Deere & Company em Moline, IL, EUA. Os desaeradores foram montados em um tanque construído para simular o tanque de óleo hidráulico em um sistema hidráulico, em que óleo hidráulico de retorno entra no tanque e o desaerador do topo. Durante o teste, o tanque estava à pressão ambiente. O óleo saturado de ar foi circulado através do sistema incluindo o tanque de desaerador que aloja o desaerador que é testado. O óleo saturado de ar foi bombeado para o desaerador para determinar a eficiência de remoção de ar.

[0164] O fluido foi aquecido a uma temperatura alvo, como 35±1,6°C e a taxa de fluxo foi cerca de 36 l/min a uma pressão de 414 kPa. Ar foi fluído para o interior de tanques de aeração em 7,1 l/min.

[0165] Preparações de amostras. Elementos de filtro de desaeração (Amostras C-H) foram construídos de um modo coaxial conforme mostrado na Figura 2A com um vão de 0,5 cm entre os meios de crescimento e a barreira de peneira. Elementos foram dimensionados para alvejar uma velocidade de face de meios por cada estágio: 30 cm/min para o estágio de nucleação, 130 cm/min para o estágio de crescimento e 30 cm/min para o estágio de barreira de peneira. Meios de nucleação foram Meios Hidráulicos de EN0799037 disponíveis junto à Donaldson Company, Inc. em Minneapolis, MN, EUA, usado no número de peça P171846 & P171579. Os meios de crescimento foram envolvidos em meios não tecidos mesclados com poliéster/raiom puncionados com agulha, como PN-130 (130 g/m²) como fabricado por Precision Custom Coatings, LLC (Totowa, NJ, EUA). A barreira de peneira consistiu em uma peneira de trama simples pregueada. Os meios de nucleação e a barreira de peneira foram sustentados com fios de suporte.

[0166] O desaerador comercialmente disponível (exemplo comparativo, Amostra A) foi reduzido para corresponder à capacidade de fluxo do sistema de teste. No desaerador comercialmente disponível, o fluxo entra através do fundo, vira e passa por meios de particulado radialmente para fora do interior para o exterior. Os meios de particulado são circundados por um invólucro metálico cilíndrico (a jusante dos meios de particulado). O invólucro metálico cilíndrico tem aberturas retangulares na parte inferior 1/3 do invólucro com uma única camada de peneira de aço inoxidável afixada no interior das aberturas de modo que todo o fluxo se desloque através da peneira. A peneira foi estimada como tendo aberturas de cerca de 2 mm. Observou-se que todas as bolhas pequenas e muitas bolhas grandes se deslocaram através da peneira sem coalescer. A peneira forneceu um fluxo para fora e levemente para dentro através as aberturas retangulares.

[0167] A linha de base (Amostra B) incluía apenas um filtro de partícula e nenhum desaerador. O filtro de partícula usado como a linha base foi o filtro K041774 disponível junto à Donaldson Company, Inc. em Minneapolis, MN, EUA.

[0168] **Método de teste.** O óleo hidráulico alimentado para o interior do tanque foi aerado continuamente por 1800 segundos. A aeração de óleo (%) foi medida e registrada ao longo do teste. Um elemento esquemático da configuração de coleta de dados usado nos Exemplos 1 e 2 é mostrado na FIGURA 4. Um valor de aeração máximo para cada desaerador foi determinado por média de leituras de aeração de óleo (%) de 600 s a 1700 s. Um valor de aeração inferior indica mais ar removido e, assim, melhor desempenho de desaeração. As amostras foram testadas contra o desaerador comercialmente disponível designado "Amostra A" e a linha de base que não incluía nenhum desaerador, designada "Amostra B".

[0169] O dispositivo de medição de aeração era o sensor AIR-X da Delta Services Industriels em Froyennes, Bélgica.

Exemplo 1

[0170] Dispositivos de amostra foram preparados com tamanhos de abertura de malha variados da barreira porosa enquanto se mantém o estágio de nucleação e o estágio de crescimento constantes. Os meios de crescimento foram preparados com 7 camadas (envoltórios) dos meios. Os tamanhos de abertura de malha nominais das Amostras C-F variaram de 20 μm a 125 μm conforme mostrado na TABELA 1 abaixo. Os desaeradores foram testados conforme descrito acima. Os resultados incluindo pressão diferencial através do desaerador também são mostrados na TABELA 1 e nas FIGURAS 5A-5C.

TABELA 1.

Amostra	Descrição	Pressão Diferencial (PSID)	Média Máx. Aeração (%)	Aeração em Comparação com Linha de Base	Redução de Ar a partir de Linha de Base
Amostra A	Comercialmente Disponível	7	3,7	96%	4%
Amostra B	Linha de Base	9,5	3,9	100%	N/A
Amostra C	Peneira de 20 µm, náilon	10,5	1,5	39%	61%
Amostra D	Peneira de 50 µm, aço inoxidável	11,5	3,0	78%	22%
Amostra E	Peneira de 80 µm, aço inoxidável	11	3,3	85%	15%
Amostra F	Peneira de 125 µm, aço inoxidável	12	3,3	85%	15%

[0171] A FIGURA 5A é uma plotagem de dados dos resultados de aeração de óleo (%) das várias amostras. O aprimoramento na aeração média máxima (%) em relação à Amostra B de linha de base é mostrado na FIGURA 5B. Observou-se que um tamanho de abertura de malha menor da barreira porosa produziu melhores resultados de desaeração que tamanhos menores. A redução na aeração média máxima da Amostra C foi 61%, em comparação com 22% para a Amostra D, e 15% para as Amostras E e F. Observou-se adicionalmente que cada uma das amostras C-F superou a Amostra A comercialmente disponível e a Amostra B de linha de base. A aeração média máxima (%) e a pressão diferencial são contrastadas na FIGURA 5C.

Exemplo 2

Dispositivos de amostra C, G e H foram preparados com espessuras de meios de crescimento variadas ao aplicar um número variado de camadas de meios de crescimento, enquanto mantêm os meios de nucleação e o tamanho de abertura de malha da barreira porosa constante. A Amostra C teve a mesma espessura de meios de crescimento como no Exemplo 1 (7 camadas de meios), a Amostra G teve metade da espessura de meios de crescimento (3 camadas de meios), e a Amostra H não teve nenhum meio de crescimento conforme mostrado na TABELA 2 abaixo. Os desaeradores foram testados conforme descrito acima. Os resultados incluindo

pressão diferencial através do desaerador também são mostrados na TABELA 2 e nas FIGURAS 6A-6C.

TABELA 2.

Amostra	Descrição	Pressão Diferencial (PSID)	Média Máx. Aeração	Aeração em Comparação com Linha de Base	Redução de Ar a partir de Linha de Base
Amostra A	Comercialmente Disponível	7	3,7%	96%	4%
Amostra B	Linha de Base	9,5	3,9%	100%	N/A
Amostra C	Crescimento e peneira de náilon de 20 µm	10,5	1,5%	39%	61%
Amostra G	Crescimento de meia espessura e peneira de náilon de 20 µm	11,5	3,0%	54%	46%
Amostra H	Nenhum crescimento e peneira de náilon de 20 µm	11	3,3%	73%	27%

[0172] A FIGURA 6A é uma plotagem de dados dos resultados de aeração de óleo (%) das várias amostras. O aprimoramento na aeração média máxima (%) em relação à Amostra B de linha de base é mostrado na FIGURA 6B. Observou-se que os meios de crescimento mais espessos produziram melhores resultados de desaeração. A redução na aeração média máxima da Amostra C foi 61% da linha de base, enquanto a Amostra G alcançou 46% de redução e a Amostra H 27% de redução na aeração média máxima. Observou-se adicionalmente que cada uma das amostras C, G e H superou a Amostra A comercialmente disponível e a Amostra B de linha de base. A aeração média máxima (%) e a pressão diferencial são contrastadas na FIGURA 6C.

Exemplos 3-5

[0173] Preparações de amostras. As folhas manuais de meios foram produzidas ao dispersar as fibras em água, e, então, formadas em um molde de folha de aço inoxidável ADIRONDACK FORMAX 12"x12" disponível junto à Adirondack Machine Corp. em Hudson Falls, NY, EUA. Os detalhes específicos do suprimento são fornecidos no Exemplo 3 abaixo. Os meios testados foram cortados para encaixar

no suporte de meios com uma área eficaz de 71 mm^2. Os meios testados foram embebidos em óleo de teste e colocados em um alojamento de meios em linha.

[0174] O termo "área de superfície de fibra de base" é usado aqui para se referir à área de superfície de fibras por área de superfície de meios em volume.

[0175] Análise de área de superfície. A área de superfície dos meios pode ser determinada por análise de Brunauer-Emmett-Teller (BET) ou a partir da relação de Kozeny-Carman. Os Exemplos 3 e 4 usaram a relação de Kozeny-Carman.

[0176] A análise de BET: a área de superfície de fibra de base de meios em m^2 por área de superfície em volume em 1 m^2 de uma amostra de meios pode ser determinada a partir da área de superfície por massa de unidade com o uso de ISO 9277 e peso base seco de meios conforme determinado por ASTM D646 pela relação:

[0177] $área\ de\ syperfície\ de\ fibra\ de\ base\ = \frac{área\ de\ superfície\ de\ fibra}{massa\ de\ fibras} *$

$peso\ de\ base$

[0178] Para materiais de baixa área de superfície (por exemplo, área de superfície de fibra é menor que 1 m^2/g), a medição de BET é, preferencialmente, realizada com o uso de gás criptônio. Para materiais de alta área de superfície (por exemplo, área de superfície de fibra é maior que 1 m^2/g), a medição de BET é, preferencialmente, realizada com o uso de gás nitrogênio. Se a área de superfície de fibra de base for medida apenas de uma única camada de um compósito de meios, a camada é removida do compósito e a massa e o peso base da camada são usados no cálculo.

[0179] Método Carmen-Kozeny: a área de superfície de fibra de base dos meios pode ser calculada com base na relação de Kozeny-Carman, em que a queda de pressão de um fluido que flui através de um material poroso sólido é calculada com base em uma equação derivada ao combinar lei de Darcy e lei de Poiseuille ao modelar o fluxo de fluido através de um leito compactado de esferas. A forma geral da equação é

$\Delta P = Lv \frac{180\mu}{\phi^2 d^2} \frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^3}$, que pode ser manipulada para:

$d = \sqrt{\frac{L\nu}{\Delta P}\frac{180\mu}{\phi^2}\frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^3}}$, onde

[0180] $d = Diâmetro\ nominal\ de\ cilindros\ que\ compõem\ a\ estrutura\ porosa$ às vezes referido como o tamanho de diâmetro de fibra nominal)

[0181] $\Delta P = Queda\ de\ pressão\ no\ leito\ poroso\ compactado$

[0182] $L = Comprimento\ do\ leito\ poroso$

[0183] $\nu = Velocidade\ direcional\ do\ fluido\ através\ do\ leito\ poroso$

[0184] $\mu = Viscosidade\ do\ fluido$

[0185] $\epsilon = Porosidade\ do\ leito\ poroso$

[0186] $\phi = Fator\ de\ formato\ das\ partículas\ esféricas$. O fator de formato de $\phi = 1$ foi usado.

