



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

(11) BR 112017014879-0 B1



(22) Data do Depósito: 12/01/2016

(45) Data de Concessão: 06/07/2021

(54) Título: APARELHO PARA MANTER A PRECISÃO NA MEDAÇÃO DE UM PARÂMETRO DE ÁGUA INDUSTRIAL

(51) Int.Cl.: G01N 27/38; G01N 33/18; G01D 11/30; B08B 5/02.

(30) Prioridade Unionista: 12/01/2015 US 14/594,625.

(73) Titular(es): ECOLAB USA INC..

(72) Inventor(es): KUN XIONG; BRANDON M. DAVIS.

(86) Pedido PCT: PCT US2016012955 de 12/01/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/115073 de 21/07/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/07/2017

(57) Resumo: Trata-se de um aparelho para manter a precisão na medição de um parâmetro de água industrial que compreende um corpo, pelo menos uma passagem de sensor, um furo de fluxo de líquido formado através do corpo, um furo de fluxo de gás formado pelo menos parcialmente através do corpo e pelo menos um canal de jato formado no corpo e que conecta fluidamente o furo de fluxo de gás e o furo de fluxo de líquido.

“APARELHO PARA MANTER A PRECISÃO NA MEDIÇÃO DE UM PARÂMETRO DE ÁGUA INDUSTRIAL”

REFERÊNCIA CRUZADA AO PEDIDO RELACIONADO

[001] Este Pedido reivindica a prioridade do Pedido Provisório nº de série U.S. 14/594.625, depositado em 12 de janeiro de 2011, cuja revelação é incorporada no presente documento em sua totalidade a título de referência.

ANTECEDENTES

[002] Muitos sistemas de água industrial exigem tratamento químico preciso para qualquer um ou uma combinação dos seguintes: manter transferência de energia superior, reduzir refugo, proteger recursos e aperfeiçoar a qualidade do produto. O tratamento químico preciso pode ser administrado a um sistema de água industrial monitorando-se variáveis características, tais como, por exemplo, condutividade, pH, potencial de oxidação-redução, concentração de microrganismos, alcalinidade e dureza.

[003] Alterações medidas em qualquer uma dentre essas variáveis podem fornecer entrada no controle de operações de processo. Por exemplo, um aumento medido na condutividade de água de resfriamento que circula em uma operação de torre de resfriamento pode acionar uma queda da operação seguida por adição de água de composição, reduzindo, desse modo, a condutividade da água de resfriamento. A manutenção precisa, a medição precisa de variáveis características de um sistema de água industrial, particularmente um sistema de água de resfriamento, é uma chave para seu tratamento e sua operação eficientes.

[004] Para sistemas de água industrial, mais particularmente, sistemas de água de resfriamento, três problemas são geralmente tratados por operações de tratamento: 1) Inibição de escamação causada por deposição mineral, por exemplo, carbonato de cálcio e/ou silicato de magnésio; 2) Inibição de incrustação causada por deposição de depósitos suspensos causada por, por exemplo, corrosão; e 3) Inibição de contaminação

microbiana causada por, por exemplo, bactérias, algas e/ou fungos. Qualquer uma dentre essas condições pode fazer com que depósitos se formem em superfícies molhadas, particularmente superfícies que são utilizadas na medição de um parâmetro do sistema de água industrial. A deposição de qualquer um desses em uma medição superfície é de preocupação particular, uma vez que a deposição pode introduzir erro de medição (inexatidão, imprecisão ou ambos) causado por, por exemplo, tempo de resposta de medição atrasado, desvio de medição (por exemplo, desvio de alteração) ou instabilidade de medição.

[005] Diversos dispositivos e métodos de limpeza de sonda de sensor estão disponíveis. Por exemplo, técnicas de limpeza ultrassônicas existem para sistemas de líquido que compreende gases dissolvidos. Os sistemas de asseio mecânicos foram implantados em algumas aplicações. Tratamentos de jato de ar, jato de água e off-line também foram usados.

SUMÁRIO

[006] Métodos para manter a precisão na medição de um parâmetro de um sistema de água industrial são fornecidos. Em um aspecto, o método compreende colocar uma corrente de líquido a uma pressão de corrente de líquido em contato com uma superfície utilizada para medir um parâmetro com um sensor. Uma corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido, fazendo com que, desse modo, a corrente de gás e líquido combinados entre em contato com a superfície. A corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido a uma pressão gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de corrente de líquido.

[007] Em um aspecto adicional, o método compreende colocar uma corrente de água industrial a uma pressão de corrente de água industrial em contato com pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. O pH e/ou potencial de oxidação-redução da corrente de água industrial é

medido. Uma solução de limpeza que compreende cloreto de hidrogênio de ureia é colocada em contato com pelo menos uma dentre as superfícies molhadas por um primeiro período de tempo e em uma concentração suficiente para limpar a pelo menos uma dentre as superfícies molhadas. A corrente de água industrial é colocada novamente em contato com a pelo menos uma dentre as superfícies molhadas limpas à pressão de corrente de água industrial por um segundo período de tempo, medindo, desse modo, pH e/ou potencial de oxidação-redução da corrente de água industrial com o uso de sensores de pH e/ou potencial de oxidação-redução limpos. Uma curva de recuperação é criada, a qual é relacionada ao pH medido e/ou o potencial de oxidação-redução medido com o uso dos sensores de pH e/ou potencial de oxidação-redução limpos. As etapas supracitadas são repetidas. As respectivas curvas de recuperação são comparadas. Se a comparação das respectivas curvas de recuperação demonstrar degradação de sensor aceitável, o respectivo sensor pode permanecer em serviço. Entretanto, se o respectivo sensor demonstrar degradação de sensor inaceitável, o respectivo sensor é removido do serviço.

[008] Em ainda outro aspecto, o método compreende colocar uma corrente de água industrial a uma pressão de corrente de água industrial em contato com pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. Uma solução de limpeza é colocada em contato com pelo menos uma dentre a superfície molhada do sensor de pH e a superfície molhada do sensor de potencial de oxidação-redução. A corrente de água industrial é colocada em contato novamente com pelo menos uma dentre a superfície molhada do sensor de pH e a superfície molhada do sensor de potencial de oxidação-redução à pressão de corrente de água industrial. Uma corrente gasosa é introduzida na corrente de água industrial a uma pressão de corrente gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de

corrente de água industrial e após o início do novo contato.

[009] Um método para manter a precisão na medição de uma pluralidade de parâmetros de água industrial em um sistema de água industrial também é fornecido. O método compreende colocar em contato uma corrente de água industrial a uma pressão de corrente de água industrial com uma pluralidade de superfícies utilizada para medir uma pluralidade de parâmetros com uma pluralidade de sensores. Um primeiro subconjunto das superfícies é isolado da corrente de água industrial enquanto um segundo subconjunto das superfícies mantém contato com a corrente de água industrial. Pelo menos uma superfície do primeiro subconjunto é limpa enquanto o segundo subconjunto mantém contato com a corrente de água industrial. O contato com a corrente de água industrial é restaurado com o primeiro subconjunto de superfícies. O primeiro subconjunto de superfícies compreende pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um meio de transferência de luz, uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. O segundo subconjunto de superfícies compreende pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de detecção de corrosão e uma superfície molhada dentre um sensor de condutividade.

[0010] Em um aspecto adicional, um aparelho para manter a precisão na medição de um parâmetro de água industrial é fornecido. O aparelho compreende um corpo que tem uma porção de topo, uma porção de fundo, uma porção de entrada e uma porção de saída. O aparelho inclui pelo menos uma passagem de sensor formada na porção de topo e se estende parcialmente através do corpo em direção à porção de fundo. A pelo menos uma passagem de sensor é configurada para aceitar pelo menos um sensor para medir o parâmetro de água industrial. O aparelho inclui um furo de fluxo de líquido formado através do corpo entre a porção de entrada e a porção de saída. O furo de fluxo de líquido se comunica fluidamente com a pelo menos uma

passagem de sensor e é configurado para permitir que uma corrente de líquido flua através do corpo. O aparelho inclui um furo de fluxo de gás formado pelo menos parcialmente através do corpo. O furo de fluxo de gás é configurado para permitir que uma corrente gasosa flua para o corpo. O aparelho também inclui pelo menos um canal de jato formado no corpo e conecta fluidamente o furo de fluxo de gás e o furo de fluxo de líquido. O pelo menos um canal de jato termina no furo de fluxo de líquido substancialmente em frente à pelo menos uma passagem de sensor a fim de direcionar a corrente gasosa do furo de fluxo de gás para o furo de fluxo de líquido em direção à pelo menos uma passagem de sensor.

[0011] Em ainda outro aspecto, um sistema de medição de água industrial é fornecido. O sistema compreende um aparelho configurado para manter a precisão na medição de um parâmetro de água industrial. O aparelho compreende um corpo que tem uma porção de topo, uma porção de fundo, uma porção de entrada e uma porção de saída. O aparelho inclui um furo de fluxo de líquido formado através do corpo entre a porção de entrada e a porção de saída. O furo de fluxo de líquido é configurado para permitir que uma corrente de líquido flua através do corpo. O aparelho inclui pelo menos uma passagem de sensor formada na porção de topo do corpo e que se estende pelo menos parcialmente através do corpo para se comunicar fluidamente com o furo de fluxo de líquido em uma abertura de sensor da pelo menos uma passagem de sensor. O aparelho também inclui um furo de fluxo de gás formado pelo menos parcialmente através do corpo. O furo de fluxo de gás é configurado para permitir que uma corrente gasosa flua para o corpo. O aparelho inclui pelo menos um canal de jato formado no corpo e conecta fluidamente o furo de fluxo de gás e o furo de fluxo de líquido. O pelo menos um canal de jato termina no furo de fluxo de líquido substancialmente em frente à abertura de sensor da pelo menos uma passagem de sensor. O sistema também inclui pelo menos um sensor disposto na pelo menos uma passagem

de sensor. O pelo menos um sensor inclui uma superfície disposta na abertura de sensor a fim de detectar um parâmetro da corrente de líquido que flui através do furo de fluxo de líquido. O pelo menos um canal de jato é configurado para direcionar pelo menos uma porção da corrente gasosa a partir do furo de fluxo de gás para o furo de fluxo de líquido em direção à superfície do sensor disposto na abertura de sensor da pelo menos uma passagem de sensor a fim de limpar a superfície do sensor.

[0012] Em outro aspecto, um aparelho para manter a precisão na medição de um parâmetro de água industrial é fornecido. O aparelho compreende um corpo que tem uma porção de topo, uma porção de fundo, uma porção de entrada e uma porção de saída. O aparelho inclui um furo de fluxo de líquido formado através do corpo entre a porção de entrada e a porção de saída. O furo de fluxo de líquido é configurado para permitir que uma corrente de líquido flua através do corpo. O aparelho inclui uma primeira passagem de sensor formada na porção de topo substancialmente perpendicular ao furo de fluxo de líquido e se estende parcialmente através do corpo para se comunicar com o furo de fluxo de líquido em uma primeira abertura de sensor. A primeira passagem de sensor é configurada para aceitar um primeiro sensor para medir o parâmetro de água industrial. O aparelho inclui uma segunda passagem de sensor formada na porção de topo substancialmente perpendicular ao furo de fluxo de líquido e se estende parcialmente através do corpo para se comunicar com o furo de fluxo de líquido em uma segunda abertura de sensor. A segunda passagem de sensor é configurada para aceitar um segundo sensor para medir um parâmetro de água industrial. O aparelho inclui um furo de fluxo de gás formado pelo menos parcialmente através do corpo substancialmente paralelo ao furo de fluxo de líquido. O furo de fluxo de gás é configurado para permitir que uma corrente gasosa flua para o corpo. O aparelho inclui um primeiro canal de jato formado no corpo substancialmente perpendicular ao furo de fluxo de líquido e que

conecta fluidamente o furo de fluxo de gás e o furo de fluxo de líquido. O primeiro canal de jato termina no furo de fluxo de líquido substancialmente em frente à primeira abertura de sensor da primeira passagem de sensor a fim de direcionar pelo menos a porção da corrente gasosa do furo de fluxo de gás para o furo de fluxo de líquido em direção à primeira abertura de sensor. O aparelho inclui um segundo canal de jato formado no corpo substancialmente perpendicular ao furo de fluxo de líquido e que conecta fluidamente o furo de fluxo de gás e o furo de fluxo de líquido. O segundo canal de jato que termina no furo de fluxo de líquido substancialmente em frente à segunda abertura de sensor da segunda passagem de sensor a fim de direcionar pelo menos a porção da corrente gasosa do furo de fluxo de gás para o furo de fluxo de líquido em direção à segunda abertura de sensor.

BREVE DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS VISTAS DO DESENHO (OU DESENHOS)

A Figura 1a ilustra uma vista em perspectiva de um aparelho que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 1a ilustra uma vista em corte de um aparelho que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 1c ilustra uma modalidade de um sensor óptico que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 1d ilustra uma modalidade de um aparelho que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 1e ilustra uma vista plana de uma modalidade de um sistema que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 2 ilustra uma vista plana de uma modalidade de um sistema que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 3 ilustra uma vista plana de uma modalidade de um sistema que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 4 ilustra uma medição de potencial de oxidação-

redução que utiliza duas sondas de sensor de oxidação e redução após limpeza química e expostas a uma única corrente de água industrial;

A Figura 5 ilustra a medição de pH que utiliza uma sonda de sensor de pH após limpeza química e exposta a uma corrente de água industrial;

A Figura 6 ilustra a medição de potencial de oxidação-redução que utiliza duas sondas de sensor de oxidação e redução após a limpeza química e exposta a uma única corrente de água industrial, em que uma dentre as duas sondas é adicionalmente exposta a uma corrente gasosa pós limpeza química;

A Figura 7 ilustra uma vista plana de uma modalidade de um sistema que pode ser usado para realizar métodos da presente revelação;

A Figura 8 é uma plotagem de resultados relacionada ao Exemplo 1 no presente documento;

A Figura 9 é uma plotagem de resultados relacionada ao Exemplo 2 no presente documento; e

A Figura 10 é uma plotagem de resultados relacionada ao tratamento com uma solução de limpeza baseada em ácido mineral do Exemplo 3 no presente documento.

A Figura 11 é uma plotagem de resultados relacionada ao tratamento com uma solução de limpeza baseada em sal de ureia do Exemplo 3 no presente documento.

DESCRÍÇÃO DETALHADA

[0013] Embora modalidades que abrange os conceitos inventivos gerais podem ter diversas formas, mostra-se nos desenhos, e serão descritas doravante, diversas modalidades ilustrativas e preferenciais com o entendimento de que a presente revelação deve ser considerada uma exemplificação e não são destinadas a serem limitadas às modalidades específicas.

[0014] Em geral, métodos para manter a precisão na medição de um parâmetro de água industrial, o qual pode ser água de resfriamento, são fornecidos. "Água de resfriamento" se refere a uma substância líquida que compreende água que é circulada através de um sistema de um ou mais condutos e equipamentos de troca de calor, transferindo, desse modo, a energia de calor de uma substância para outra. Diz-se que a substância que perde calor é resfriada e a que recebe calor é denominada como o resfriador.

[0015] Um objetivo geral de conduzir os métodos revelados no presente documento é manter a precisão nas medições realizadas no monitoramento e, opcionalmente, no controle de sistemas de água industrial por meio do impedimento de deposição em uma superfície crítica para realizar as ditas medições. Outro objetivo geral de conduzir os métodos revelados no presente documento é remover a deposição de superfícies críticas para a realização das ditas medições, restaurante, desse modo, a precisão que pode ter sido perdida devido à deposição. A deposição pode ser devido à escamação, à incrustação, ao crescimento microbiológico ou às combinações dos mesmos.

[0016] Um objetivo mais específico de conduzir os métodos revelados no presente documento é impedir a deposição em pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH, uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução e uma superfície molhada de um meio de transferência de luz usado em um sistema de água industrial, mantendo, desse modo, um nível aceitável de precisão em medições feitas a partir do sensor (ou sensores) utilizado. Outro objetivo mais específico de conduzir os métodos revelados no presente documento é remover a deposição em pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH, uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução e uma superfície molhada de um meio de transferência de luz usado em um sistema de água industrial, restaurando, desse modo, um nível de precisão que pode

ter sido perdido devido à deposição.

[0017] Uma vez que a mesma pertence a esta revelação, a menos que indicado de outro modo, "água industrial" se refere a uma substância líquida ou em estado misturado que compreende um líquido, em que o líquido compreende água e em que a substância líquida ou em estado misturado é usada para um propósito industrial. A título de exemplo, uma lista não exaustiva de propósitos industriais inclui o seguinte: aquecimento, resfriamento, fabricação (por exemplo, produção de papel), refinamento, processamento químico, extração de óleo bruto, extração de gás natural e semelhantes. "Água de resfriamento" é uma modalidade exemplificativa de "água industrial."

[0018] Uma vez que a mesma pertence a esta revelação, a menos que indicado de outro modo, "contínuo (continuamente)" descreve a realização de uma ação por um período de tempo estendido sem interrupção. Um "período de tempo estendido" exemplificativo é 24 horas.

[0019] Uma vez que o mesmo pertence a esta revelação, a menos que indicado de outro modo, "sensor de pH" se refere a um sensor do tipo eletrodo utilizado para medir pH de um líquido, o qual pode ou não incluir um dispositivo de entrada dedicado, um dispositivo de saída dedicado ou um dispositivo de entrada e saída dedicado. Uma modalidade exemplificativa de um sensor de pH é Part nº 400-C0060.88, disponível junto à Nalco, uma Companhia Ecolab, 1601 West Diehl Road, Naperville, IL 60563. Determinados sensores de pH podem medir parâmetros além de pH.

[0020] Uma vez que o mesmo pertence a esta revelação, a menos que indicado de outro modo, "sensor de potencial de oxidação-redução" se refere a um sensor do tipo eletrodo utilizado para medir potencial de oxidação-redução ("ORP") de um líquido, o qual pode ou não incluir um dispositivo de entrada dedicado, um dispositivo de saída dedicado ou um dispositivo de entrada e saída dedicado. Uma modalidade exemplificativa de um sensor de

potencial de oxidação-redução é Part nº 400-P1342.88, disponível junto à Nalco, uma Companhia Ecolab, 1601 West Diehl Road, Naperville, IL 60563. Determinados sensores de potencial de oxidação-redução podem medir parâmetros além do potencial de oxidação-redução. Exemplos de outros sensores, tais como sensores de condutividade e monitores de corrosão, também estão disponíveis junto à Nalco, uma Companhia Ecolab, 1601 West Diehl Road, Naperville, IL 60563 (o Catálogo de Equipamentos online da Nalco pode ser encontrado na seguinte url: <http://ecatalog.nalco.com/Default.aspx>).

[0021] Uma vez o mesmo pertence a esta revelação, a menos que indicado de outro modo, um "período de tempo" (por exemplo, um "primeiro período de tempo"), quando em referência a colocar em contato uma solução de limpeza com uma superfície molhada de um sensor (por exemplo, sensor de pH, sensor de potencial de oxidação-redução, etc.), se refere a, por exemplo, um período de tempo suficiente para remover pelo menos uma porção, ou substancialmente toda, da obstrução que pode ser encontrada na superfície molhada do sensor em contato com a solução de limpeza, em uma concentração em particular de solução de limpeza. Faixas exemplificativa de períodos de tempo para colocar em contato a superfície molhada do sensor com uma solução de limpeza incluem, mas sem limitação, de cerca de 1 segundo, ou de cerca de 10 segundos, ou de cerca de 30 segundos, ou de cerca de 1 minuto, a cerca de 2 minutos, ou a cerca de 3 minutos, ou a cerca de 5 minutos, ou a cerca de 10 minutos, ou a cerca de 30 minutos, ou a cerca de 1 hora, incluindo de cerca de 1 minuto a cerca de 5 minutos, e incluindo de cerca de 1 minuto a cerca de 10 minutos, e incluindo de cerca de 1 minuto a cerca de 1 hora. O período de tempo suficiente para limpar uma superfície molhada com o uso dos métodos da presente revelação pode variar dependendo de fatores que incluem, *inter alia*, a espécie química da solução de limpeza, a concentração da solução de limpeza, temperatura, pressão, taxa

de fluxo, turbulência e semelhantes.

[0022] Uma vez que o mesmo pertence a esta revelação, a menos que indicado de outro modo, "controlador" se refere a um dispositivo eletrônico que tem componentes, tais como um processador, um dispositivo de memória, uma mídia de armazenamento digital, um tubo de raio catodo, um visor de cristal líquido, um visor de plasma, uma tela sensível ao toque ou outro monitor e/ou outros componentes. Os controladores incluem, por exemplo, uma interface interativa que guia um usuário, fornece comandos ao usuário ou fornece informações ao usuário em relação a qualquer porção do método da invenção. Tais informações podem incluir, por exemplo, construção de modelos de calibração, coleta de dados de um ou mais parâmetros, local (ou locais) de medição, gerenciamento de conjuntos de dados resultantes, etc.

[0023] Quando utilizado, o controlador é preferencialmente operável para integração e/ou comunicação com um ou mais circuitos integrados de aplicação específica, programas, instruções ou algoritmos executáveis por computador, um ou mais dispositivos com fio, dispositivos sem fio e/ou um ou mais dispositivos mecânicos, tais como manipuladores de líquido, braços hidráulicos, servos ou outros dispositivos. Além disso, o controlador é operável para integrar circuito (ou circuitos) de retroalimentação, de avanço ou de previsão que resulta, *inter alia*, dos parâmetros medidos praticando-se o método (ou métodos) da presente revelação. Algumas ou todas as funções do sistema de controlador podem estar em um local central, tal como um servidor de rede, para comunicação por meio de uma rede de área local, rede de área ampla, rede sem fio, extranet, a Internet, enlace de micro-ondas, enlace de infravermelho e semelhantes, e quaisquer combinações de tais enlaces ou outros enlaces adequados. Além disso, outros componentes, tais como um condicionador de sinal ou monitor de sistema, podem estar incluídos para facilitar a transmissão de sinal e algoritmos de processamento de sinal.

[0024] A título de exemplo, o controlador é operável para implantar o

método da invenção de uma forma semiautomatizada ou completamente automatizada. Em outra modalidade, o controlador é operável para implantar o método de uma forma manual ou semimanual. Exemplos das variações supracitadas da invenção são fornecidos no presente documento em referência às Figuras.

[0025] Por exemplo, um conjunto de dados coletado de um líquido pode incluir variáveis ou parâmetros de sistema, tais como potencial de oxidação-redução, pH, concentrações de determinadas espécies químicas ou íons (por exemplo, determinadas empírica, automática, fluorescente, eletroquímica, calorimetricamente, diretamente medidas, calculadas, etc.), temperatura, turvação, pressão, taxa de fluxo, sólidos dissolvidos ou suspensos, etc. Tais parâmetros são tipicamente medidos com qualquer tipo de equipamento de medição/detecção/captura de dados adequado, tal como sensores de pH, analisadores de íon, sensores de temperatura, sensores de pressão, sensores de detecção de corrosão e/ou qualquer outro dispositivo ou método adequado. Dispositivos que têm capacidade para detectar ou perceber sinais colorimétricos, refratométricos, espectrofotométricos, luminométricos e/ou fluorométricos têm utilidade em particular para a presente invenção. Tal equipamento de captura de dados está preferencialmente em comunicação com o controlador e, de acordo com modalidades alternativas, pode ter funções avançadas (incluindo qualquer parte de algoritmos de controle descritos no presente documento) comunicadas pelo controlador.

[0026] A transmissão de dados de qualquer um dentre os parâmetros ou sinais medidos para um usuário, bombas químicas, alarmes ou outros componentes de sistema é alcançada com o uso de qualquer dispositivo adequado, tal como uma rede com fio ou sem fio, cabo, linha de assinante digital, internet, etc. Qualquer padrão (ou padrões) de interface adequado, tal como uma interface de Ethernet, interface sem fio (por exemplo, IEEE 802.11a/b/g/n, 802.16, Bluetooth, radiofrequência óptica, de infravermelho,

outra radiofrequência, qualquer outro método de transmissão de dados sem fio adequado e quaisquer combinações dos supracitados), barramento serial universal, rede de telefone, semelhantes e combinações de tais interfaces/conexões podem ser usadas. Conforme usado no presente documento, o termo "rede" abrange todos esses métodos de transmissão de dados. Qualquer um dentre os componentes, dispositivos, sensores, etc., descritos no presente documento, podem ser conectados uns aos outros e/ou ao controlador com o uso da interface ou conexão descrita acima ou outra interface ou conexão adequada. Em uma modalidade, as informações (que se referem coletivamente a todas as entradas ou saídas geradas pelo método da invenção) são recebidas a partir do sistema e arquivadas. Em outra modalidade, tais informações são processadas de acordo com um cronograma ou uma programação. Em uma modalidade adicional, tais informações são processadas em tempo real. Tal recepção em tempo real também pode incluir, por exemplo, "dados de transmissão contínua" por meio de uma rede de computador.

[0027] Uma vez que o mesmo pertence a esta revelação, a menos que indicado de outro modo, "esquema de controle" se refere a fornecer saída a partir de um controlador com base na entrada ao controlador, conforme definido no presente documento.

[0028] Um método para manter a precisão na medição de um parâmetro de um sistema de água industrial é fornecido. O método compreende colocar uma corrente de líquido a uma pressão de corrente de líquido em contato com uma superfície utilizada para medir um parâmetro com um sensor. Uma corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido, fazendo com que, desse modo, a corrente de gás e líquido combinados entre em contato com a superfície. A corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido a uma pressão gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de corrente de líquido.