[0187] Devido ao fato de que as fibras usadas na maioria dos meios de filtração típicos, incluindo os exemplos aqui, têm grandes razões de aspecto de 100-1000, a área de superfície das extremidades pode ser considerada desprezível, e a área de superfície da fibra pode ser considerada como a área de superfície de uma fibra longa ou cilindro. A área de superfície de fibra de base dos meios pode, então, ser calculada com base na massa total de uma amostra de meios de filtro e a densidade do material. No caso em que a fibra feita de mais de um material, a densidade ponderada de fração de massa é usada. A identificação de materiais de fibra e suas frações de massa pode ser determinada por métodos conhecidos para aqueles versados na técnica. A área de superfície é relatada como área de superfície de fibra de base pelo método de Kozeny-Carman. Se a área de superfície de fibra de base for medida apenas de uma única camada de um compósito de meios, a camada é removida do compósito antes de testar.

[0188] Procedimento de teste. A fim de testar o desempenho de meios de nucleação, uma bancada de teste de nucleação foi construída a partir de um tanque conectado a um suprimento de ar através de uma série de válvulas e encanamentos. O ar suprido para o tanque foi controlado por duas diferentes válvulas de pressão para manter uma pressão específica dentro do tanque. O tanque foi conectado a um

alojamento de teste de meios, que também incorporou um circuito de desvio. Tanto a tubulação de alojamento quanto o desvio levam a uma câmera CANTYVISION e, então, a um frasco de coleção posicionado no topo de uma escala de massa digital. Imagens obtidas a partir dos registros de vídeo de câmera CANTYVISION foram analisadas com o uso de software CANTYVISION Intelligent Analysis tanto para registrar quanto para analisar as capacidades de nucleação da folha de meios que são testados. A câmera CANTYVISION e o software estão disponíveis junto à JM Canty, Inc. em Buffalo, NY, EUA.

[0189] No início do teste, o tanque foi preenchido com óleo de teste, cerca de 1,5 galões. Um circuito de fluxo de ar foi criado através do tanque para aerar o óleo hidráulico através de borbulhamento. A pressão de tanque foi mantida a 25 psi para aerar o óleo. Após o óleo ser aerado, o ar livre excessivo foi deixado para escapar do óleo.

[0190] Para realizar o teste de nucleação, o óleo hidráulico aerado do tanque foi fluído através dos meios de teste enquanto ajusta a pressão de tanque para acionar o fluxo em uma velocidade de face experimental desejada, observada por dados de registro da escala. O teste foi executado por 7 minutos. O fluxo de óleo foi imageado com o uso da câmera CANTYVISION em 5 quadros por segundo, e os dados foram processados com o uso do software CANTYVISION para calcular o volume de ar médio por quadro de vídeo e diâmetro de bolha médio.

[0191] Processamento de Dados de Imagem. O processamento de imagem foi realizado com o uso do software IMAGEJ (disponível junto ao U.S. Dept. of Health and Human Services, National Institutes of Health). A seguinte rotina foi aplicada uniformemente em todos os experimentos, até os últimos 1000 quadros capturados por experimento.

[0192] As imagens foram recortadas, se necessário, para uma área que excluiu quaisquer artefatos do experimento, como as paredes de janela e objetos circulares que não são bolhas de ar. As imagens foram convertidas em imagens em escala cinza de 8 bits. O algoritmo de limite automático "Otsu" (descrito em Otsu, N.,

A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms, 9 IEEE Transactions on Systems, Man, e Cybernetics 62 (1979)) foi aplicado para converter as imagens em imagens em preto e branco, em que o preto é definido como cor de fundo. Os contornos de objetos não preenchidos nas imagens foram preenchidos usando a rotina "Fill holes", após o que, a rotina "Watershed" (descrita em Soille, P. e Vincent, L., "Determining Watersheds em Digital Pictures via Flooding Simulations" 1360 Proc. SPIE 240 (1990)) foi aplicada para detectar e dividir objetos sobrepostos. Essas imagens processadas foram, então, usadas para contar as bolhas que têm pelo menos 1203 μm^2 de área e 0,95 de circularidade (definida como 4*área/[π*eixo_principal^2]). O volume de bolha foi estimado a partir do diâmetro de Feret das bolhas. Um diâmetro de Feret é definido como a distância mais longa entre quaisquer dois pontos ao longo da delimitação de seleção (também conhecido como calibre máximo). No estágio de nucleação, o termo "diâmetro de bolha" se refere ao diâmetro de Feret.

[0193] Medição de tamanho de poro. O tamanho de poro de meios pode ser medido com o uso de um porômetro de permeabilidade ao ar automatizado, como os fabricados por Porous Materials, Inc. em Ithaca, NY, EUA. Nesses exemplos, o número de modelo de Materiais Porosos APP-1200-AEXSC foi usado com software CAPWIN. O tipo de teste foi porometria de fluxo capilar, secagem/molhagem, o fluido de teste foi fluido de silicone com uma tensão superficial de fluido de 20,1 dines/cm e o tamanho de teste efetivo da amostra foi de 1 cm de diâmetro.

Exemplo 3

[0194] Várias amostras de meios de nucleação foram testadas em uma disposição de camada única. As amostras de meios foram preparadas a partir de microfibras de vidro e bainha/núcleo de poliéster bicomponente de acordo com a TABELA 3 abaixo. A fibra de poliéster de bicomponente foi ADVANSA 271P, disponível junto à Advansa GmbH na Alemanha, e teve um diâmetro médio nominal de 14 μm e um comprimento médio nominal de 6 mm. Várias técnicas de secagem, incluindo forno e secador de folha, e compressão foram usadas para criar diferentes

espessuras e solidez nas amostras. Os fornos de fluxo de ar são conhecidos por criar estruturas de solidez inferior que os secadores de folha.

TABELA 3. Fatores de Projeto de Suprimento de Amostras de Meios

Peso Base Alvo (g/m^2)				
30	42	60	78	90
Razão de Massa de Vidro (%)				
20	26	40	54	60
Diâmetro Nominal de Microfibra de Vidro				
1,0 µm (UNIFRAX Grau B-10-F)	1,48µm (UNIFRAX Grau B-15-F)		2,44 µm (UNIFRAX Grau B-26-R)	
Procedimentos de Secagem				
Forno de ar forçado	Secador de placa quente	Secador de placa quente, então compressão aquecida com 40 kg de peso.		

[0195] As propriedades de meios testados são mostradas na TABELA 4.

TABELA 4. Propriedades de Amostras de Meios

Propriedade de Meios	Valor Mínimo	Valor Máximo
Tamanho de Poro Médio	4,6 µm	26,9 µm
Área de Superfície de Fibra de Base	9,2 m^2/m^2	47,8 m^2/m^2
Espessura de Meios	0,1638 mm	0,6051 mm
Solidez de Meios Medida em 1,5 psi	6,7%	10,3%

[0196] O volume de ar médio por quadro (proporcional ao ar total liberado) e o diâmetro de bolha médio foram determinados como uma função de tamanho de poro médio, área de superfície de fibra de base, solidez de meios medida em 1,5 psi e espessura de meios. A área de superfície de fibra de base foi determinada pelo método de Kozeny-Carman. Parâmetros que mostraram uma tendência são mostrados nas figuras. Os dados que comparam volume de ar médio por quadro com tamanho de poro médio, área de superfície de nucleação total, solidez de meios medida em 1,5 psi e espessura de meios são mostrados nas FIGURAS 7A–7D. Os dados que comparam diâmetro de bolha médio ao tamanho de poro médio, área de

superfície de fibra de base, solidez de meios medida em 1,5 psi e a espessura de meios são mostrados nas FIGURAS 8A–8D.

[0197] Uma análise ANOVA foi realizada para determinar os regressores mais importantes para volume de ar médio por quadro. Com base nessa análise, mais ar é liberado com um aumento em área de superfície de fibra de base e um tamanho de poro médio menor. Uma análise ANOVA similar foi realizada para determinar os regressores mais importantes para diâmetro de bolha médio. Com base nessa análise, o diâmetro de bolha médio aumenta com um tamanho de poro médio maior. O diâmetro de bolha médio diminui com um aumento em área de superfície de fibra de base.

Exemplo 4

[0198] Em outro exemplo, uma amostra de meios do Exemplo 3 foi empilhada em uma amostra de meios de múltiplas camadas. As propriedades de meios da amostra de meios usada para dispor em camadas são mostradas na TABELA 5. A amostra de meios de múltiplas camadas continha entre 1 e 8 amostras de meios.

TABELA 5. Propriedades de Amostra de Meios Individual Usada para Preparar Amostra em Camadas

Propriedade de Meios	Valor
Peso de base	28,9 g/m^2
Porcentagem de Vidro (Porcentagem de Massa)	40%
Diâmetro Nominal de Microfibra de Vidro	1,48 µm (Microfibra de Vidro Unifrax Grau B-15-F)
Espessura	0,1638 mm
Solidez em 1,5 psi	9,7%
Área de Superfície de Fibra de Base	15,6 m^2/m^2
Permeabilidade Média	32,4 m³/min/m² em 125 Pa

[0199] O volume de ar médio por quadro (proporcional ao ar total liberado) e o diâmetro de bolha médio foram determinados como uma função de número de camadas. O volume de ar médio por quadro como uma função de camadas é mostrado na FIGURA 9A. O tamanho de bolha médio como uma função de camadas é mostrado na FIGURA 9B. Observou-se que, inicialmente, o número de camadas

aumenta, o volume de ar médio por quadro aumenta e o tamanho de bolha médio diminui. Em um número superior de camadas, o volume de ar médio por quadro se nivela enquanto o tamanho de bolha médio continua a diminuir.

Exemplo 5

[0200] Em outro exemplo, uma folha manual de meios foi produzida por um processo de aplicação úmida ao dispersar 200 mg de uma fibra de poliéster bicomponente de bainha/núcleo com um diâmetro médio nominal de 14 μm e um comprimento médio nominal de 6 mm (ADVANSA 271P) em água e, em seguida, formado em um molde de folha de aço inoxidável circular de 90 mm de diâmetro. Os adesivos de folha manual de meios secos foram fundidos a 115 °C.

[0201] Uma amostra da folha manual de meios foi revestida para ser oleofóbica. O revestimento oleofóbico foi aplicado ao mergulhar manualmente amostras de peneira em uma solução aquosa a 5% de DAIKIN UNIDYNE TG-5502, obtida junto à Daikin America Inc. em Orangeburg, NY, EUA. As amostras foram secas em um forno por 10 minutos a 120 °C. Os meios tratados com elemento oleofóbico teve uma classificação oleofóbica de pelo menos 6 conforme testado pelo método AATCC 118.