[0029] As Figuras 1a e 1b ilustram uma modalidade de um aparelho que pode ser usada para executar pelo menos uma porção de um ou mais dentre os métodos inventivos descritos no presente documento. Em determinadas modalidades, o aparelho 100 pode ser usado como um sistema de medição de água industrial para medir e para manter a precisão de medições de pelo menos um parâmetro de água industrial usada em um sistema de água industrial. A Figura 1a mostra uma vista em perspectiva do aparelho 100, enquanto a Figura 1b mostra uma vista em corte mais detalhada do aparelho 100. Conforme mostrado, o aparelho 100 compreende um corpo 102 que tem capacidade para sustentar dois sensores, um sensor de pH 110a e um sensor de potencial de oxidação-redução 110b. Entretanto, uma pessoa de habilidade comum na técnica reconhecerá que o aparelho 100 pode ser projetado e construído para implantar um, dois ou qualquer número razoável de sensores 110, em que as posições do sensor de pH 110a e do sensor de potencial de oxidação-redução 110b podem ser trocadas, ou o aparelho 100 pode implantar dois sensores de pH 110a ou dois sensores de potencial de oxidação-redução 110b. Adicionalmente, contempla-se que outros tipos adequados de sensores podem ser usados. Conforme mostrado nas Figuras, os sensores 110a, 110b podem ser sustentados dentro da primeira passagem de sensor 112a e da segunda passagem de sensor 112b formadas no corpo 102.

[0030] Além disso, a Figura 1c ilustra uma modalidade de um sensor óptico 110x, por exemplo, uma modalidade de um fluorômetro. Na modalidade da Figura 1c, o sensor óptico 110x pode ser operacionalmente montado no local de pelo menos um dentre um sensor de pH 110a e um sensor de potencial de oxidação-redução 110b com o uso, por exemplo, do aparelho 100. O sensor 110x óptico pode utilizar uma janela óptica ou uma superfície reflexiva como sua superfície molhada 1110x, conforme descrito no presente documento. Como é o caso com o sensor de pH 110a e o sensor de potencial de oxidação-redução 110b, uma pessoa versada na técnica

reconhecerá que o aparelho 100 fornece meramente uma modalidade de um aparelho que pode ser utilizado para executar os métodos revelados no presente documento, ou porções dos mesmos, e que a presente aplicação não deve ser limitada ao aparelho 100. O termo "janela óptica" é usado para se referir a uma barreira que permite a observação óptica de uma substância em um processo. A observação óptica pode ser visual ou eletronicamente realizada. A observação óptica se refere a qualquer forma baseada em luz de observação. Exemplos da observação óptica incluem, mas sem limitação, fluorometria, absorção, espectrofotometria, imageamento e qualquer combinação dos mesmos.

[0031] Com referência novamente à Figura 1a, o corpo 102 do aparelho 100 inclui uma porção frontal 101, porção traseira 103, porção de entrada 105, porção de saída 107, porção de topo 109 e porção de fundo 111. Em algumas modalidades, canais prendedores 113 são formados através do corpo 102 entre a porção frontal 101 e a porção traseira 103 para acomodar prendedores, por exemplo, cavidas ou parafusos. A primeira e a segunda passagens de sensor 112a, 112b são formadas na porção de topo 109 do corpo 102. Conforme mostrado na Figura 1b, as passagens de sensor 112a, 112b incluem, cada uma, uma porção de furo 114a, 114b e uma porção contra o furo 116a, 116b, embora modalidades sem uma porção contra o furo sejam contempladas. Contempla-se no presente documento que os tamanhos das passagens de sensor 112a, 112b e partes associadas podem ser dimensionados para aceitar qualquer sensor que é desejável para uma dada aplicação de detecção.

[0032] Com referência à Figura 1b, o furo de fluxo de líquido 117 é formado através do corpo 102 substancialmente entre a porção de entrada 105 e a porção de saída 107. Embora a modalidade ilustrada na Figura 1b mostre o furo de fluxo de líquido 117 como sendo substancialmente perpendicular à primeira e à segunda passagens de sensor 112a, 112b, outras relações entre os

furos são contempladas. O furo de fluxo de líquido 117 compreende uma porção de ingresso 119 em frente à porção de entrada 105 do corpo 102, uma porção estreita 120 e uma porção de egresso 121 adjacente à porção de saída 107 do corpo 102. Em algumas modalidades, a porção de ingresso 119 e a porção de egresso 121 podem ter um diâmetro maior que a porção estreita 122. A corrente de líquido 120a entra na porção de ingresso 119 do furo de fluxo de líquido 117 através do orifício de ingresso 118 formado na porção de entrada 105. Uma vez que a corrente de líquido 120a entra na porção de ingresso 119, a corrente de líquido é opcionalmente estreitada na passagem 121 e flui através da porção estreita 122. A corrente de líquido 120a passa, então, através de uma passagem de egresso 124, através da porção de egresso 121 do furo de fluxo de líquido 117, e para fora do corpo 102 através de um orifício de egresso 126 formado na porção de saída 107. É evidente que a corrente de líquido 120a, a qual se torna, na modalidade ilustrada, a corrente de líquido que flui através da porção estreita 122 do furo de fluxo de líquido 117, pode compreender água industrial de um sistema de água industrial, um líquido de limpeza, um líquido que contém água separada ou combinações dos mesmos.

[0033] Conforme mostrado na Figura 1b, as porções de furo 114a, 114b de passagens de sensor 112a, 112b se comunicam fluidamente com a porção estreita 120 do furo de fluxo de líquido 117. A primeira e a segunda aberturas de sensor 115a, 115b são formadas no cruzamento entre as respectivas primeira e segunda passagens de sensor 112a, 112b e o furo de fluxo de líquido 117. Em determinadas modalidades, as superfícies 1110a, 1110b dos sensores 110a, 110b são dispostas nas aberturas de sensor 115a, 115b. Como um resultado, a corrente de líquido 120a que flui através do corpo 102 entra em contato com o sensor de pH 110a e o sensor de potencial de oxidação-redução 110b nas superfícies 1110a e 1110b dos mesmos.

[0034] Com referência contínua à Figura 1b, o furo de fluxo de gás

128 é formado no corpo 102 substancialmente paralelo ao furo de fluxo de líquido 117 para possibilitar fluxo de uma corrente gasosa 130 para o corpo para introdução no furo de fluxo de líquido substancialmente em frente às passagens de sensor 112a e 112b. O orifício de fluxo de gás 128 tem uma porção de ingresso de gás 129 adjacente à porção de saída 107 e uma porção de gás estreita 131. Na modalidade mostrada na Figura 1b, o primeiro e o segundo canais de jato 132a, 132b são formados no corpo 102 e fornecem comunicação fluida entre a porção de gás estreita 131 do furo de fluxo de gás 128 e do furo de fluxo de líquido 117. O primeiro canal de jato 132a termina na porção estreita 122 do furo de fluxo de líquido 117 em uma primeira abertura escareada 2110a e o segundo canal de jato 132b termina na porção estreita do furo de fluxo de líquido em uma segunda abertura escareada 2110b. A primeira abertura escareada 2110a abre para a porção estreita 122 substancialmente em frente à primeira passagem de sensor 112a e o segundo canal de jato 132b abre para a porção estreita substancialmente em frente à segunda passagem de sensor 112b. Embora a modalidade ilustrada na Figura 1b inclua dois canais de jato 132a, 132b que correspondem a duas passagens de sensor 112a, 112b, contempla-se que quantidades diferentes de canais de jato podem se ramificar a partir do furo de fluxo de gás 128 que depende do número de sensores usados em um dado aparelho ou o número de sensores que um usuário deseja limpar por meio da introdução de uma corrente gasosa.

[0035] Conforme mostrado na Figura 1b, a corrente gasosa 130 é introduzida na porção de ingresso de gás 129 do furo de fluxo de gás 128 em um orifício de ingresso de gás 133 formado na porção de saída 107 do corpo 102. A corrente gasosa 130 passa, então, através de uma passagem de gás 134 na porção de gás estreita 131 do furo de fluxo de gás 128. A corrente gasosa 130 se divide, então, no primeiro ou no segundo canais de jato 132a, 132b e é expelida através das respectivas primeira ou segunda aberturas escareadas 2110a, 2110b na porção estreita 122 da corrente de líquido 120, criando,

desse modo, uma corrente gasosas e de líquido 150. Para a modalidade ilustrada na Figura 1b, a corrente gasosa 130 é introduzida em uma direção perpendicular à corrente de líquido 120, nesse caso, a porção estreita 122. Conforme ilustrado, a corrente gasosa 130 é introduzida através de duas aberturas escareadas 2110a e 2110b que correspondem a cada uma dentre as superfícies 1110a e 1110b do sensor de pH 110a e do sensor de potencial de oxidação-redução 110b. Embora opcionais, as aberturas escareadas 2110a e 2110b da modalidade ilustrada na Figura 1b são afuniladas para fornecer distribuição por todas as superfícies molhadas 1110a e 1110b do sensor de pH 110a e do sensor de potencial de oxidação-redução 110b. Em outras modalidades, tal como a modalidade mostrada na Figura 1d, os canais de jato 132a, 132b terminam na porção estreita 122 no primeiro e no segundo bocais 3110a, 3110b. Em tais modalidades, a corrente gasosa 130 entra na porção estreita 117 através de bocais 3110a, 3110b que não são rebaixados. Como um resultado, a corrente gasosa 130 se mistura com a corrente de líquido 120 como um jato mais direto do que quando as aberturas escareadas 2110a, 2110b são usadas. Em algumas modalidades, as aberturas do primeiro e do segundo bocais 3110a, 3110b têm um diâmetro substancialmente menor do que os respectivos primeiro e segundo canais de jato 132a, 132b. Conforme é evidente a partir da modalidade ilustrada na Figura 1b, a corrente gasosa 130 pode ser configurada para suprir operacionalmente uma substância gasosa a uma única superfície, uma pluralidade de substâncias gasosas a uma pluralidade de superfícies, uma única substância gasosa a uma pluralidade de superfícies, ou de qualquer modo que o usuário considere adequado, com o uso de válvulas, condutos, encaixes e semelhantes.

[0036] Em determinadas modalidades, a corrente de líquido compreende, ou pode consistir ou consistir essencialmente em, água. Em uma modalidade preferencial, a corrente de líquido é uma corrente de água industrial a partir de um processo de água industrial. Em outras modalidades,

a corrente de líquido pode ser um produto químico de limpeza líquido. Em algumas modalidades, a superfície é isolada, conforme descrito no presente documento, e a corrente de gás e líquido combinados é colocada em contato com a superfície. Em algumas modalidades, a corrente de líquido entra em contato com a superfície durante isolamento por meio da circulação (por exemplo, recirculação), em que a corrente de líquido pode compreender água industrial do processo de água industrial.

[0037] Em determinadas modalidades, uma corrente de líquido é colocada em contato com uma superfície utilizada para medir um parâmetro com um sensor. A superfície pode ser conectada ao sensor na forma de uma superfície molhada do próprio sensor, *isto é*, um componente de detecção do sensor. A superfície pode ser uma superfície molhada de um meio de transferência de luz.

[0038] Em determinadas modalidades, a corrente de líquido é colocada em contato com um cupom de corrosão, o qual é removido e observado para buscar por corrosão geral e local. Quando presente, o cupom de corrosão é exposto à corrente de líquido geralmente seguindo um protocolo padronizado, por exemplo, um padrão ASTM. O cupom pode ser removido da corrente de líquido a fim de medir, por exemplo, perda de peso ou profundidade de cavitação, quando presente.

[0039] Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido, a qual pode ser uma corrente de água industrial, a uma pressão gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de corrente de líquido. O termo "corrente gasosa" se refere a um fluxo de uma substância em fase gasosa. Uma modalidade exemplificativa de uma corrente gasosa é uma corrente de ar comprimido. A pressão de corrente gasosa pode ser pelo menos cerca de 0,07 MPa (10 psi) maior que a pressão de corrente de líquido, ou cerca de 0,14 MPa (20 psi) maior que a pressão de corrente de líquido, e até cerca de 7 MPa (100 psi)

maior que a pressão de corrente de líquido, ou até cerca de 0,55 MPa (80 psi) maior que a pressão de corrente de líquido, ou até cerca de 0,41 MPa (60 psi) maior que a pressão de corrente de líquido, ou até cerca de 0,28 MPa (40 psi) maior que a pressão de corrente de líquido. Em uma modalidade preferencial, a corrente de líquido a uma pressão gasosa de cerca de 0,07 MPa (20 psi) a cerca de 7 MPa (40 psi) maior que a pressão de corrente de líquido.

[0040] Em determinadas modalidades, a superfície está localizada em uma porção estreita da corrente de líquido, a qual pode ser uma corrente de água industrial. Em uma modalidade preferencial, a superfície localizada em uma porção estreita da corrente de líquido é pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. O fluxo da corrente de líquido se torna estreito apenas a montante da superfície e, então, uma corrente gasosa é introduzida na porção estreita a fim de criar umas correntes gasosa e de líquido combinados, a qual entra em contato, desse modo, com a superfície. Demonstrou-se que o estreitamento da corrente de líquido fornece particularmente resultados benéficos quando usado em combinação com a introdução da corrente gasosa a uma pressão de corrente gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de corrente de líquido. A evidência dos resultados benéficos supracitados é demonstrada, por exemplo, nos Exemplos fornecidos no presente documento.

[0041] Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido em direção à superfície utilizada na medição de um parâmetro da água industrial no sistema de água industrial. Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido em uma direção perpendicular a partir do fluxo da corrente de líquido. Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido em um ângulo na faixa de cerca de ± 45 graus a partir de uma direção perpendicular do fluxo da corrente de líquido. Em determinadas modalidades,

a corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido em um local a montante da superfície utilizada na medição de um parâmetro da água industrial. Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida na direção do fluxo da corrente de líquido. Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida na corrente de líquido de forma que a corrente de líquido que flui por toda a superfície utilizada na medição de um parâmetro da água industrial no sistema de água industrial seja livre por um vaso de entrega de corrente gasosa. Por exemplo, conforme ilustrado na Figura 1b, a corrente gasosa 130 é entregue para a corrente de líquido 120 sem colocar um equipamento de entrega, ou equipamento de qualquer tipo, no fluxo da corrente de líquido 120.

[0042] A corrente gasosa das modalidades descritas no presente documento pode compreender qualquer uma ou mais dentre diversas substâncias gasosas. A corrente gasosa pode compreender substâncias gasosas na faixa de alcalino para inerte para ácido. Em determinadas modalidades, a corrente gasosa compreende uma substância gasosa selecionada a partir do grupo que consiste em ar, nitrogênio, oxigênio, um gás ácido, um gás alcalino (por exemplo, amônia gasosa) e combinações dos mesmos, com a advertência de que o gás ácido e o gás alcalino não são em combinação.

[0043] O termo "gás ácido" se refere a uma substância gasosa que, se combinada com (por exemplo, dissolvida em) água, torna a água ácida. Modalidades exemplificativas de gases ácidos incluem determinados gases que contêm carbono, gases que contêm enxofre, gases que contêm nitrogênio e gases que contêm cloro. Uma modalidade exemplificativa de um gás ácido que contém carbono é um dióxido de carbono. Uma modalidade exemplificativa de um gás ácido que contém enxofre é dióxido de enxofre. Uma modalidade exemplificativa de um gás ácido que contém nitrogênio é dióxido de nitrogênio. Uma modalidade exemplificativa de um gás ácido que contém cloro é cloro.

[0044] Os gases ácidos que podem ser utilizados para praticar os métodos inventivos incluem, mas sem limitação, um gás ácido que contém carbono, um gás ácido que contém enxofre, um gás ácido que contém nitrogênio, um gás ácido que contém cloro e combinações dos mesmos. Uma modalidade de um gás ácido que contém carbono é um dióxido de carbono. Uma modalidade de um gás ácido que contém enxofre é dióxido de enxofre. Uma modalidade de um gás ácido que contém nitrogênio é dióxido de nitrogênio e precursores do mesmo. Uma modalidade de um gás ácido que contém cloro inclui cloro.

[0045] Sem desejar ser ligado por teoria, acredita-se que a introdução de uma corrente gasosa na corrente de líquido transfere energia mecânica para a superfície utilizada para medir um parâmetro, tendendo, desse modo, a remover fisicamente (em oposição a quimicamente) ou inibir a deposição. Se a corrente gasosa tender a ser ácida, acredita-se que a remoção ou a inibição da deposição é alcançada por meio de ação física e química associada a uma introdução do gás ácido, o que se acredita ser verdadeiro também para uma corrente gasosa alcalina.

[0046] Em determinadas modalidades, péletes de dióxido de carbono são introduzidos com a corrente gasosa na corrente de líquido, a qual pode ser uma corrente de água industrial. A frase "péletes de dióxido de carbono" se refere a péletes sólidos que compreendem dióxido de carbono e possivelmente outras substâncias. Os péletes de dióxido de carbono da presente revelação estão disponíveis junto à Allteq Industries, Inc., 355 Lindbergh Ave., Livermore, Califórnia, e Kyodo International, Inc., 9-10-9 Miyazaki, Miyamae-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa-ken, 216-0033, Japão. Os péletes podem ser geralmente esféricos. Em determinadas modalidades, os péletes têm um diâmetro de cerca de 0,1 µm a cerca de 0,3 mm, incluindo de cerca de 0,1 µm, ou cerca de 1 µm, ou de cerca de 10 µm, a cerca de 0,1 mm, ou a cerca de 0,2 mm, ou a cerca de 0,3 mm.

[0047] Conforme mostrado na Figura 1d, a corrente gasosa 130, a qual inclui os péletes de dióxido de carbono, pode ser alimentada pneumáticamente na corrente de líquido através de bocais 3110a e/ou 3110b, os quais substituem aberturas escareadas 2110a e/ou 2110b quando implantados. Os péletes podem ser introduzidos na corrente gasosa em conjunto com qualquer uma dentre as substâncias gasosas reveladas no presente documento. Os gases preferenciais para se utilizar na entrega do péletes de dióxido de carbono incluem, por exemplo, pelo menos um dentre ar e dióxido de carbono gasoso.

[0048] A Figura 1e ilustra uma modalidade de um sistema que pode ser utilizada para realizar a introdução dos péletes de dióxido de carbono na corrente (ou correntes) gasosa 130, por exemplo, por meio da corrente 185. Uma pessoa versada na técnica reconhecerá que a corrente 185 deve ser configurada para fornecer alimentação eficaz dos péletes de dióxido de carbono, de forma que a corrente gasosa combinada resultante 130 forneça contato adequado com qualquer uma ou todas as superfícies 1110.

[0049] Qualquer superfície crítica para a medição de um ou mais parâmetros de água industrial utilizada em um sistema de água industrial é contemplada pelos métodos da presente revelação. A frase "água industrial utilizada em um sistema de água industrial" é destinada a incluir água industrial que é, foi ou será usada em um sistema de água industrial. Conforme comumente usado, o termo "corrente" denota fluxo de fluido, em geral, através de um conduto (por exemplo, um cano).

[0050] A título de exemplo, os sensores que podem ser utilizados na medição de parâmetros de água industrial em um sistema de água industrial incluem, mas sem limitação, um sensor de temperatura, um sensor de pH, um sensor de potencial de oxidação-redução, um sensor de detecção de corrosão, um sensor óptico, um sensor de medição de peso e um medidor de fluxo. Múltiplos sensores podem ser utilizados para monitorar e, opcionalmente,

controlar um sistema de água industrial, o qual pode incluir múltiplos sensores de um único tipo de sensor (por exemplo, dois fluorômetros), múltiplos tipos de sensores (por exemplo, um sensor de pH, um sensor de potencial de oxidação-redução e um fluorômetro) e combinações dos mesmos (por exemplo, dois fluorômetros, um sensor de pH e três sensores de potencial de oxidação-redução).

[0051] Faz-se referência ao termo "sensor óptico" para denotar um dispositivo que depende, pelo menos em parte, na transmissão e detecção de luz para determinar um parâmetro associada a uma substância. Por exemplo, um fluorômetro pode determinar a concentração de uma espécie química em um líquido transmitindo-se luz em um comprimento de onda de excitação no líquido e detectando-se a luz em um comprimento de onda de emissão fora do líquido. Dependendo da aplicação e da substância, sensores ópticos podem medir, por exemplo, fluorescência, absorção, temperatura, quimiluminescência, dispersão óptica (por exemplo, dispersor Rayleigh, Mie e Raman), imageamento, transmitância, tamanho de partícula, contagem de partícula e turvação.

[0052] Em um mínimo, um sensor óptico tem capacidade para receber um sinal óptico para detectar um parâmetro de uma substância. O sensor óptico também pode enviar um sinal óptico que pode ser usado para gerar o sinal óptico recebido pelo sensor óptico. Se um sinal óptico for gerado, o mesmo é tipicamente direcionado para um local em particular. Um sinal óptico pode ser, por exemplo, direcionado para brilhar através de um meio de transferência de luz e para um líquido (por exemplo, uma corrente de água industrial) a fim de realizar uma medição óptica de um parâmetro do líquido com o uso do mesmo sensor óptico ou de um sensor óptico diferente. A referência ao termo "medição óptica" denota o uso de luz para determinar um parâmetro de uma substância com o uso de um sensor óptico.

[0053] A título de exemplo, as modalidades de um sensor óptico

incluem, mas sem limitação, um fluorômetro, um espectrofotômetro, um colorímetro, um refratômetro, um luminômetro, um turbidímetro e um contador de partícula. Múltiplos sensores ópticos podem ser utilizados para monitorar e controlar opcionalmente um sistema de água industrial, o qual pode incluir múltiplos sensores ópticos de um único tipo de sensor óptico (por exemplo, mais de um fluorômetro), múltiplos tipos de sensores (por exemplo, um fluorômetro e um colorímetro) e combinações dos mesmos (por exemplo, dois fluorômetros, um espectrofotômetro e três refratômetros). Em geral, a superfície crítica para a medição de um ou mais parâmetros com o uso de um sensor óptico é uma superfície molhada de um meio de transferência de luz.

[0054] A título de exemplo, as modalidades de superfícies críticas para a medição de um ou mais parâmetros de água industrial em um sistema de água industrial incluem, mas sem limitação, uma superfície molhada de um sensor de temperatura, uma superfície molhada de um sensor de pH, uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução, uma superfície molhada de um sensor de detecção de corrosão, uma superfície molhada de um meio de transferência de luz, uma superfície molhada de um cupom de corrosão, uma superfície molhada de um medidor de fluxo e combinações das mesmas.

[0055] Um meio de transferência de luz permite que a luz se transfira através do mesmo ou, se apropriado, refletir a partir do mesmo, de forma que a luz possa ser usada para realizar uma medição óptica de um parâmetro de uma substância com o uso de um sensor óptico. Preferencialmente, os meios de transferência de luz são usados para transferência óptica e, logo, são preferencialmente transparentes, conforme definido no Documento nº ASTM D1746. Entretanto, dependendo da aplicação em particular, a transparência completa de um meio de transferência de luz pode não ser necessária. Exemplos de meios de transferência de luz incluem uma célula de fluxo, uma janela óptica, uma superfície reflexiva, uma superfície refratária, um elemento

dispersivo, um elemento de filtração e uma cabeça de sensor de fibra óptica. O impedimento ou a remoção de deposição em uma superfície molhada de um meio de transferência de luz deve levar a uma transparência maior ou, em algumas modalidades, reflexão de luz, do meio de transferência de luz, o que deve levar a medições mais precisas por meio de um sensor óptico.

[0056] Conforme sugerido pelo parágrafo anterior, em algumas modalidades, um meio de transferência de luz compreende uma superfície utilizada para refletir luz. A luz pode refletir parcial ou totalmente a partir da superfície reflexiva do meio de transferência de luz.

[0057] Em determinadas modalidades que utilizam uma célula de fluxo como um meio de transferência de luz, o método compreende adicionalmente arrefecer a corrente gasosa e de água industrial combinadas, conforme a mesma flui em direção à superfície molhada do meio de transferência de luz. Embora não se deseje ser ligado por teoria, o arrefecimento é realizado a fim de fornecer uma melhor inibição e/ou remoção de deposição na superfície molhada da célula de fluxo forçando-se o gás da corrente gasosa e de água industrial combinadas para entrar em melhor contato com a superfície molhada do meio de transferência de luz.

[0058] A Figura 2 ilustra uma modalidade de um sistema 200 para realizar métodos da presente revelação, em que o sistema 200 incorpora um sensor óptico 205 acoplado a uma célula de fluxo 210, uma modalidade exemplificativa de um meio de transferência de luz, que tem uma superfície molhada 1210. Conforme ilustrado, uma corrente de líquido 120 flui através da célula de fluxo 210. A montante da célula de fluxo 210, a corrente gasosa 130 é introduzida na corrente de líquido 120. A corrente de gás e líquido combinados 150 flui a fim de entrar em contato com a superfície molhada 1210 da célula de fluxo 210.

[0059] O contato pode ser aprimorado por meio do bocal 180, o qual pode ser configurado a fim de fornecer turbulência adicional através da célula

de fluxo 210. O bocal 180 pode ser construído e posicionado a fim de fornecer graus variantes de arrefecimento (α , β) em direção à superfície molhada 1210 da célula de fluxo 210.

[0060] Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida intermitentemente na corrente de água industrial. Os termos "intermitente" e "intermitentemente" são utilizados no presente documento para descrever a prática de realizar um método ou uma etapa do mesmo, terminando a realização do método ou da etapa do mesmo e, após, repetindo a realização do método ou da etapa do mesmo, sem relação à temporização da realização. Em determinadas modalidades das modalidades ilustrativas, a corrente gasosa é introduzida intermitentemente em intervalos de tempo predeterminados.