[0202] O desempenho de nucleação dos meios revestidos com elemento oleofóbico foi comparado com meios não revestidos como nos Exemplos 3 e 4. A taxa de geração de ar média foi calculada ao adicionar o volume de todas as bolhas individuais ao longo do experimento e dividir pelo comprimento do experimento em segundos.

[0203] Os resultados são mostrados na TABELA 6. Observou-se que o tratamento oleofóbico aumentou a taxa de geração de ar e ar total liberado. O diâmetro de bolha médio diminuiu após o tratamento oleofóbico.

TABELA 6: Desempenho de Nucleação de Meios Oleofóbicos e Meios de Controle (Não Revestidos).

	Taxa de Geração de Ar Média (mm^3/s)	Diâmetro de Bolha Médio (μm)
Controle (Não Revestido)	0,52	378
Oleofóbico	7,44	209

Exemplo 6

[0204] Vários aspectos da camada de crescimento foram testados no Exemplo 6.

[0205] Preparações de amostras**.** As folhas manuais de meios foram produzidas ao dispersar as fibras em água, e, então, formadas em um molde de folha de aço inoxidável ADIRONDACK FORMAX 12"x12" disponível junto à Adirondack Machine Corp. em Hudson Falls, NY, EUA. Os detalhes específicos do suprimento são fornecidos na TABELA 7 abaixo. Os meios testados foram cortados para encaixar no suporte de meios com uma área eficaz de 12,9 cm^2. Os meios testados foram colocados em um alojamento de meios em linha.

[0206] Procedimento de teste. A fim de testar o desempenho de meios de crescimento, uma bancada de teste foi construída e usada para desafiar amostras de meios com pequenas bolhas de ar (diâmetro médio nominal de 600 μm) em óleo e monitorar a capacidade dos meios de crescer as bolhas de ar. A bancada foi construída como tendo capacidade de monitorar o tamanho e a contagem das bolhas tanto a montante quanto a jusante da amostra de meios de teste.

[0207] A bancada de teste incluía um tanque de armazenamento de óleo, uma bomba de engrenagem para ajustar o fluxo de óleo do tanque, calibradores de pressão e uma linha que conecta o tanque de armazenamento de óleo a uma célula de teste. Um medidor de fluxo na linha foi usado para determinar a velocidade de face do óleo nos meios contidos na célula de teste. Um encaixe de bolha de ar foi montado em

linha imediatamente antes da célula de teste. A injeção de ar foi controlada por uma série de medidores de fluxo e reguladores de pressão para criar um desafio de bolha consistente a montante dos meios de teste. A célula de teste foi construída de acrílico claro para permitir a captura de imagem tanto no lado a montante quanto no lado a jusante dos meios de teste. Uma linha de retorno leva da célula de teste de volta ao tanque de armazenamento de óleo. Uma câmera Nikon D90 foi montada em um trilho deslizante vertical e usada para capturar sequências de imagem tanto em um lado a montante quanto em um lado a jusante dos meios de teste.

[0208] Para executar o teste, o fluxo de óleo foi iniciado primeiramente, e, uma vez que o óleo preencheu a célula de teste, o injetor de bolha de ar foi ligado. Após a atingir o estado estacionário, uma sequência de imagens foi capturada tanto em um lado a montante quanto em um lado a jusante dos meios de teste. Após um período de tempo, a captura de imagem foi repetida.

[0209] Processamento de Dados de Imagem. As imagens foram processadas similarmente aos Exemplos 3 e 4 (estágio de nucleação) em todos os experimentos (20 quadros por experimento), até e incluindo aplicação da rotina "Watershed". As imagens processadas foram, então, usadas para contar as bolhas que têm pelo menos 10.000 μm^2 de área (23,42 μm/pixel) e 0,5 de circularidade (definida como 4π*área/$perímetro^2$). O volume de bolha foi calculado a partir da área de bolha com o uso da seguinte condição: se o diâmetro de Feret da bolha for maior que 3 mm, o diâmetro é estimado a partir da área de bolha conforme a seguir:

[0210] $Volume = \pi/(7{,}5*10^8) * ([Área]/ \pi)^{(3/2)}$

[0211] De outro modo, se o diâmetro de Feret for inferior a ou igual a 3 mm, o diâmetro é considerado como sendo o diâmetro de Feret e o volume de bolha é calculado como uma esfera típica.

[0212] A diferença em métodos de cálculo ocorre devido ao fato de que a inspeção visual de bolhas maiores que cerca de 3 mm sugeriu que as bolhas grandes foram, de fato, agrupamentos de bolhas, que geraram um volume artificialmente grande calculado com diâmetro de Feret.

[0213] Análise de Dados. Um parâmetro de desempenho de crescimento D50 foi usado para avaliar o desempenho. D50 é definido como o volume de bolha de ar mediano calculado, ou seja, 50% do número de bolhas está abaixo desse tamanho.

[0214] $Aumento\ de\ porcentagem\ em\ D50\ (\%) = \frac{D50_{a\ jusante} - D50_{a\ montante}}{D50_{a\ montante}}$

[0215] O aumento de porcentagem de desempenho em D50 de 0% é interpretado como nenhum ganho de desempenho. Abaixo de 0% é interpretado como desempenho insuficiente em crescimento de bolha, e acima de 0% é interpretado como um aprimoramento no crescimento de bolha.

[0216] Teste e Resultados. Várias amostras de meios de crescimento foram testadas para avaliar o efeito da estrutura dos meios. As amostras de meios foram um compósito de raiom e uma fibra de poliéster de bicomponente de bainha/núcleo com um diâmetro médio nominal de 14 μm e um comprimento médio nominal de 6 mm (ADVANSA 271P). As variáveis de projeto de suprimento são listadas na TABELA 7 e foram misturadas para criar uma faixa de amostras de meios. Os parâmetros de suprimento foram variados para alvejar diferentes propriedades de meios mostrados na TABELA 8.

TABELA 7. Faixas de Fatores de Projeto de Suprimento Usadas em Amostras de Meios

Peso Base Alvo (g/m^2)				
80	92	120	148	160
Razão de Massa de Raiom (%)				
24	31	48	65	72
Diâmetro de Fibra de Raiom				
17 μm (Minifibras de Viscose Raiom 3,0 dpf (denier por filamento) x 6 mm)		20 μm (Minifibras de Viscose Raiom 4,5 dpf x 6 mm)		
Procedimentos de Secagem				
Forno de ar forçado	Secador de placa quente		Secador de placa quente, então compressão aquecida com 40 kg de peso.	

TABELA 8. Propriedades de Amostras de Meios

Propriedade de Meios	Valor Mínimo	Valor Máximo
Espessura de Meios	0,5 mm	2,5 mm
Solidez de Meios Medida em 1,5 psi	3%	20%

[0217] O aumento de porcentagem em D50 foi determinado como uma função de solidez de meios, espessura de meios e tamanho de fibra. Os resultados são mostrados respectivamente nas FIGURAS 10A-10B.

[0218] Observou-se que a solidez e a espessura não são independentes entre si. A fim de preparar meios de solidez superior, os meios foram comprimidos, o que causou uma espessura inferior. A distinção entre efeitos devido à solidez e à espessura pode ser desafiadora. Entretanto, observou-se que a solidez decrescente, o que aumenta a espessura, resultou em desempenho de crescimento melhor.

[0219] Observou-se que benefícios em desempenho de crescimento poderiam ser obtidos em uma espessura maior que 1mm. Observou-se adicionalmente que benefícios em desempenho de crescimento poderiam ser obtidos em uma solidez menor que 7,5%, e, em particular, menor que 9%.

Exemplo 7

[0220] Vários aspectos de peneira de aço inoxidável de tecido e outras variáveis foram testados no Exemplo 7 para o estágio de barreira porosa. Tais aspectos incluíram tamanho de abertura, química de superfície, velocidade de face e o tamanho das bolhas que atingem a barreira porosa no lado a montante.

[0221] Preparações de amostras. Várias peneiras foram obtidas a partir de fontes comerciais. As amostras de peneira foram cortadas para encaixar no suporte de meios com uma área eficaz de 12,9 cm^2. A amostra de peneira foi colocada em uma célula de teste em linha.

[0222] Procedimento de teste. O procedimento de teste foi igual como no Exemplo 6 acima.

[0223] Processamento de Dados de Imagem. O processamento de imagem foi realizado como nos Exemplos 3-5 acima. O volume de bolha foi estimado a partir do diâmetro de Feret das bolhas. O diâmetro de Feret é referido como o "diâmetro de bolha" neste documento para o estágio de barreira de peneira.

[0224] Análise de Dados. O desempenho de peneira foi calculado conforme a seguir:

[0225] $[Desempenho\ de\ peneira\ (\%)] = \frac{Vol.\ médio\ (10\ bolhas\ maiores_{a\ jusante}) - Vol.\ médio\ (10\ bolhas\ maiores_{a\ montante})}{Vol.\ médio(10\ bolhas\ maiores_{a\ montante})}$

[0226] O desempenho de peneira é a diferença de percentual da média das 10 bolhas maiores a jusante em comparação com a média das 10 bolhas maiores a montante por um teste.

[0227] O desempenho de 0% é interpretado como nenhuma alteração em volume de bolha na peneira. Abaixo de 0% é interpretado como desempenho insuficiente, acima de 0%, mas abaixo de 100% é interpretado como um aumento modesto em tamanho, acima 100%, mas abaixo de 250% é interpretado como um aprimoramento notável em tamanho, e acima de 250% é interpretado como um aprimoramento significativo em tamanho.

[0228] Teste e Resultados. A peneira era uma peneira simples plana de aço inoxidável. Várias peneiras foram testadas, juntamente com um tratamento oleofóbico aplicado com propriedades variadas conforme mostrado na TABELA 9 abaixo. As peneiras foram obtidas a partir de McMaster-Carr em Elmhurst, Illinois.

TABELA 9. Projeto de Suprimento de Amostras de Meios de Barreira de Peneira

Número da Peça McMaster	Malha	Tamanho de Abertura Nominal (μm)	Tratamento de Óleo
9241T45	120 x 108	145 x 120	Oleofílico Não Tratado
85385T116	325 x 325	50 x 50	Oleofílico Não Tratado
85385T103	120 x 120	117 x 117	Oleofílico Não Tratado
9319T182	80 x 80	178 x 178	Oleofílico Não Tratado
85385T116	325 x 325	50 x 50	Oleofílico Tratado
85385T103	120 x 120	117 x 117	Oleofílico Tratado
9319T182	80 x 80	178 x 178	Oleofílico Tratado

[0229] As amostras de peneira foram executadas em diferentes velocidades de face de 0,5 cm/s, 1,25 cm/s e 5,0 cm/s para testar o impacto de velocidade de face sobre o desempenho de peneira.