[0061] Em determinadas modalidades, a corrente gasosa é introduzida em uma base conforme necessário determinada por meio, por exemplo, de tendências de dados de medição. Por exemplo, um aumento ou uma diminuição consistente na medição de uma variável ao longo do tempo, mesmo que leve, pode indicar a necessidade de introduzir a corrente gasosa na corrente de água industrial. Um exemplo de um aumento ou uma diminuição consistente pode ser ilustrado, por exemplo, por uma alteração consistente (*isto é*, alteração em uma direção) de \pm cerca de 1% a cerca de 10% de um valor ao longo de um período de tempo de, por exemplo, cerca de 1 hora, quando se sabe que a água de amostra é aproximadamente a mesma composição (por exemplo, nenhum pico em contaminação) e em condições (temperatura, pressão, etc.) que são aproximadamente invariáveis. Uma alteração consistente em uma variável medida pode indicar a obstrução (por exemplo, incrustação) por toda a superfície. Após realizar um método, conforme descrito no presente documento, medições após a limpeza que utilizam a superfície podem ser comparadas para determinar se a obstrução da superfície está causando a variabilidade ou se o sensor que realiza as medições está falhando, o que é adicionalmente descrito no presente

documento.

[0062] Um método para operar um sistema de água de resfriamento também é fornecido. O método compreende colocar uma corrente de água de resfriamento a uma pressão de corrente de água de resfriamento em contato com uma superfície utilizada para medir um parâmetro com um sensor. Uma corrente gasosa é introduzida na corrente de água de resfriamento, fazendo com que, desse modo, a corrente gasosa e de água de resfriamento combinadas entre em contato com a superfície. A corrente gasosa introduzida a uma pressão de corrente gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de corrente de água de resfriamento. A introdução da corrente gasosa faz com que a corrente gasosa e de água de resfriamento combinadas entre em contato com a superfície.

[0063] Em determinadas modalidades, a superfície utilizada na medição de um parâmetro do sistema de água industrial está localizada em uma porção estreita da corrente de líquido.

[0064] Conforme discutido no presente documento, em determinadas modalidades, a corrente de líquido compreende uma solução de limpeza. A Figura 3 mostra uma modalidade de um sistema que incorpora aspectos das modalidades ilustradas nas Figuras 1a, 1b e 2, e compreende adicionalmente um sistema para administrar uma solução de limpeza nas porções molhadas do sistema. Uma pessoa versada na técnica reconhecerá que as modalidades das Figuras 1c e 1e, embora omitidas da Figura 3, podem ser implantadas na modalidade da Figura 3. Além disso, a pessoa versada reconhecerá que a Figura 3 mostra uma modalidade do primeiro subconjunto isolado de sensores, conforme descrito no método que utiliza uma pluralidade de parâmetros, adicionalmente descrito no presente documento.

[0065] Na modalidade da Figura 3, uma solução de limpeza é suprida às superfícies molhadas 1110a, 1110b e 1210 do sensor de pH 110a, do sensor de potencial de oxidação-redução 110b e da célula de fluxo 210, por meio de

um tanque de suprimento de solução de limpeza 301 e de uma bomba de solução de limpeza 302. Uma pessoa versada na técnica reconhecerá que o tanque de suprimento de solução de limpeza 301 e a bomba de solução de limpeza 302 são modalidades meramente ilustrativas de aparelhos que podem ser utilizados para fornecer uma solução de limpeza às superfícies molhadas 1110a, 1110b e 1210.

[0066] Em determinadas modalidades, a solução de limpeza é uma solução de limpeza aquosa. Em algumas modalidades, a solução de limpeza compreende água e um ingrediente selecionado a partir do grupo que consiste em: um sal de ureia, um ácido mineral, um ácido orgânico, um peroxiácido, um detergente, um emulsificador e combinações dos mesmos. Uma pessoa de habilidade comum na técnica reconhecerá que determinadas espécies químicas se encaixarão na descrição de mais de um dentre os ingredientes supracitados. Os sais de ureia exemplificativos incluem, mas sem limitação, cloreto de hidrogênio de ureia, sulfato de hidrogênio de ureia, nitrato de hidrogênio de ureia e fosfato de hidrogênio de ureia. Os ácidos minerais exemplificativos incluem, mas sem limitação, ácido clorídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico e ácido bórico. Os ácidos orgânicos exemplificativos incluem, mas sem limitação, ácido carboxílico, ácido acético, ácido paracético, ácido cítrico e ácido oxálico. Em algumas modalidades, a solução de limpeza compreende água e um ingrediente selecionado a partir do grupo que consiste em: cloreto de hidrogênio de ureia, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, um peroxiácido, um detergente, um emulsificador e combinações dos mesmos. Em uma modalidade preferencial, a solução de limpeza aquosa compreende água e cloreto de hidrogênio de ureia.

[0067] Em determinadas modalidades, a solução de limpeza aquosa (*isto é*, uma solução de limpeza que compreende água) tem uma concentração de sólidos de cerca de 1 por cento em peso de sólidos a cerca de 99 por cento

em peso sólidos, incluindo de cerca de 1 por cento em peso sólidos, ou cerca de 10 por cento em peso sólidos, ou de cerca de 20 por cento em peso sólidos, ou de cerca de 30 por cento em peso sólidos, a cerca de 40 por cento em peso sólidos, ou a cerca de 60 por cento em peso sólidos, ou a cerca de 90 por cento em peso sólidos, ou a cerca de 99 por cento em peso sólidos. A frase "por cento em peso sólidos" é usada para denotar a porcentagem em peso da solução de limpeza aquosa que é constituída por um ou mais ingredientes diferentes de água. Em uma modalidade preferencial, a solução de limpeza aquosa compreende água e cloreto de hidrogênio de ureia, em que o cloreto de hidrogênio de ureia está presente na solução de limpeza aquosa em uma concentração de cerca de 10 por cento em peso a cerca de 90 por cento em peso, incluindo de cerca de 10 por cento em peso, ou de cerca de 20 por cento em peso, ou de cerca de 30 por cento em peso, a cerca de 60 por cento em peso, ou a cerca de 80 por cento em peso, ou a cerca de 90 por cento em peso.

[0068] Modalidades exemplificativas de peroxiácidos incluem, mas sem limitação, ácido paracético, ácido peroxtanoico e combinações dos mesmos.

[0069] Modalidades exemplificativas de detergentes incluem, mas sem limitação, dietilenoglicol, polioxietileno estearato, cloreto de tridodecilmetilamônio, dodecilsulfato de sódio, fosfato de diexadecila, octilfenilpolietilenoglicol (por exemplo, composições de CAS nº 9002-93-1) e combinações dos mesmos.

[0070] Uma modalidade exemplificativa de um emulsificador inclui, mas sem limitação, sulfonato de xileno de sódio.

[0071] Em uma modalidade particularmente preferencial, o método limpa quimicamente pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução que utiliza cloreto de hidrogênio de ureia aquoso e a resposta do sensor de pH e/ou sensor de potencial de oxidação-redução

utilizado é monitorada comparando-se dados históricos coletados durante ciclos de limpeza química anteriores. Em geral, conforme os sensores de pH e potencial de oxidação-redução envelhecem, um processo de decomposição ocorre em seus respectivos componentes de detecção, alterando, desse modo, a composição química de membranas utilizadas em cada um. A vida útil média para um sensor de pH ou potencial de oxidação-redução é dependente de aplicação e pode estar na faixa de algumas semanas até maior que um ano. Presumindo-se que o sistema de água industrial está em operação por um período de tempo estendido, o sensor de pH e/ou sensor de potencial de oxidação-redução precisará ser substituído.

[0072] O processo de decomposição resulta no espessamento de uma camada de gel hidratada, a qual constitui o componente de detecção de um sensor de pH e um sensor de potencial de oxidação-redução. O espessamento da camada de gel hidratada causa menos alteração dinâmica na camada de gel hidratada, o que pode levar a medição imprecisa dos respectivos parâmetros. O dano ou a degradação da camada de gel hidratada pode ocorrer devido a diversas fontes, tais como, por exemplo, exposição a produtos químicos altamente ácidos ou alcalinos, limpeza mecânica, alta temperatura, deposição, etc. Como um resultado, o tempo de resposta para a sonda se torna mais lento e a calibração precisa ser feita mais frequentemente do que para sensores menos utilizados.

[0073] Os tempos de resposta de medição de sensores de sensores de pH e potencial de oxidação-redução foi geralmente limitado à coleta de dados durante procedimentos de calibração que envolvem remover os sensores e colocar os mesmos em uma solução padrão conhecida. Com o uso do método de limpeza química da presente revelação, o tempo de resposta pode ser comparado com dados anteriormente coletados para avaliar a degradação do sensor. Em modalidades que utilizam múltiplos sensores do mesmo tipo, uma comparação com sensores redundantes expostos à mesma corrente e solução

de limpeza do processo também pode fornecer informações relacionadas aos tempos de resposta de cada sensor. Um desvio de resposta ou medição lenta a partir de um sensor em comparação com outro é uma indicação de degradação.

[0074] Em uma modalidade preferencial, o método utiliza limpeza química com cloreto de hidrogênio de ureia aquoso e compreende adicionalmente o isolamento de um primeiro subconjunto de superfícies a partir de uma corrente de água industrial, em que o primeiro subconjunto de superfícies compreende uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. O primeiro subconjunto de superfícies é limpo colocando-se o mesmo em contato com um cloreto de hidrogênio de ureia aquoso solução de limpeza por um período de tempo suficiente para retornar o sensor de pH e o sensor de potencial de oxidação-redução para um nível aceitável, o que pode ser determinado com base, por exemplo, em uma calibração e/ou em medições anteriores tomadas após o restabelecimento do contato da corrente de líquido com a superfície utilizada na medição. O sinal de pH diminui e o sinal de potencial de oxidação-redução aumenta devido ao cloreto de hidrogênio de ureia ser tanto um ácido quanto um oxidante.

[0075] A solução de limpeza pode entrar em contato com as superfícies molhadas do subconjunto isolado, o que pode incluir um meio de transferência de luz. Em uma modalidade, a solução química pode fluir através do subconjunto isolado por cerca de 3 minutos em uma taxa de cerca de 13,64 l (3 galões) por dia. Em determinadas modalidades, uma vez preenchida, a solução de limpeza entra em contato com as superfícies molhadas sem fluir por um período de tempo. Em outras modalidades, a solução de limpeza é imediatamente descarregada a partir das superfícies molhadas mediante limpeza aceitável, o que pode ser feito com o uso de água industrial do sistema de água industrial.

[0076] Quando o fluxo de água industrial é reiniciado, os sinais de pH e potencial de oxidação-redução retornam para as condições de água industrial após uma queda de exponencial duplo para sensores de potencial de oxidação-redução e de crescimento para sensores de pH. Os parâmetros de tempo característicos calculados a partir da análise de exponencial duplo dão uma percepção para a decomposição, ou falta da mesma, no sensor de potencial de oxidação-redução e/ou no sensor de pH. Com o rastreio histórico de parâmetros selecionados ao longo do tempo, o sensor de potencial de oxidação-redução (e um sensor de pH correspondente, se utilizado) pode ser monitorado ou substituído, conforme necessário. Em determinadas modalidades das modalidades ilustrativas, o sensor de potencial de oxidação-redução é periodicamente substituído, por exemplo, a cada 4 a 8 meses. Em determinadas modalidades das modalidades ilustrativas, o sensor de pH é periodicamente substituído, por exemplo, a cada 4 a 8 meses.

[0077] Quando usado, um sensor de pH pode mostrar sinais de variação de medição esporádica ou tempo de resposta lento durante a calibração, em que qualquer um sugere que a deposição pode estar ocorrendo na superfície molhada do sensor de pH. Qualquer um dos fenômenos pode fazer com que o sensor de pH afetado falhe na calibração.

[0078] Os dados que mostram o comportamento dinâmico de um sensor de potencial de oxidação-redução após exposição a cloreto de hidrogênio de ureia aquoso são mostrados na Tabela 1. Os recursos exemplificativos do comportamento de sinal do sensor de potencial de oxidação-redução são identificados na Tabela 1. O tempo de resposta após a exposição do sensor de potencial de oxidação-redução à água industrial de um sistema de água industrial mostra um modelo de duas fases característico para ser responsável pelo comportamento rápido e lento dado pela Fórmula 1:

$$ORP(t) = Ae^{-\tau_f t} + Be^{-\tau_s t} + \text{Desvio} \quad (1)$$

em que A é a constante para o termo de resposta rápida, τ_f é a

constante de tempo rápida, B é a constante para o termo de resposta lenta, τ_s é a constante de tempo lenta e o Desvio é o sensor de sinal de potencial de oxidação-redução aproximado logo antes do sensor entrar em contato com o cloreto de hidrogênio de ureia aquoso (um exemplo de uma solução de limpeza). Após a exposição do sensor de potencial de oxidação-redução ao cloreto de hidrogênio de ureia aquoso, a resposta de sensor aumenta devido à oxidação causada pelo cloreto de hidrogênio de ureia aquoso. No tempo $t = 0$ após a corrente de água industrial começar a entrar em contato com a superfície limpa, a soma das constantes A, B e Desvio é igual ao nível de sinal de sensor. O nível de sinal tende a diminuir após a soma dos termos na Fórmula 1, em que os parâmetros críticos associados ao comportamento de resposta de sensor são as constantes de tempo τ_f e τ_s . O recíproco das constantes de tempo possibilita o estímulo do tempo de diminuição para alcançar o Desvio. Em particular, um aumento no valor de $1/\tau_s$ para um sensor indica que a resposta do sensor está se degradando.

[0079] Em um aspecto adicional, o método compreende colocar uma corrente de água industrial a uma pressão de corrente de água industrial em contato com pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. O pH e/ou potencial de oxidação-redução da corrente de água industrial é medido. Uma solução de limpeza que compreende cloreto de hidrogênio de ureia é colocada em contato com pelo menos uma dentre as superfícies molhadas por um primeiro período de tempo e em uma concentração suficiente para limpar a pelo menos uma dentre as superfícies molhadas. A corrente de água industrial é colocada novamente em contato com a pelo menos uma dentre as superfícies molhadas limpas à pressão de corrente de água industrial por um segundo período de tempo, medindo, desse modo, pH e/ou potencial de oxidação-redução da corrente de água industrial com o uso de sensores de pH e/ou potencial de oxidação-redução limpos. Uma curva de

recuperação é criada, a qual é relacionada ao pH medido e/ou o potencial de oxidação-redução medido com o uso dos sensores de pH e/ou potencial de oxidação-redução limpos. As etapas supracitadas são repetidas. As respectivas curvas de recuperação são comparadas (e, idealmente, se sobreponem umas às outras). Se a comparação das respectivas curvas de recuperação demonstrar degradação de sensor aceitável, o respectivo sensor pode permanecer em serviço. Entretanto, se o respectivo sensor demonstrar degradação de sensor inaceitável, o respectivo sensor é removido do serviço.

[0080] Por exemplo, a Figura 4 ilustra curvas de recuperação relacionadas a dois sensores diferentes e possibilita a comparação da resposta de sensor de potencial de oxidação-redução para uma sonda de sensor envelhecida (mais de 4 meses de serviço) e uma nova sonda de sensor exposta à mesma água e uma etapa de limpeza de cloreto de hidrogênio de ureia. A etapa de limpeza envolveu a exposição da superfície de detecção da sonda do sensor a cloreto de hidrogênio de ureia por 3 minutos em uma taxa de 45,46 l (10 galões) por dia e uma concentração de 60 por cento em peso de sólidos, após 2 minutos de fluxo de água industrial em 9,09 l (2 galões) por minuto. A Figura 4 mostra a resposta de sinal normalizada a partir de cada sonda do sensor no fim do processo de limpeza. A partir da Figura 4, o tempo de resposta para o sensor envelhecido é maior em comparação com o novo tempo de resposta. A análise quantitativa do tempo de resposta do sensor é obtida encaixando-se os dados na Fórmula 1 para determinar as constantes de tempo rápida e lenta. Os parâmetros para a Fórmula 1 podem ser calculados e armazenados para rastreamento histórico, o que foi feito na Tabela 1 abaixo.

TABELA 1 PARÂMETROS DE TEMPO DE RESPOSTA EXEMPLIFICATIVOS PARA UM SENSOR POTENCIAL DE OXIDAÇÃO DE REDUÇÃO QUE UTILIZA UM MODELO DE DUAS FASES.

Tempo de contato (min)	Pico Δ (mV)	FWHM (min)	$1/\tau_f$ (min)	$1/\tau_s$ (min)	A (mV)	B (mV)	Desvio (mV)

0	145	13	10,1	10,1	113,7	20,7	402,4
47	75	16	8,3	180,5	68,8	60,2	378,6
274	105	20	8,0	28,3	38,9	43,2	413,7
385	97	19	13,9	64,5	77,7	25,8	412,6
1.467	126	14	7,8	94,5	102,7	34,6	393,3
1.721	126	17	10,0	88,9	102,3	34,9	396,5
1.952	122	20	9,8	117,2	88,8	39,0	400,3

[0081] A relação matemática da Fórmula 1 pode ser aplicada ao modelo da responsividade de um sensor de pH assim como de acordo com a Fórmula 2 mostrada abaixo.

$$1/pH(t) = Ae^{-\tau_f t} + Be^{-\tau_s t} + \text{Desvio} \quad (2)$$

[0082] Conforme pode ser visto a partir da Fórmula 2, o sensor de sinal de pH segue uma resposta de crescimento uma vez que a exposição a cloreto de hidrogênio de ureia causa uma diminuição em pH, seguida por um aumento quando exposto ao fluxo de água industrial. Uma curva de resposta de sensor de pH típica que resulta de um processo de limpeza de cloreto de hidrogênio de ureia, conforme descrito acima, é mostrada na Figura 5. As constantes de tempo de uma sonda de sensor de pH são determinadas da forma descrita para o sensor de potencial de oxidação-redução sonda, exceto para levar em conta que a resposta do sensor de pH é recíproca.

[0083] Em determinadas modalidades, a degradação de sensor inaceitável é determinada por um desvio no pH medido e/ou no potencial de oxidação-redução de pelo menos cerca de 5% em um ponto equivalente no tempo subsequente ao novo contato do sensor com a corrente de água industrial. Em determinadas modalidades, a degradação de sensor inaceitável é determinada por um desvio no pH medido e/ou no potencial de oxidação-redução de pelo menos cerca de 10% em um ponto equivalente no tempo subsequente ao novo contato do sensor com a corrente de água industrial. Em determinadas modalidades, o ponto equivalente no tempo subsequente ao novo contato da corrente de água industrial é um ponto no tempo de cerca de 1 minuto a cerca de 120 minutos subsequente ao novo contato da corrente de

água industrial. Em determinadas modalidades, o ponto equivalente no tempo subsequente ao novo contato da corrente de água industrial é um ponto no tempo de cerca de 10 minutos a cerca de 60 minutos subsequente ao novo contato da corrente de água industrial. Por exemplo, na Figura 4, uma comparação do potencial de oxidação-redução medido em pontos no tempo 50 minutos após o novo contato (por exemplo, as curvas foram normalizadas) mostra que a "Sonda [ORP] Nova" mede um potencial de oxidação-redução de aproximadamente 0,1, enquanto a "Sonda [ORP] Envelhecida", o qual esteve em serviço por aproximadamente 4 meses, mede um potencial de oxidação-redução de aproximadamente 0,4, em que o mesmo é 400% maior que o medido pela "Sonda [ORP] Nova". Com a comparação das curvas ao longo da abrangência do experimento, a "Sonda [ORP] Envelhecida" nunca se recupera completamente e não se fornece mais uma medição precisa do potencial de oxidação-redução. Embora uma comparação de ponto no tempo seja facilmente implantada, qualquer comparação semelhante do desvio de curvas de recuperação de pH medido e/ou potencial de oxidação-redução entre um único sensor de pH ou potencial de oxidação-redução ou comparações entre uma pluralidade de sensores de qualquer tipo único são contempladas pelo método inventivo.

[0084] Em uma modalidade, um método para manter a precisão na medição de um parâmetro de água industrial utilizado em um sistema de água industrial é fornecido. Em determinadas modalidades, o método acelera o tempo de recuperação de um sensor de potencial de oxidação-redução e/ou um sensor de pH. Para alcançar essa aceleração, o método compreende colocar uma corrente de água industrial a uma pressão de corrente de água industrial em contato com pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. Uma solução de limpeza é colocada em contato com pelo menos uma dentre a superfície molhada do sensor de pH e a superfície

molhada do sensor de potencial de oxidação-redução. A corrente de água industrial é colocada em contato novamente com pelo menos uma dentre a superfície molhada do sensor de pH e a superfície molhada do sensor de potencial de oxidação-redução à pressão de corrente de água industrial. Uma corrente gasosa é introduzida na corrente de água industrial a uma pressão de corrente gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de corrente de água industrial e após o início do novo contato.

[0085] Por exemplo, o pelo menos um dentre um sensor de potencial de oxidação-redução e um sensor de pH é exposto a limpeza química com, por exemplo, cloreto de hidrogênio de ureia, conforme descrito no presente documento, seguido pela retomada do contato da pelo menos uma sonda do sensor (isto é, uma superfície utilizada na medição de um parâmetro) com uma corrente de água industrial e, então, a introdução de uma corrente gasosa na corrente de água industrial a uma pressão gasosa de cerca de 0,07 MPa (10 psi) a cerca de 7 MPa (100 psi) maior que a pressão de corrente de água industrial. A corrente gasosa pode ser introduzida de acordo com qualquer um dentre os parâmetros descritos no presente documento relacionados à introdução de uma corrente gasosa em uma corrente de líquido. A Figura 6 ilustra resultados relacionados à introdução de uma corrente gasosa após limpeza química, em que a corrente gasosa é ar.

[0086] Em uma modalidade adicionalmente ilustrativa, a revelação é direcionada a um método para manter a precisão na medição de uma pluralidade de parâmetros de água industrial em um sistema de água industrial. O método compreende colocar em contato uma corrente de água industrial a uma pressão de corrente de água industrial com uma pluralidade de superfícies utilizada para medir uma pluralidade de parâmetros com uma pluralidade de sensores. Um primeiro subconjunto das superfícies é isolado da corrente de água industrial enquanto um segundo subconjunto das superfícies

mantém contato com a corrente de água industrial. Pelo menos uma superfície do primeiro subconjunto é limpa enquanto o segundo subconjunto mantém contato com a corrente de água industrial. O contato com a corrente de água industrial é restaurado com o primeiro subconjunto de superfícies. O primeiro subconjunto de superfícies compreende pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um meio de transferência de luz, uma superfície molhada de um sensor de pH e uma superfície molhada de um sensor de potencial de oxidação-redução. O segundo subconjunto de superfícies compreende pelo menos uma dentre uma superfície molhada de um sensor de detecção de corrosão e uma superfície molhada dentre um sensor de condutividade.

[0087] Um sistema de água industrial que exige mais de uma superfície para medir parâmetros com mais de um sensor é operado de uma forma de modo que uma ou mais superfícies que podem ser particularmente afetadas pela deposição possam ser separadas do contato com a corrente de água industrial e limpas. A modalidade pode ser implantada para permitir monitoramento contínuo e controle opcional com base em um subconjunto de parâmetros medidos da água industrial, enquanto outro subconjunto de parâmetros não é medido durante limpeza *in situ* de sua superfície (ou superfícies) relacionada.

[0088] Em algumas modalidades, o termo "isolamento" se refere a parar o fluxo da corrente de água industrial por todo o primeiro subconjunto de superfícies sem desconectar o sistema de água industrial para limpar manualmente uma ou mais superfícies, exceto para, em alguns casos, a remoção de um cupom de corrosão (*isto é*, "isolamento de sistema"). Preferencialmente, quaisquer dados que podem ser gerados enquanto o primeiro subconjunto de sensores é isolado da corrente de água industrial não é atuado por um controlador, uma vez que quaisquer tais dados que são adquiridos durante o isolamento do subconjunto não refletirão um parâmetro

da corrente de água industrial. Em determinadas modalidades, os cupons de corrosão são utilizados para fornecer dados além daqueles fornecidos pelos diversos sensores das modalidades reveladas no presente documento.

[0089] Em outras modalidades, o termo "isolamento" se refere a terminar a coleta significativa de dados com o uso de um sensor ou um subconjunto de sensores (*isto é*, "isolamento de esquema de controle"). Em oposição ao isolamento de sistema, um sensor pode ser isolado se o mesmo gerar dados que são intencionalmente ignorados ou, de outro modo, intencionalmente não atuados por um controlador. Um sensor isolado da forma exemplificativa pode possibilitar que o sensor seja limpo por meio, por exemplo, da introdução de uma corrente de gás e líquido combinados em uma superfície molhada da mesma. O sensor isolado não precisará ser isolado da corrente de água industrial, mas apenas do esquema de controle. O termo "dados significativos", conforme usado no presente documento, se refere a dados que descrevem um parâmetro de uma substância e podem ser inseridos e confiavelmente atuados por um esquema de controle.

[0090] Por exemplo, a Figura 7 ilustra uma modalidade de um sistema que, *inter alia*, combina diversos dentre os aparelhos e sistemas da presente revelação e pode ser utilizado para realizar qualquer uma dentre as modalidades descritas no presente documento.