[0230] O desafio de bolha de ar foi classificado como "grosso", com um diâmetro de Feret nominal médio de 550 μm, ou "fino", com um diâmetro de Feret nominal médio de 350 μm. A taxa de fluxo de ar foi ajustada para considerar alterações de velocidade de face para manter um tamanho de desafio de bolha a montante similar.

[0231] Os resultados do teste são mostrados na FIGURA 11A. Observou-se que, em geral, à medida que a velocidade de face aumenta, o desempenho de peneira diminui.

[0232] O efeito de tratamento de superfície oleofílica sobre o desempenho da peneira também foi testado. As peneiras foram tratadas com tricloro(1H,1H,2H,2H-perfluoro-octila)silano (disponível junto à Millipore Sigma, St. Louis, MO) com o uso de deposição de vapor químico. Em suma, uma peneira foi colocada sob vácuo por pelo menos 10 minutos e a química de tratamento foi aplicada sobre a peneira na forma de vapor. Após o tratamento, a classificação oleofóbica de amostras foi testada pelo método AATC 118; todas as amostras tratadas tiveram uma classificação oleofóbica de pelo menos 6.

[0233] Os resultados do teste são mostrados na FIGURA 11B. Observou-se que em uma velocidade de face inferior de 0,5 cm/s o tratamento oleofóbico aprimorou o desempenho de peneira, particularmente em relação às bolhas finas.

[0234] Todas as referências e publicações citadas no presente documento são incorporadas expressamente no presente documento a título de referência em sua totalidade nesta revelação, exceto na medida em que possam contradizer diretamente esta revelação. Embora modalidades específicas tenham sido ilustradas e descritas no presente documento, será observado por aqueles versados na técnica que uma variedade de implementações alternativas e/ou equivalentes podem ser substituídas pelas modalidades específicas mostradas e descritas sem se afastar do escopo da presente revelação. Deve ser entendido que não se pretende que esta revelação seja limitada indevidamente pelas modalidades e exemplos ilustrativos apresentados no presente documento e que tais exemplos e modalidades são

apresentados a título de exemplo, apenas com o escopo da revelação destinado a ser limitado apenas pelas reivindicações apresentadas aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Desaerador **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

meios de nucleação de gás;

meios de crescimento adjacentes aos meios de nucleação de gás; e

uma barreira porosa adjacente aos meios de crescimento.

2. Desaerador, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente um vão entre os meios de crescimento e a barreira porosa.

3. Desaerador, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem meios de filtração de particulado.

4. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro, cerâmica, fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos.

5. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem um ângulo de contato de óleo de pelo menos 30°.

6. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido por método AATCC 118.

7. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de crescimento compreendem uma pluralidade de camadas de meios.

8. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de crescimento são imediatamente adjacentes aos meios de nucleação de gás.

9. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de crescimento compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro, cerâmica, fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos.

10. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a barreira porosa compreende aberturas que formam uma saída.

11. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a barreira porosa compreende aberturas dimensionadas de 250 μm ou menos.

12. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente um forro.

13. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma primeira tampa de extremidade compreendendo uma abertura que define uma entrada.

14. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma segunda tampa de extremidade fechada.

15. Desaerador, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a segunda tampa de extremidade compreende um fundo.

16. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás circundam e definem um interior de desaerador aberto.

17. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás, os meios de crescimento e a barreira porosa formam um corpo cilíndrico.

18. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação têm uma área de superfície de fibra de base de pelo menos 10 m^2/m^2 conforme medido pelo método de Kozeny-Carman.

19. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação têm um tamanho de poro médio de 30 μm ou menos conforme medido por ASTM F316.

20. Desaerador, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a primeira tampa de extremidade compreende uma entrada direta para um vão entre os meios de crescimento e a barreira porosa.

21. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de crescimento têm uma solidez de 9% ou menos a 1,5 psi.

22. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de crescimento têm uma espessura de 0,8 mm ou mais.

23. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de crescimento compreendem um compósito de componentes oleofílicos e componentes oleofóbicos, em que um componente oleofóbico tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido por método AATCC 118.

24. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 23, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a barreira porosa compreende uma superfície oleofílica com uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido por método AATCC 118.

25. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 24, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a barreira porosa compreende um compósito de componentes oleofílicos e componentes oleofóbicos, em que um componente oleofóbico tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido por método AATCC 118.

26. Sistema para remover gás de um fluido, sendo que o sistema é **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um tanque compreendendo uma entrada de fluido e uma saída de fluido, e que tem uma trajetória de fluxo de fluido da entrada de fluido até à saída de fluido; e

o desaerador, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 25.

27. Método para remover gás de um fluido, sendo que o método é **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

passar o fluido por um desaerador que define uma trajetória de fluxo de fluido, o desaerador compreendendo o desaerador, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 25.

28. Desaerador **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

meios de nucleação de gás;

uma barreira porosa adjacente aos meios de nucleação de gás, a barreira porosa compreendendo aberturas dimensionadas de 250 μm ou menos; e

um vão entre os meios de nucleação de gás e a barreira porosa.

29. Desaerador, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o desaerador não inclui meios de crescimento entre os meios de nucleação de gás e a barreira porosa.

30. Desaerador, de acordo com a reivindicação 28 ou 29, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem meios de filtração de particulado.

31. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 30, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem celulose, celulose regenerada, poliamida, poliéster, polieterssulfona (PES),

polipropileno (PP), polietileno (PE), politetrafluoretileno (PTFE), difluoreto de polivinilideno (PVDF), vidro, cerâmica, fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos.

32. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 31, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem um ângulo de contato de óleo de pelo menos 30°.

33. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 32, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás compreendem material oleofóbico que tem uma classificação oleofóbica de 1 ou mais conforme medido por método AATCC 118.

34. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 33, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o vão varia de 4 mm a 20 mm.

35. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 34, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende um forro.

36. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 35, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma primeira tampa de extremidade compreendendo uma abertura que define uma entrada.

37. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 36, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma segunda tampa de extremidade fechada.

38. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 37, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás circundam e definem um interior de desaerador aberto.

39. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 38, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás e a barreira porosa formam um corpo cilíndrico.

40. Desaerador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 39, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios de nucleação de gás têm um tamanho de poro médio de 5 µm ou mais conforme medido por ASTM F316.