[0091] A Figura 7 ilustra uma modalidade de um sistema 400 que pode ser usado para monitorar um sistema de água industrial, a qual pode ser um sistema de água de resfriamento, um sistema de água de aquecimento, um sistema de produção de papel, um sistema de refinamento, um sistema de processamento químico, um sistema de extração de óleo cru, um sistema de extração de gás natural e assim por diante. Durante o monitoramento normal do sistema de água industrial com o uso do sistema 400, uma corrente de água industrial 420 (corresponde à corrente de líquido 120 na Figura 1b e 1d) flui a uma pressão de corrente de água industrial através do sistema 400 por meio

de condutos e encaixes, entrando em contato, desse modo, com uma pluralidade de superfícies utilizada para medir uma pluralidade de parâmetros da água industrial no sistema de água industrial. Modalidades exemplificativas da pluralidade de superfícies incluem, mas sem limitação, uma superfície molhada 1110a do sensor de pH 110a, uma superfície molhada 1110b do sensor de potencial de oxidação-redução 110b, uma superfície molhada 1210 do meio de transferência de luz (por exemplo, célula de fluxo) 210, uma superfície molhada 1503 do sensor de detecção de corrosão 1403, uma superfície molhada do sensor de condutividade 1407 e uma superfície molhada 1110x do fluorômetro 110x (modalidade alternativa de um meio de transferência de luz, mostrada na Figura 1c). Na modalidade da Figura 7, o sensor de pH 110a e o sensor de potencial de oxidação-redução 110b são montados no sistema 400 por meio do aparelho 100, ilustrado nas Figuras 1a, 1b e 1d, e o meio de transferência de luz (por exemplo, célula de fluxo) 210 está em comunicação operacional com um fluorômetro 205. O sensor de pH 110a, o sensor de potencial de oxidação-redução 110b, o fluorômetro 205, o sensor de detecção de corrosão 1403 e o sensor de condutividade 1407 estão em comunicação com o controlador 1444, o qual coleta e atua sobre entradas fornecidas pela pluralidade de sensores por meio de um esquema de controle.

[0092] Na modalidade ilustrada na Figura 7, um primeiro subconjunto das superfícies, o qual compreende pelo menos uma dentre uma superfície molhada 1110a do sensor de pH 110a, uma superfície molhada 1110b do sensor de potencial de oxidação-redução 110b, uma superfície molhada 1210 do meio de transferência de luz (por exemplo, célula de fluxo) 210 e/ou superfície molhada 1110x do fluorômetro 110x, é isolado da corrente de água industrial enquanto um segundo subconjunto, o qual compreende pelo menos uma dentre uma superfície molhada 1503 do sensor de detecção de corrosão 1403 e uma superfície molhada do sensor de condutividade 1407, mantém contato com a corrente de água industrial 420. Na modalidade, o isolamento

do primeiro subconjunto pode ser um isolamento de sistema realizando por uma válvula de atuação 1411 em suas posições fechadas ou por isolamento de esquema de controle, conforme descrito no presente documento. Pelo menos um dentre o primeiro subconjunto de superfícies é limpo enquanto o segundo subconjunto mantém contato com a corrente de água industrial 420, seguido pela restauração do contato da corrente de água industrial 420 com o primeiro subconjunto de superfícies.

[0093] A limpeza do primeiro subconjunto ou de uma superfície molhada do mesmo pode ser realizada por meio de pelo menos um dentre o método (ou métodos) da corrente gasosa e o método (ou métodos) de limpeza química revelados no presente documento. Além disso, o isolamento pode ser realizado por meio de pelo menos um dentre o isolamento de sistema e o isolamento de esquema de controle e não precisa ser isolado da mesma forma durante ciclos de limpeza repetidos. Ainda mais adicional, uma corrente gasosa pode ser combinada com uma corrente de líquido diferente da corrente de água industrial (por exemplo, uma corrente de solução de limpeza) a fim de limpar o primeiro subconjunto ou a superfície molhada do mesmo.

[0094] Os seguintes exemplos ilustram adicionalmente a invenção, mas, obviamente, não devem ser interpretados como limitante, de forma alguma, de seu escopo.

EXEMPLO 1

[0095] Esse exemplo demonstra o efeito da limpeza de corrente gasosa de um sensor de potencial de oxidação-redução. Dois sensores de potencial de oxidação-redução idênticos foram instalados em um sistema de água de resfriamento. O sistema de água de resfriamento manteve uma corrente de água de resfriamento que tem pH de 6,5 a 7,6, condutividade de cerca de 1.500 a cerca de 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, potencial de oxidação-redução de cerca de 275 a cerca de 325 mV, temperatura de 19 a 25 °C, velocidade de corrente de líquido linear de cerca de 0,68 a cerca de 1,13 metros por segundo

e pressão de água de resfriamento de cerca de 0,1 MPa (1 bar) (aproximadamente 0,1 MPa (14,5 psi)). A superfície molhada do Sensor A não foi tratada, enquanto a superfície molhada do Sensor B foi tratada conforme descrito no presente documento com uma corrente gasosa de ar comprimido que tem uma pressão de cerca de 0,3 MPa (3 bar) (aproximadamente 0,3 MPa (43,5 psi)), por 60 segundos por quatro horas.

[0096] Com referência à Figura 8, pela duração do experimento, o Sensor A tendeu a desviar de sua medição base de aproximadamente 325 mV, enquanto o Sensor B manteve uma medição base razoavelmente estável. No fim do período de teste, a saída do Sensor A diminuiu aproximadamente 125 mV.

EXEMPLO 2

[0097] Esse exemplo demonstra o efeito da limpeza química de um sensor de potencial de oxidação-redução usado em um sistema de água industrial, o qual, nesse exemplo, foi um sistema de água de resfriamento. Dois sensores de potencial de oxidação-redução idênticos foram instalados em um sistema de água de resfriamento de piloto. O Sensor C foi instalado por meio de uma tubulação em T, enquanto o Sensor D foi instalado por meio de um bloco de sensor, conforme ilustrado nas Figuras 1a e 1b. O sistema de água de resfriamento de piloto manteve uma corrente de água de resfriamento que tem pH de 8,6 a 8,9, condutividade de cerca de 3.000 a cerca de 8.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, potencial de oxidação-redução de cerca de 250 a cerca de 450 mV, temperatura de 34 a 44 °C, velocidade de corrente de líquido linear de cerca de 0,34 a cerca de 1,03 metros por segundo e pressão de água de resfriamento de cerca de 0,04 MPa (0,4 bar) (aproximadamente 0,04 MPa (5,8 psi)). O potencial de oxidação-redução da corrente de água de resfriamento foi verificado com o uso de um medidor de potencial de oxidação-redução Myron ULTRAMETER IITM 6PFC^E calibrado, disponível junto à MYRON L® Company, 2450 Impala Drive, Carlsbad, CA 92010, EUA.

[0098] Conforme mostrado na Figura 9, no fim do período de teste de 10 dias, o Sensor D manteve uma saída de 95% de 265 mV na média, enquanto Sensor C mediu de modo errôneo um potencial de oxidação-redução de aproximadamente 200 mV.

EXEMPLO 3

[0099] Esse exemplo demonstra o efeito da limpeza química de um meio de transferência de luz usado em um sistema de água industrial, o qual, nesse exemplo, foi um sistema de água de resfriamento. A superfície molhada de uma célula de fluxo de fluorômetro usada no sistema de água de resfriamento em uma planta de aço foi quimicamente tratada. Dois períodos de tratamento que têm produtos químicos de tratamento diferentes foram tentados: um com o uso de um limpador a base de ácido mineral aquoso que compreende água, ácido fosfórico e ácido nítrico (por exemplo, limpador de ácido TR5500, que compreende cerca de 30 a cerca de 60 por cento em peso ácido fosfórico, cerca de 10 a cerca de 30 por cento em peso ácido nítrico, equilíbrio de impurezas de água e rastro, disponível junto à Nalco, uma Companhia Ecolab, 1601 West Diehl Road, Naperville, IL 60563) e um segundo com o uso de um limpador a base de sal de ureia aquoso, para esse exemplo, um limpador de cloreto de hidrogênio de ureia aquoso (por exemplo, limpador DC14, que compreende cerca de 30 a cerca de 60 por cento em peso de cloreto de hidrogênio de ureia, equilíbrio de impurezas de água e rastro, disponível junto à Nalco, uma Companhia Ecolab, 1601 West Diehl Road, Naperville, IL 60563). Para cada um dentre os dois ensaios, uma corrente de líquido passada através da superfície molhada da célula de fluxo, com a corrente de líquido que tem pH de 7,3 a 9,0, condutividade de cerca de 580 a cerca de 1.570 $\mu\text{S}/\text{cm}$, potencial de oxidação-redução de cerca de 200 a cerca de 760 mV, temperatura de 15 a 30 °C, velocidade de corrente de líquido linear de cerca de 0,6 a cerca de 1,03 metros por segundo e pressão de corrente de líquido de cerca de 0,1 MPa (1 bar) (aproximadamente 0,1 MPa

(14,5 psi)). O fluxo da corrente de líquido, quando presente, foi de 3,79 a 7,57 l (1 a 2 galões) por minuto.

[00100] Por três minutos por dia, a corrente de líquido foi impedida de passar através da superfície molhada da célula de fluxo e o respectivo tratamento químico foi bombeado através da superfície molhada da célula de fluxo em uma taxa de 37,9 l (10 galões) por dia (isto é, 26,3 ml/min). Após os três minutos, o tratamento químico foi interrompido e a corrente de líquido retomada através da superfície molhada da célula de fluxo.

[00101] Conforme mostrado na Figura 10, a incrustação celular foi mantida em menos que cerca de 30% por aproximadamente 25 dias no sistema de alta incrustação desafiador do presente exemplo por um limpador ácido que compreende ácidos fosfórico e nítrico.

[00102] Conforme mostrado na Figura 11, a incrustação celular foi mantida em menos que cerca de 15% por aproximadamente 35 dias no sistema de alta incrustação desafiador do presente exemplo por um limpador a base de ureia que compreende cloreto de hidrogênio de ureia.

[00103] Todas as referências, incluindo as publicações, os Pedidos de Patente e as Patentes mencionados no presente documento são incorporados aqui a título de referência na mesma medida como se cada referência estivesse individual e especificamente indicada como incorporada a título de referência e fosse apresentada em sua totalidade no presente documento.

[00104] O uso dos termos "um" e "uma" e "o" e "pelo menos um" e referentes semelhantes no contexto da descrição da invenção (especialmente no contexto das seguintes reivindicações) deve ser interpretado para cobrir tanto o singular quanto o plural, a menos que indicado de outro modo no presente documento ou claramente contradito pelo contexto. O uso do termo "pelo menos um", seguido por uma lista de um ou mais itens (por exemplo, "pelo menos um de A e B"), deve ser interpretado para significar um item selecionado a partir dos itens listados (A ou B) ou qualquer combinação de

dois ou mais dentre os itens listados (A e B), a menos que indicado de outro modo no presente documento ou claramente contradito pelo contexto. Os termos "que comprehende", "que tem", "que inclui" e "que contém" devem ser interpretados como termos de significado aberto (isto é, significando "que inclui, mas não é limitado,"), a menos que especificado de outro modo. As modalidades individuais, ou elementos das mesmas, podem compreender, consistir ou consistir essencialmente nos elementos recitados, a menos que o contexto indique claramente o contrário. Em outras palavras, qualquer recitação de uma declaração, tal como "x comprehende y" inclui as recitações de "x que consiste em y" e "x que consiste essencialmente em y." A recitação das faixas de valores no presente documento é destinada meramente a servir como um método abreviado para se referir individualmente a cada valor separado que está na faixa, a menos que indicado de outro modo no presente documento, e cada valor separado é incorporado no relatório descritivo como se fosse recitado individualmente no presente documento. Todos os métodos descritos no presente documento podem ser realizados em qualquer ordem adequada, a menos que indicado de outro modo no presente documento ou contraindicado de outro modo claramente pelo contexto. O uso de qualquer um e de todos os exemplos ou linguagem exemplificativa (por exemplo, "tal como") fornecidos no presente documento é destinado meramente a esclarecer melhor a invenção e não constitui uma limitação no escopo da invenção, a menos que reivindicado de outro modo. Nenhuma linguagem no relatório descritivo deve ser interpretada como indicativa de nenhum elemento como essencial à prática da invenção.

[00105] As modalidades preferenciais desta invenção são descritas no presente documento, incluindo o melhor modo conhecido pelos inventores para realizar a invenção. As variações daquelas modalidades preferenciais podem se tornar evidentes para as pessoas versadas na técnica mediante a leitura da descrição mencionada acima. Os inventores esperam que as pessoas

versadas na técnica empreguem tais variações conforme for adequado e os inventores pretendem que a invenção seja praticada de outro modo, conforme descrito especificamente no presente documento. Consequentemente, esta invenção inclui todas as modificações e equivalentes da matéria recitada nas reivindicações anexadas à mesma, conforme permitido pela lei vigente. Além disso, qualquer combinação dos elementos descritos acima em todas as variações possíveis dos mesmos é abrangida pela invenção a menos que indicado de outro modo no presente documento ou claramente contradito de outro modo pelo contexto.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho (100) para manter a precisão na medição de um parâmetro de água industrial, caracterizado pelo fato de que:

um corpo (102) que tem uma porção de topo (109), uma porção de fundo (111), uma porção de entrada (105) e uma porção de saída (107);

pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b) formada na porção de topo (109) e que se estende parcialmente através do corpo (102) em direção à porção de fundo (111), em que a pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b) é configurada para aceitar pelo menos um sensor para medir o parâmetro de água industrial;

um furo de fluxo de líquido (117) formado através do corpo (102) entre a porção de entrada (105) e a porção de saída (107), em que o furo de fluxo de líquido (117) se comunica fluidamente com a pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b) e é configurado para permitir que uma corrente de líquido flua através do corpo (102);

um furo de fluxo de gás (128) formado pelo menos parcialmente através do corpo (102), em que o furo de fluxo de gás (128) é configurado para permitir que uma corrente gasosa flua para o corpo (102); e

pelo menos um canal de jato (132a, 132b) formado no corpo (102) e que conecta fluidamente o furo de fluxo de gás (128) e o furo de fluxo de líquido (117), em que o pelo menos um canal de jato (132a, 132b) termina no furo de fluxo de líquido (117) substancialmente em frente à pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b) a fim de direcionar a corrente gasosa do furo de fluxo de gás (128) para o furo de fluxo de líquido (117) em direção à pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b),

em que o furo de fluxo de líquido (117) tem uma porção de ingresso (119) adjacente à porção de entrada (105) do corpo (102), uma porção de egresso (121) adjacente à porção de saída (107) do corpo (102), e

uma porção estreita (122) entre a porção de ingresso (119) e a porção de egresso (121), e em que um diâmetro da porção estreita (121) é substancialmente menor que um diâmetro da porção de ingresso (119) e um diâmetro da porção de egresso (121), e

a pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b) e o pelo menos um canal de jato (132a, 132b) se comunicam fluidamente com a porção estreita (122) e se opõe uma a outra por meio da porção estreita (122).