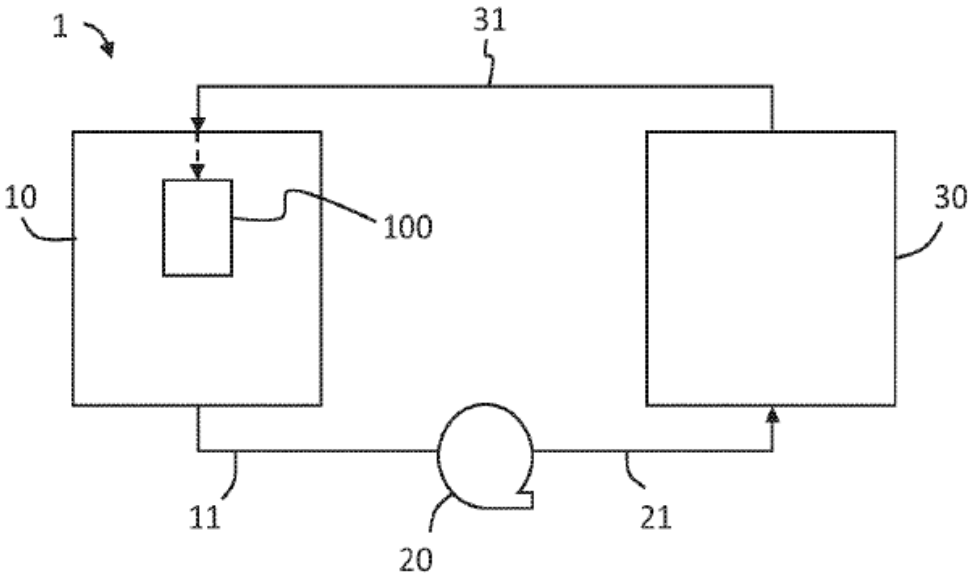


FIG. 1

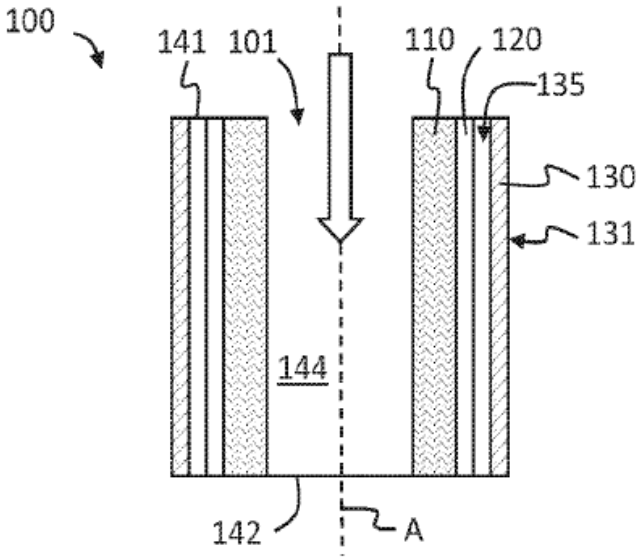


FIG. 2A

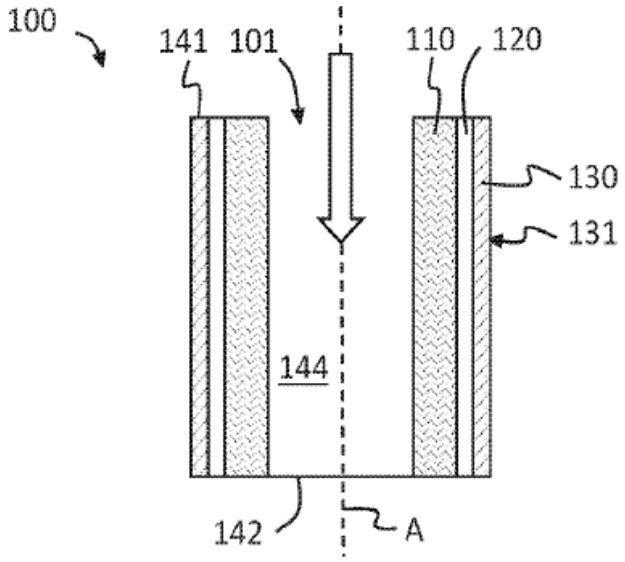

100
141
101
110
120
130
131
144
142
A

FIG. 2B

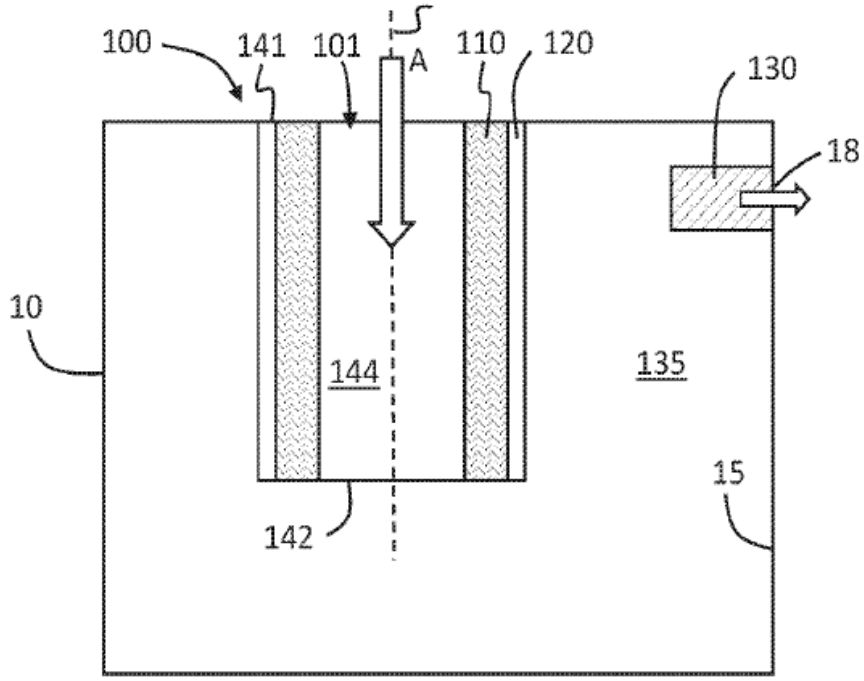

100
141
101
A
110
120
130
18
10
144
135
15
142

FIG. 2C

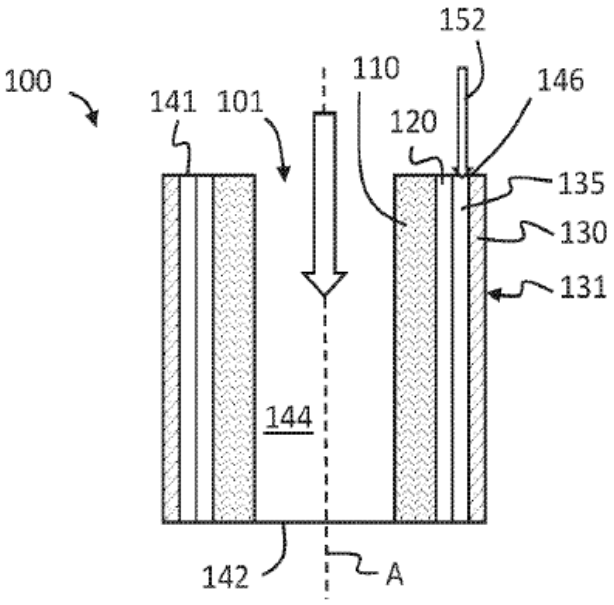

152
100
110
146
141
101
120
135
130
131
144
142
A

FIG. 2D

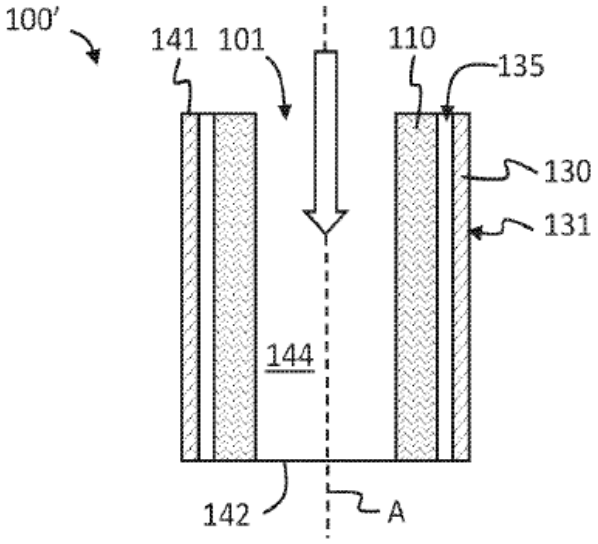

100'
141
101
110
135
130
131
144
142
A

FIG. 3

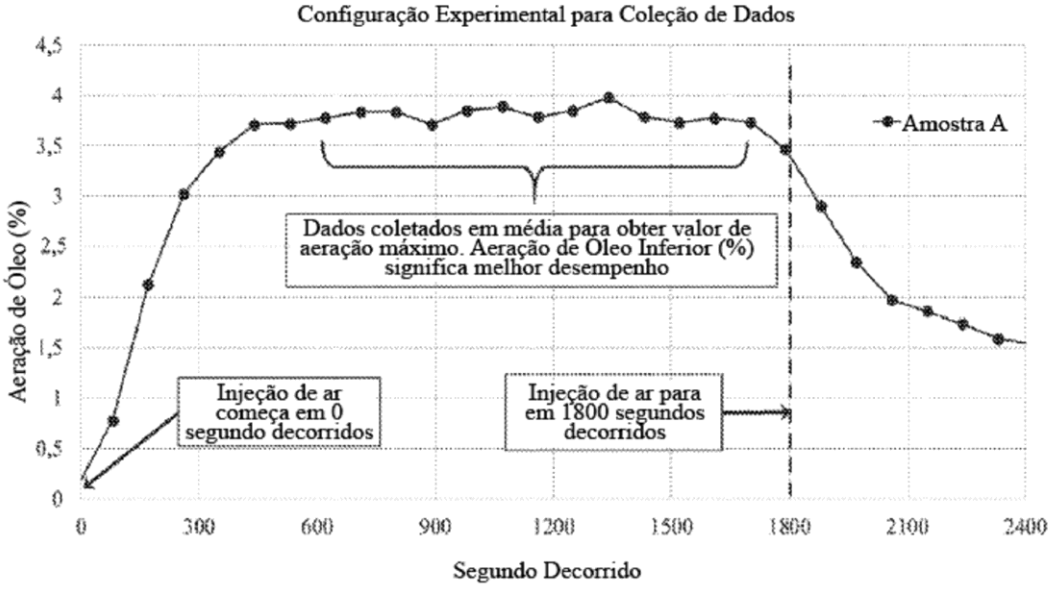

Configuração Experimental para Coleção de Dados
Aeração de Óleo (%)
Segundo Decorrido
Amostra A
Dados coletados em média para obter valor de aeração máximo. Aeração de Óleo Inferior (%) significa melhor desempenho
Injeção de ar começa em 0 segundo decorridos
Injeção de ar para em 1800 segundos decorridos
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
0
300
600
900
1200
1500
1800
2100
2400

FIG. 4

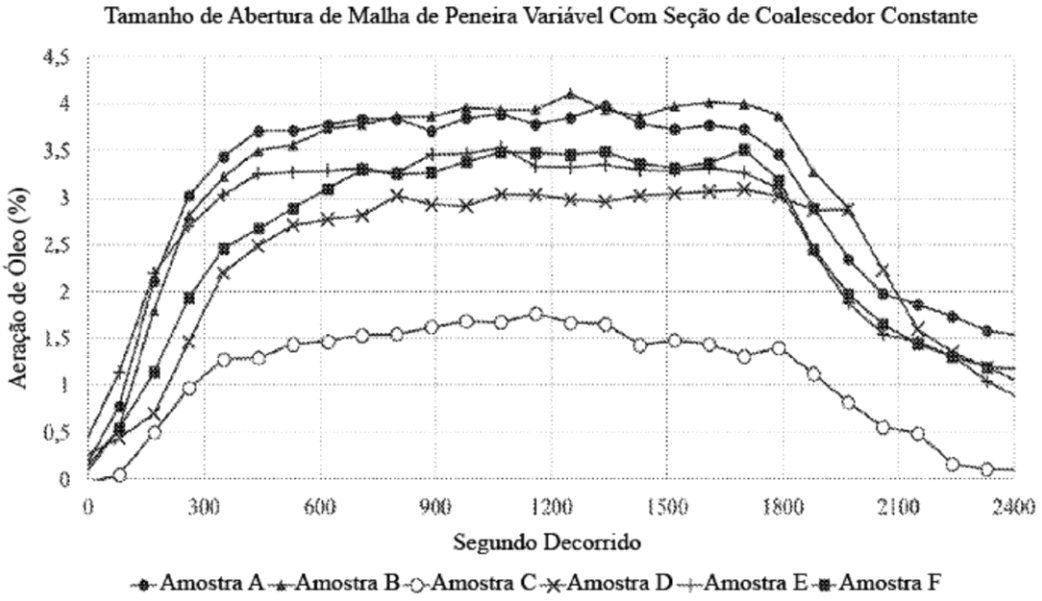

Tamanho de Abertura de Malha de Peneira Variável Com Seção de Coalescedor Constante
Aeração de Óleo (%)
Segundo Decorrido
Amostra A
Amostra B
Amostra C
Amostra D
Amostra E
Amostra F
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
0
300
600
900
1200
1500
1800
2100
2400

FIG. 5A

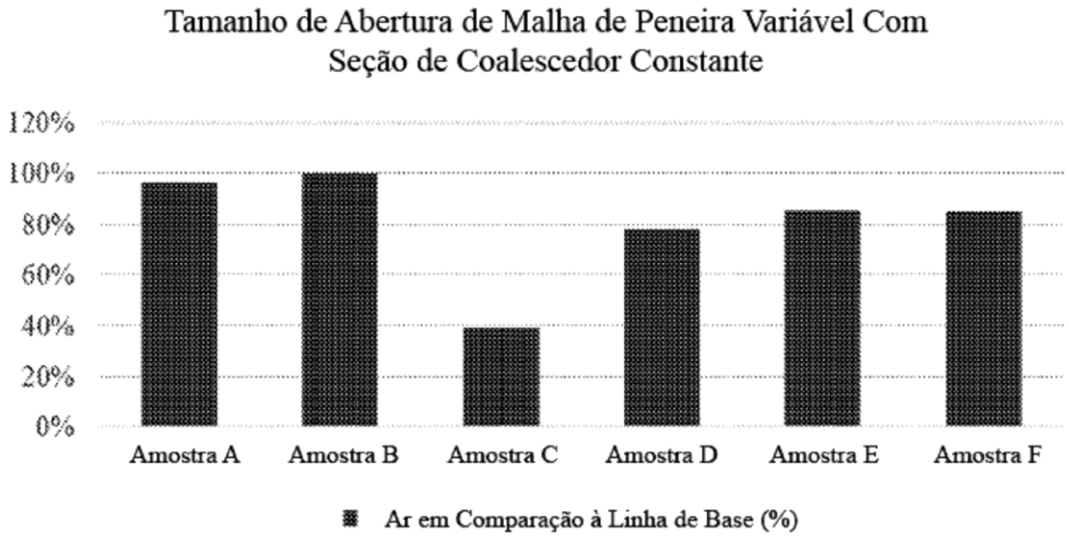

Tamanho de Abertura de Malha de Peneira Variável Com Seção de Coalescedor Constante
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
Amostra A
Amostra B
Amostra C
Amostra D
Amostra E
Amostra F
Ar em Comparação à Linha de Base (%)

FIG. 5B

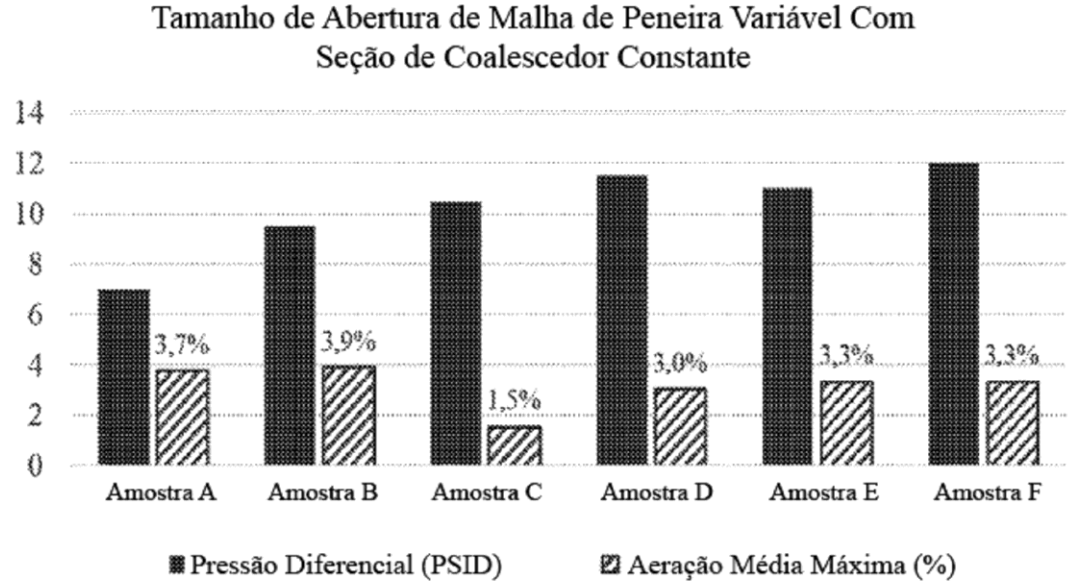

Tamanho de Abertura de Malha de Peneira Variável Com Seção de Coalescedor Constante
14
12
10
8
6
4
2
0
3,7%
3,9%
1,5%
3,0%
3,3%
3,3%
Amostra A
Amostra B
Amostra C
Amostra D
Amostra E
Amostra F
Pressão Diferencial (PSID)
Aeração Média Máxima (%)

FIG. 5C

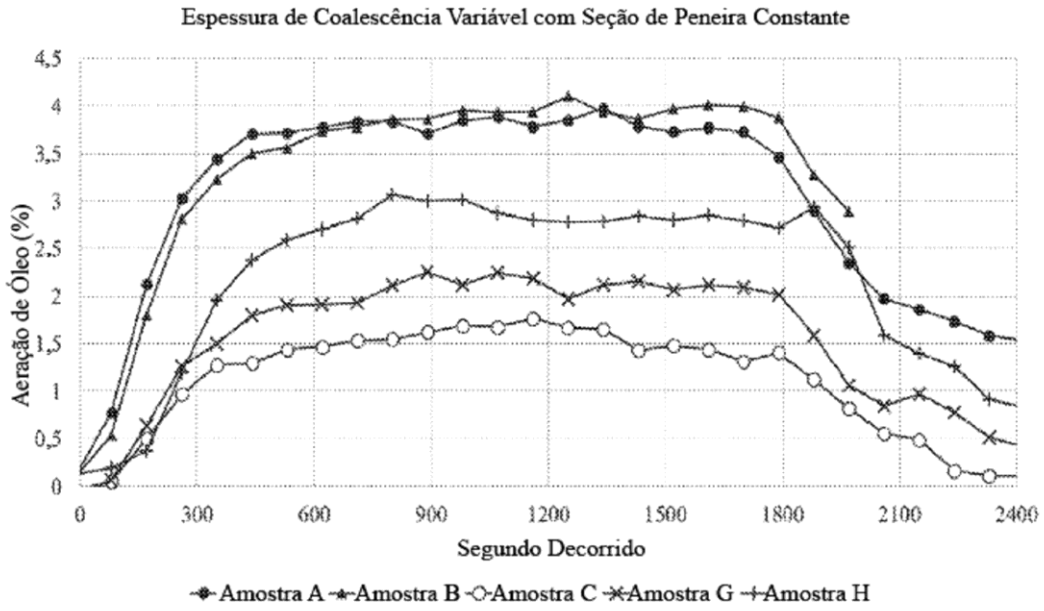

Espessura de Coalescência Variável com Seção de Peneira Constante
Aeração de Óleo (%)
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
300
600
900
1200
1500
1800
2100
2400
Segundo Decorrido
Amostra A
Amostra B
Amostra C
Amostra G
Amostra H

FIG. 6A

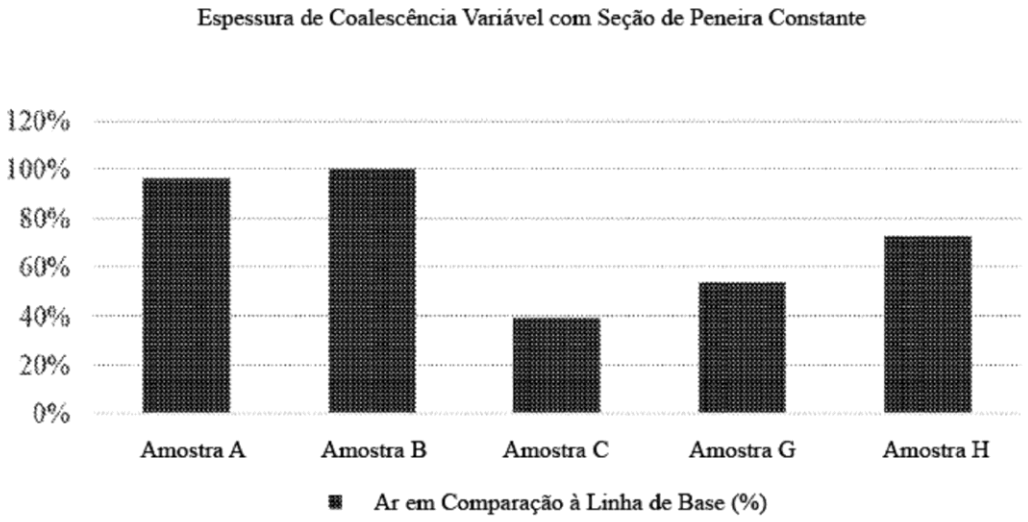

Espessura de Coalescência Variável com Seção de Peneira Constante
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
Amostra A
Amostra B
Amostra C
Amostra G
Amostra H
Ar em Comparação à Linha de Base (%)

FIG. 6B

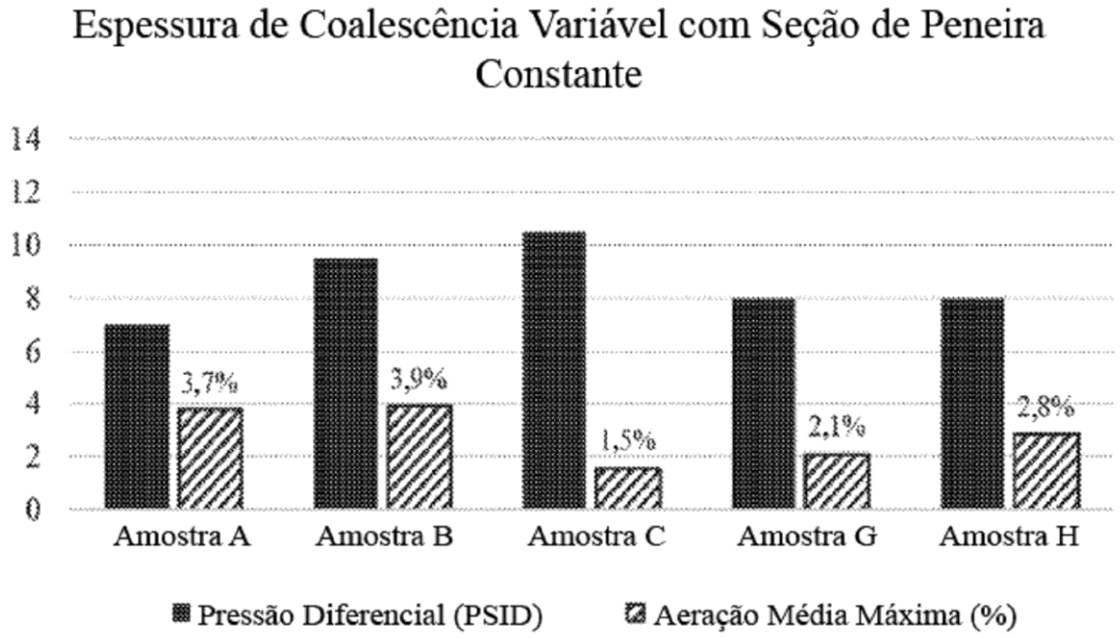

Espessura de Coalescência Variável com Seção de Peneira Constante
14
12
10
8
6
4
2
0
3,7%
3,9%
1,5%
2,1%
2,8%
Amostra A
Amostra B
Amostra C
Amostra G
Amostra H
Pressão Diferencial (PSID)
Aeração Média Máxima (%)

FIG. 6C

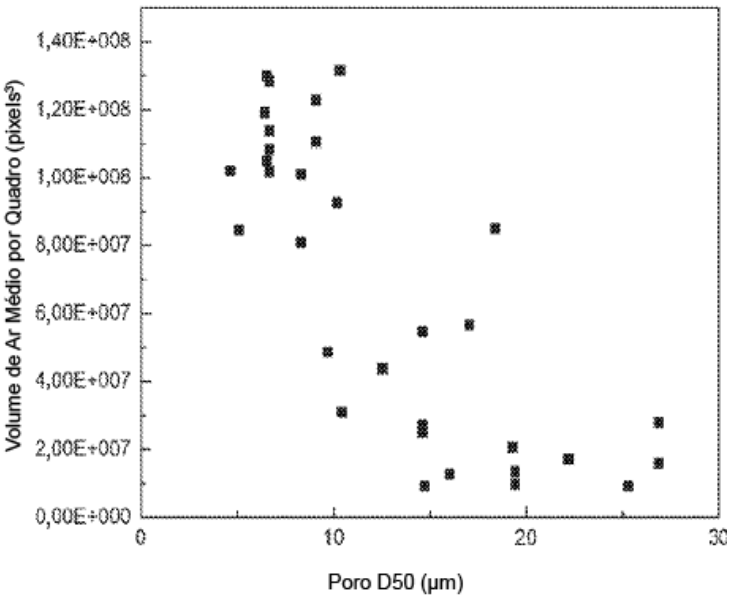

1,40E+008
1,20E+008
1,00E+008
8,00E+007
6,00E+007
4,00E+007
2,00E+007
0,00E+000
Volume de Ar Médio por Quadro (pixels³)
0
10
20
30
Poro D50 (µm)

FIG. 7A

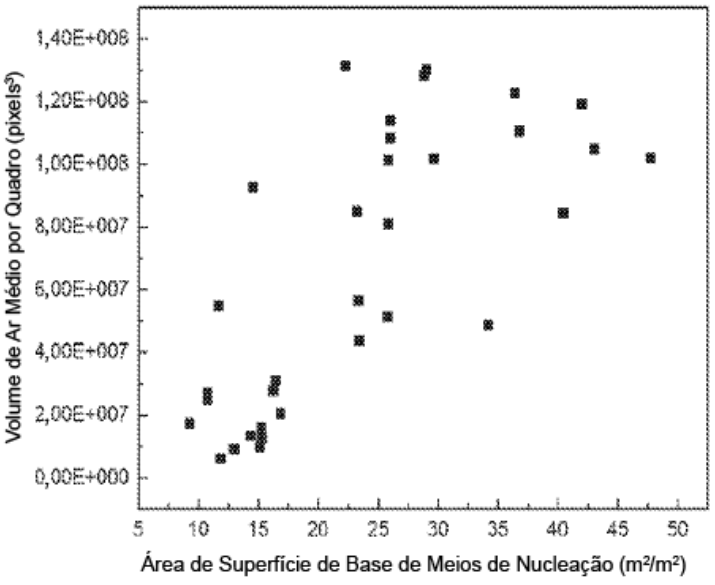

1,40E+008
1,20E+008
1,00E+008
8,00E+007
6,00E+007
4,00E+007
2,00E+007
0,00E+000
Volume de Ar Médio por Quadro (pixels³)
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Área de Superfície de Base de Meios de Nucleação (m²/m²)

FIG. 7B

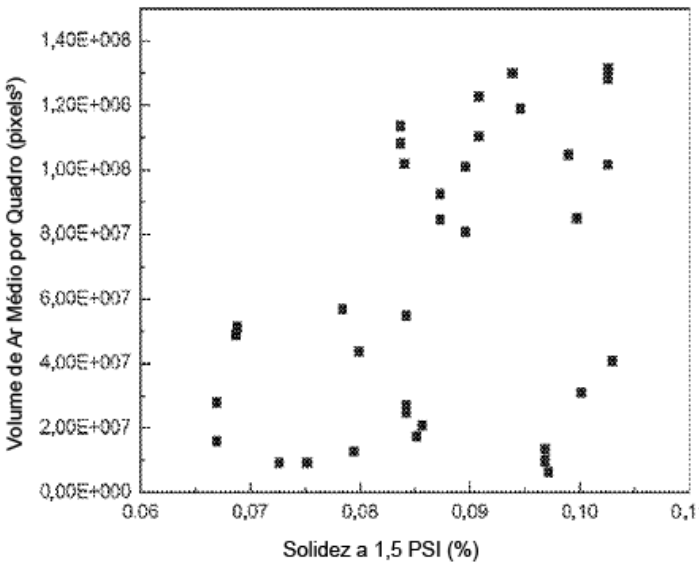

1,40E+008
1,20E+008
1,00E+008
8,00E+007
6,00E+007
4,00E+007
2,00E+007
0,00E+000
Volume de Ar Médio por Quadro (pixels³)
0,06
0,07
0,08
0,09
0,10
0,1
Solidez a 1,5 PSI (%)

FIG. 7C

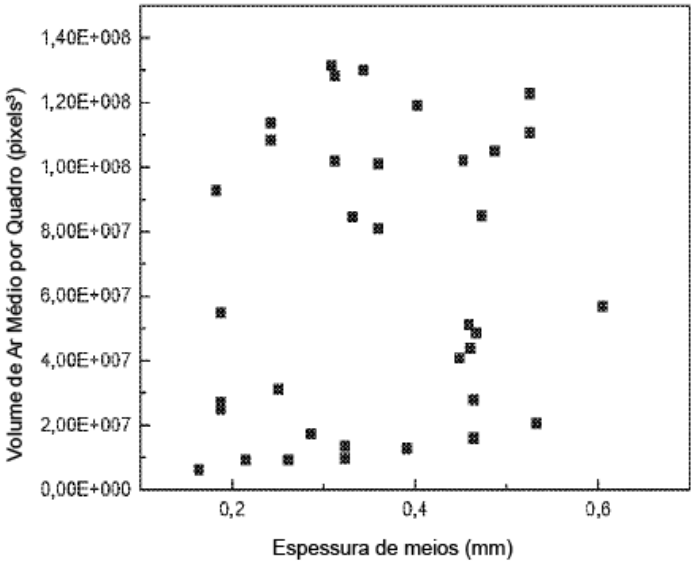

1,40E+008
1,20E+008
1,00E+008
8,00E+007
6,00E+007
4,00E+007
2,00E+007
0,00E+000
Volume de Ar Médio por Quadro (pixels³)
0,2
0,4
0,6
Espessura de meios (mm)

FIG. 7D

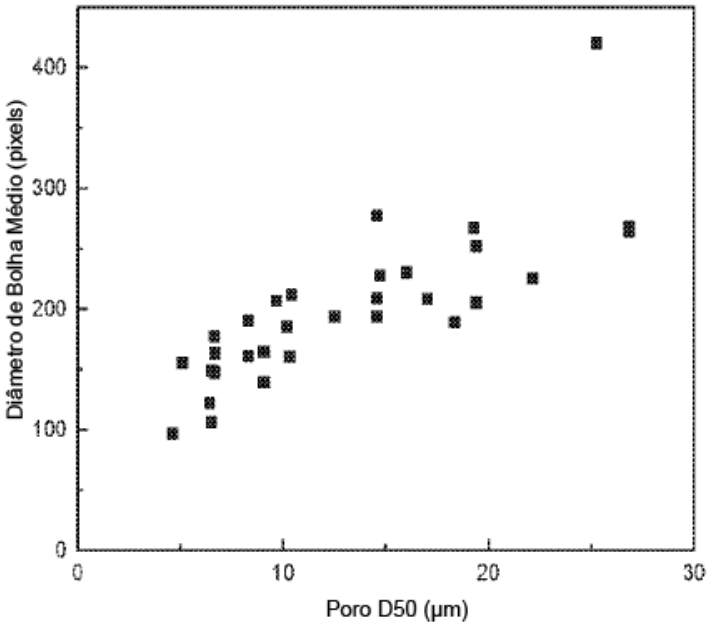

Diâmetro de Bolha Médio (pixels)
0
100
200
300
400
0
10
20
30
Poro D50 (µm)

FIG. 8A

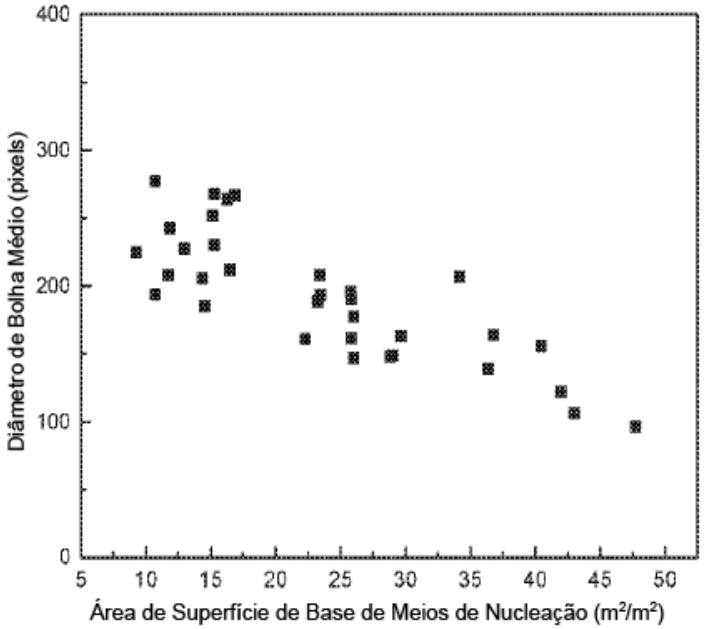

Diâmetro de Bolha Médio (pixels)
0
100
200
300
400
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Área de Superfície de Base de Meios de Nucleação (m²/m²)

FIG. 8B

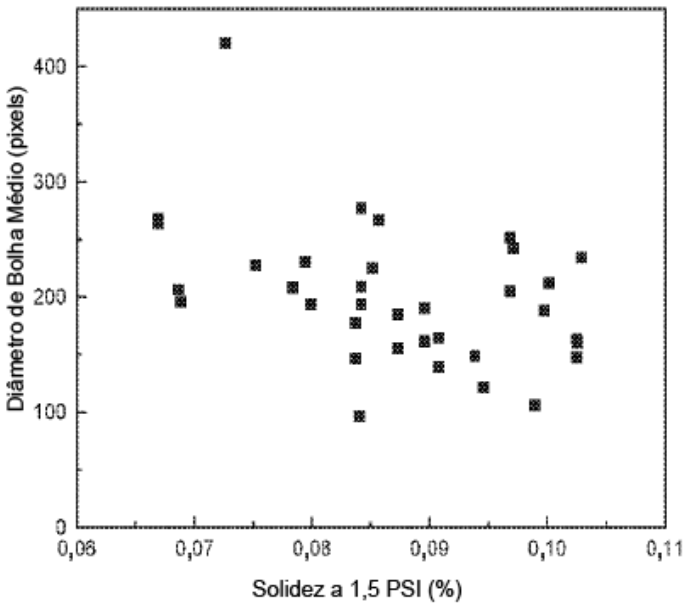

Diâmetro de Bolha Médio (pixels)
400
300
200
100
0
0,06
0,07
0,08
0,09
0,10
0,11
Solidez a 1,5 PSI (%)

FIG. 8C

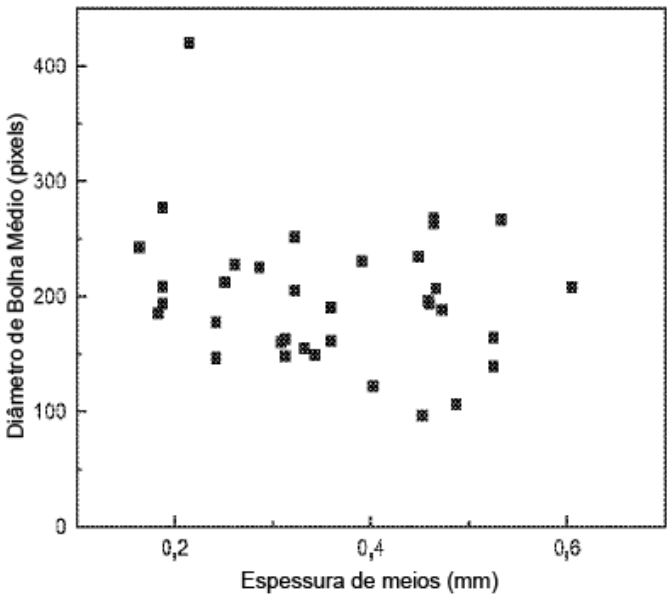

Diâmetro de Bolha Médio (pixels)
400
300
200
100
0
0,2
0,4
0,6
Espessura de meios (mm)

FIG. 8D

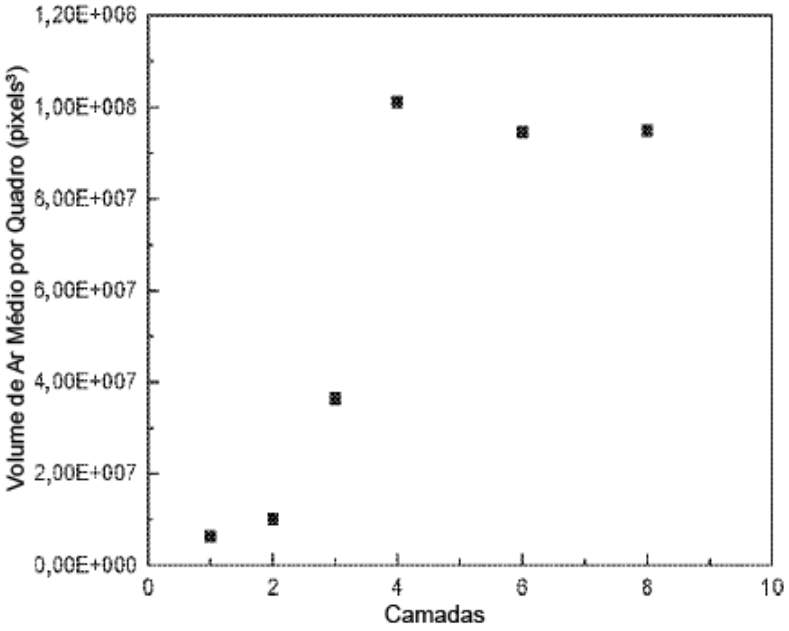

1,20E+008
1,00E+008
8,00E+007
6,00E+007
4,00E+007
2,00E+007
0,00E+000
Volume de Ar Médio por Quadro (pixels³)
0
2
4
6
8
10
Camadas

FIG. 9A

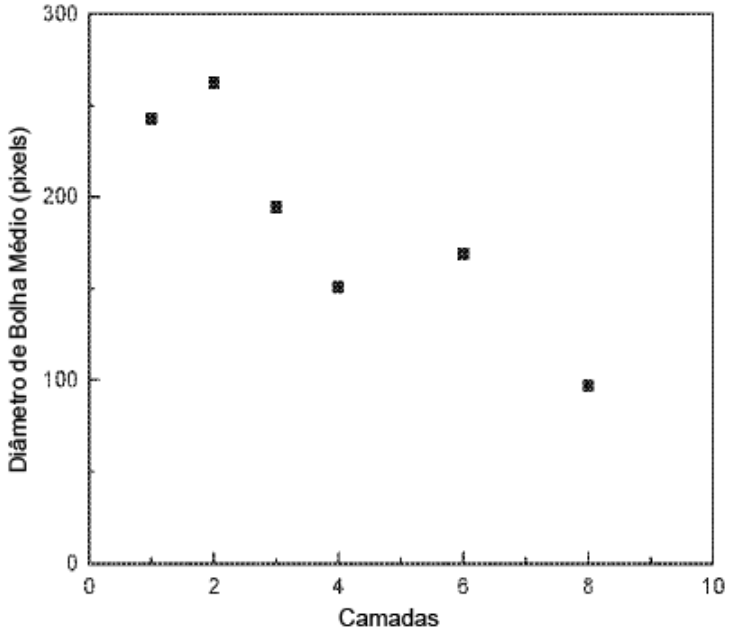

300
200
100
0
Diâmetro de Bolha Médio (pixels)
0
2
4
6
8
10
Camadas

FIG. 9B

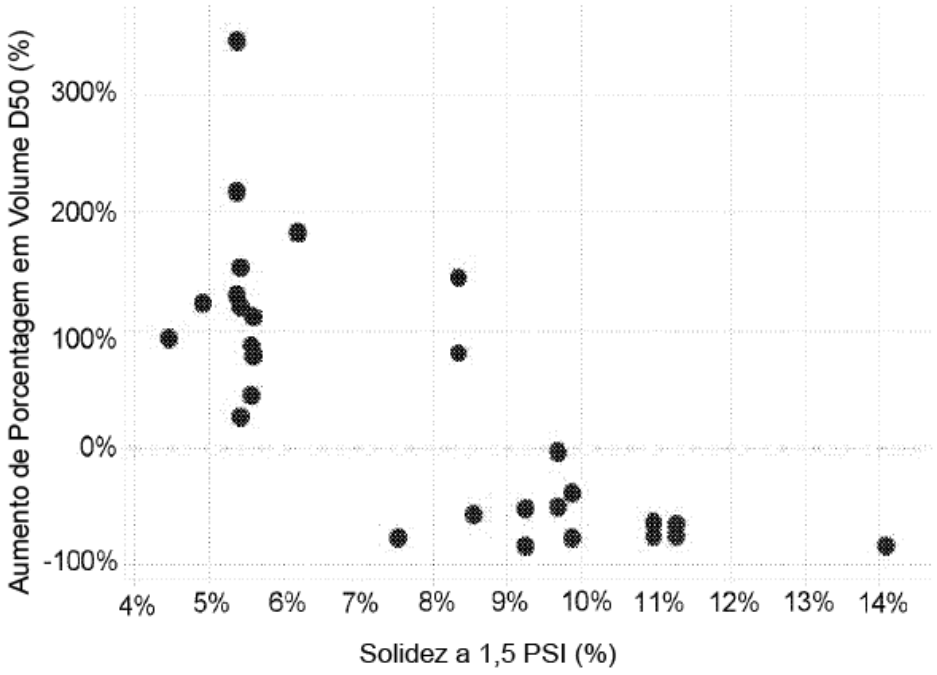


FIG. 10A

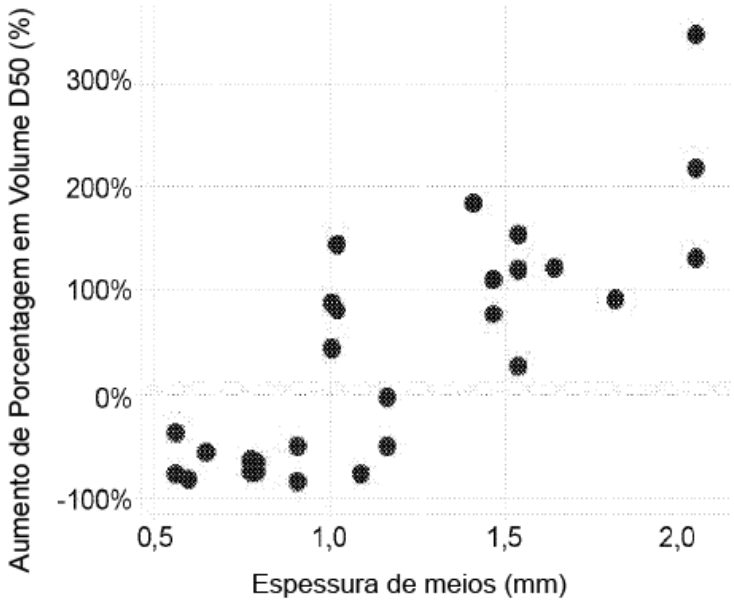


FIG. 10B

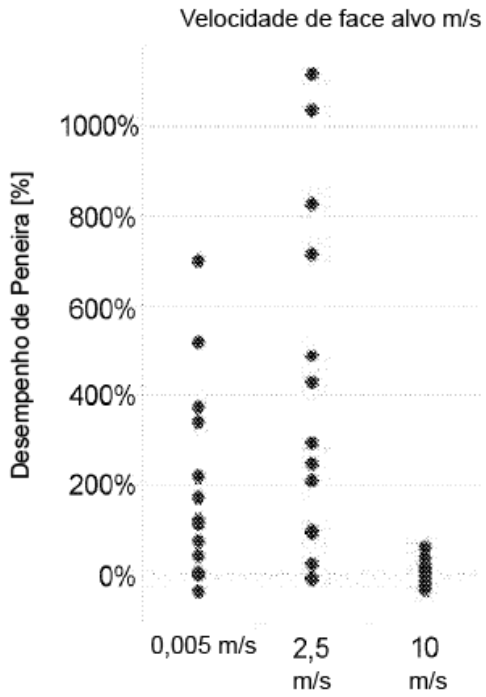


FIG. 11A

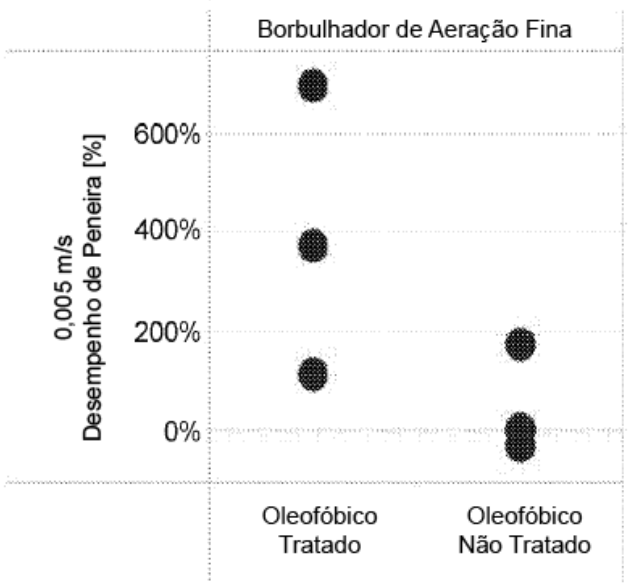


FIG. 11B

RESUMO

"SISTEMA E MÉTODO PARA DESAERAÇÃO"

Trata-se de um desaerador que inclui meios de nucleação de gás e uma barreira porosa. O desaerador pode incluir meios de crescimento entre os meios de nucleação de gás e a barreira porosa. O desaerador pode ser parte de um sistema para remover gás de um fluido, em que o sistema inclui um tanque com uma entrada de fluido e uma saída de fluido e que tem uma trajetória de fluxo de fluido da entrada de fluido até à saída de fluido, e em que o desaerador está na trajetória de fluxo de fluido. Um método para remover gás de um fluido inclui passar o fluido pelo desaerador que define uma trajetória de fluxo de fluido.