2. Aparelho (100) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o furo de fluxo de gás (128) é formado na porção de saída e se estende pelo menos parcialmente através do corpo (102) em direção à porção de entrada (105).

3. Aparelho (100) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o furo de fluxo de gás (128) é substancialmente paralelo ao furo de fluxo de líquido (117).

4. Aparelho (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b) compreende uma primeira passagem de sensor (112a) e uma segunda passagem de sensor (112b),

o pelo menos um canal de jato compreende um primeiro canal de jato (132a) e um segundo canal de jato (132b), em que o primeiro canal de jato (132a) termina no furo de fluxo de líquido (117) substancialmente em frente à primeira passagem de sensor (112a) a fim de direcionar pelo menos uma porção da corrente gasosa em direção à primeira passagem de sensor (112a), e o segundo canal de jato (132b) termina no furo de fluxo de líquido (117) substancialmente em frente à segunda passagem de sensor (112b) a fim de direcionar pelo menos uma porção da corrente gasosa em direção à segunda passagem de sensor (112b).

5. Aparelho (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um canal de

jato (132a, 132b) se conecta fluidamente ao furo de fluxo de líquido (117) em uma abertura escareada (2110a, 2010b) do pelo menos um canal de jato (132a, 132b) a fim de fornecer uma distribuição da corrente gasosa por toda uma abertura de sensor da pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b), em que a abertura escareada (2110a, 2010b) tem um diâmetro que é substancialmente maior que o diâmetro do pelo menos um canal de jato (132a, 132b).

6. Aparelho (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um canal de jato (132a, 132b) se conecta fluidamente ao furo de fluxo de líquido (117) em um bocal (3110a, 3110b), em que o bocal (3110a, 3110b) tem um diâmetro que é substancialmente menor que um diâmetro do pelo menos um canal de jato (132a, 132b) a fim de expelir um jato direto de gás em direção a uma abertura de sensor da pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b).

7. Aparelho (100) de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que um primeiro sensor suportado na passagem do primeiro sensor é um sensor de pH (110a) e um segundo sensor suportado na passagem do segundo sensor é um sensor de potencial de oxidação-redução (110b).

8. Aparelho (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma passagem de sensor (112a, 112b) e o pelo menos um canal de jato (132a, 132b) são, ambos, substancialmente perpendiculares à porção estreita do furo de fluxo de líquido (117), e o furo de fluxo de gás (128) é substancialmente paralelo ao furo de fluxo de líquido (117).

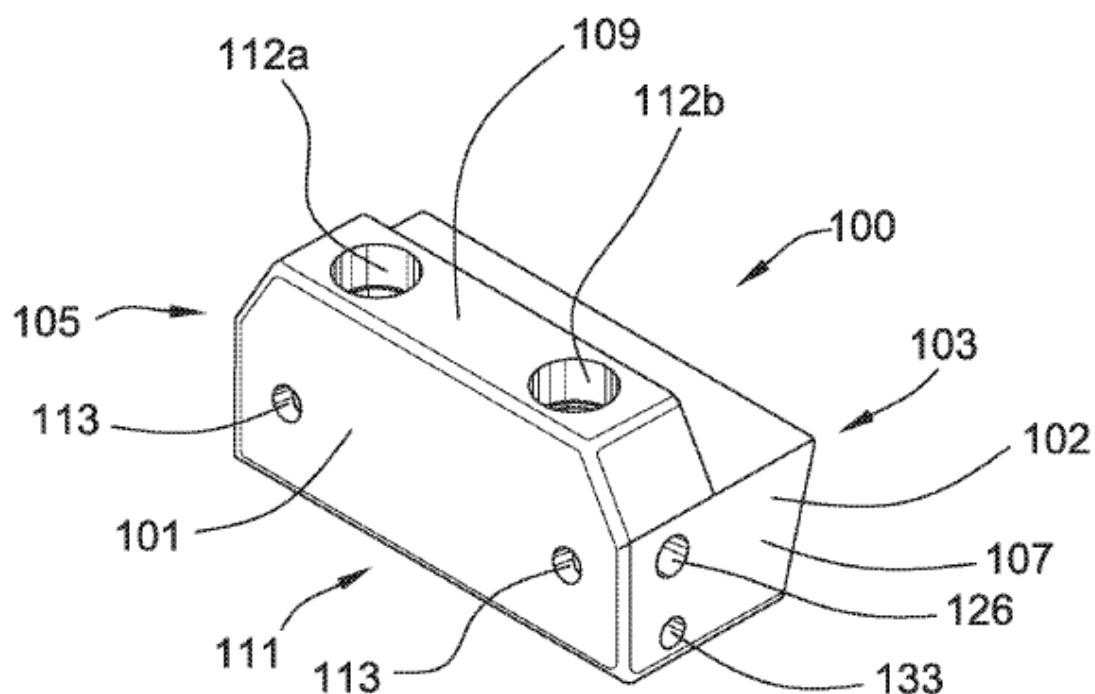


FIG. 1a

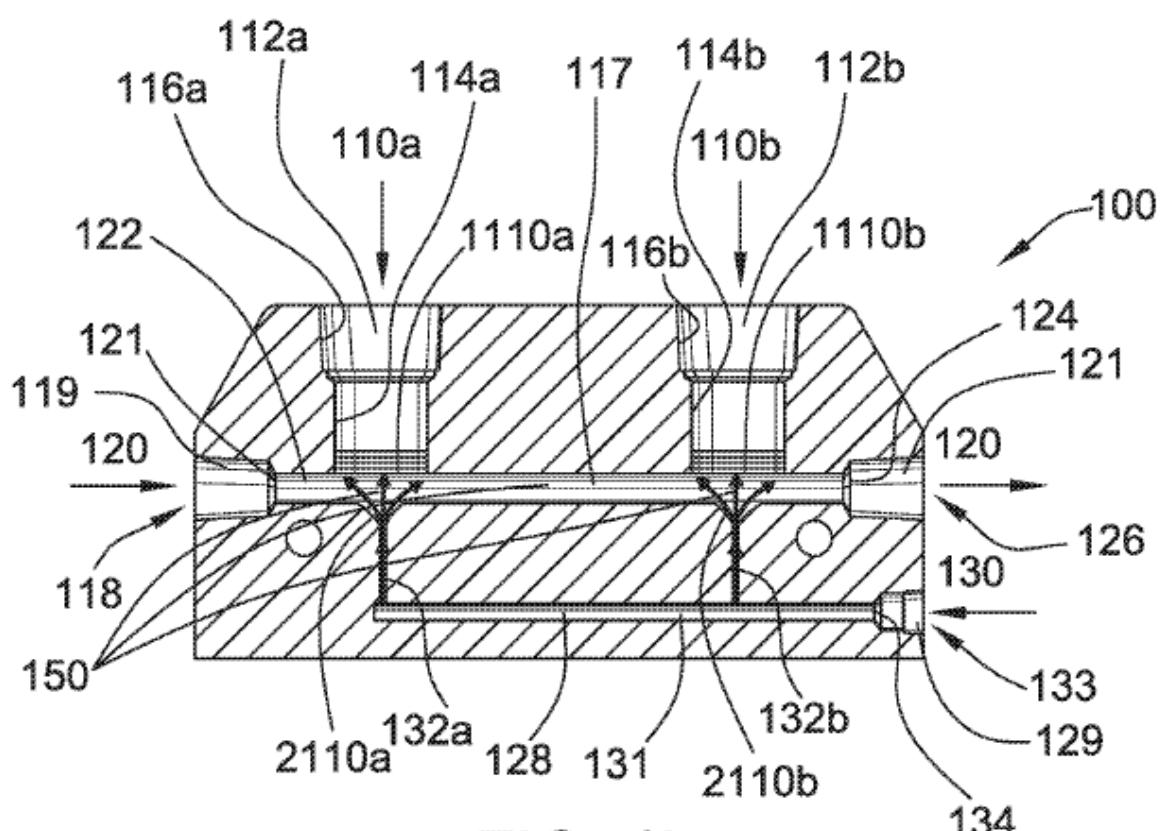


FIG. 1b

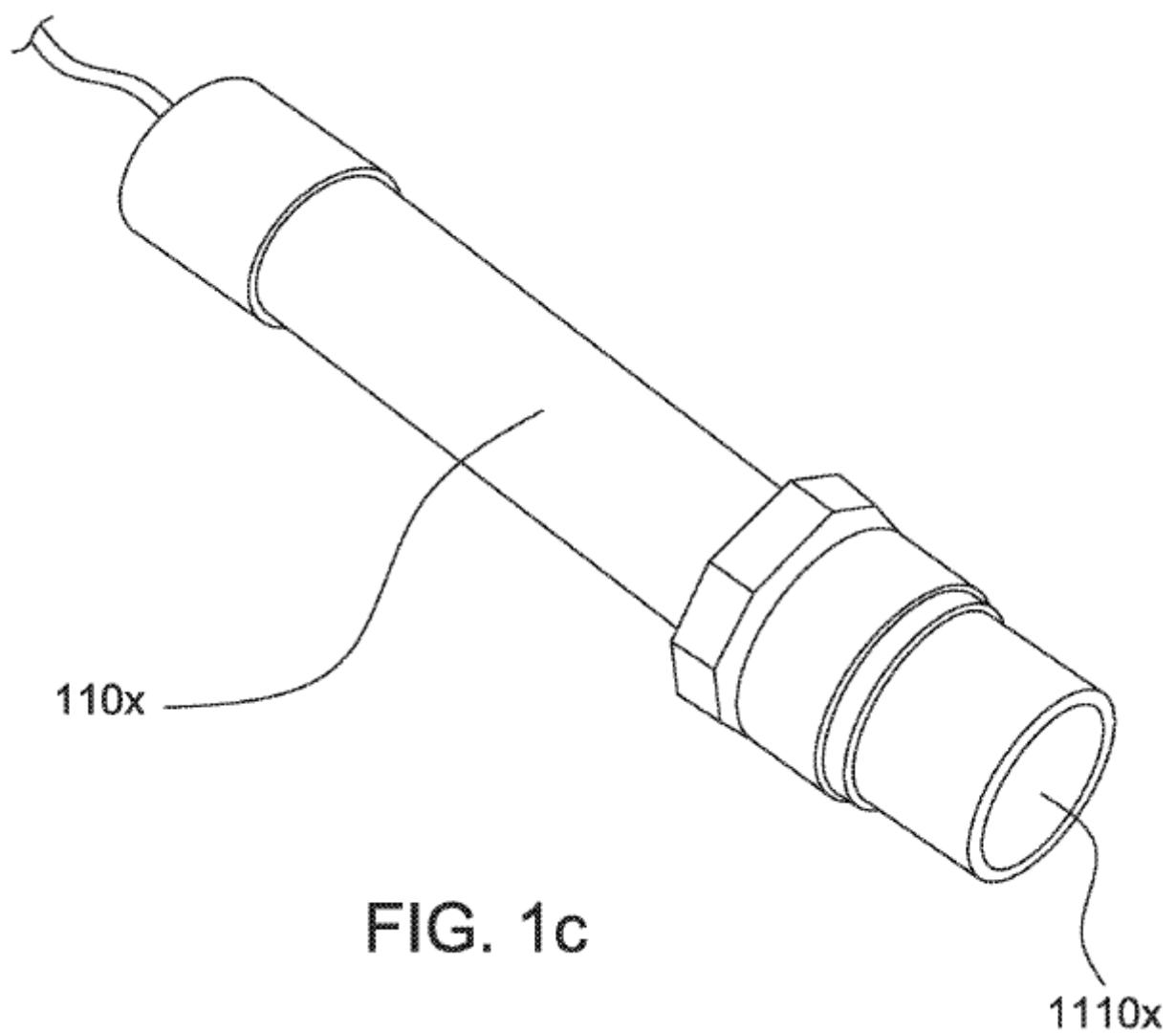


FIG. 1c

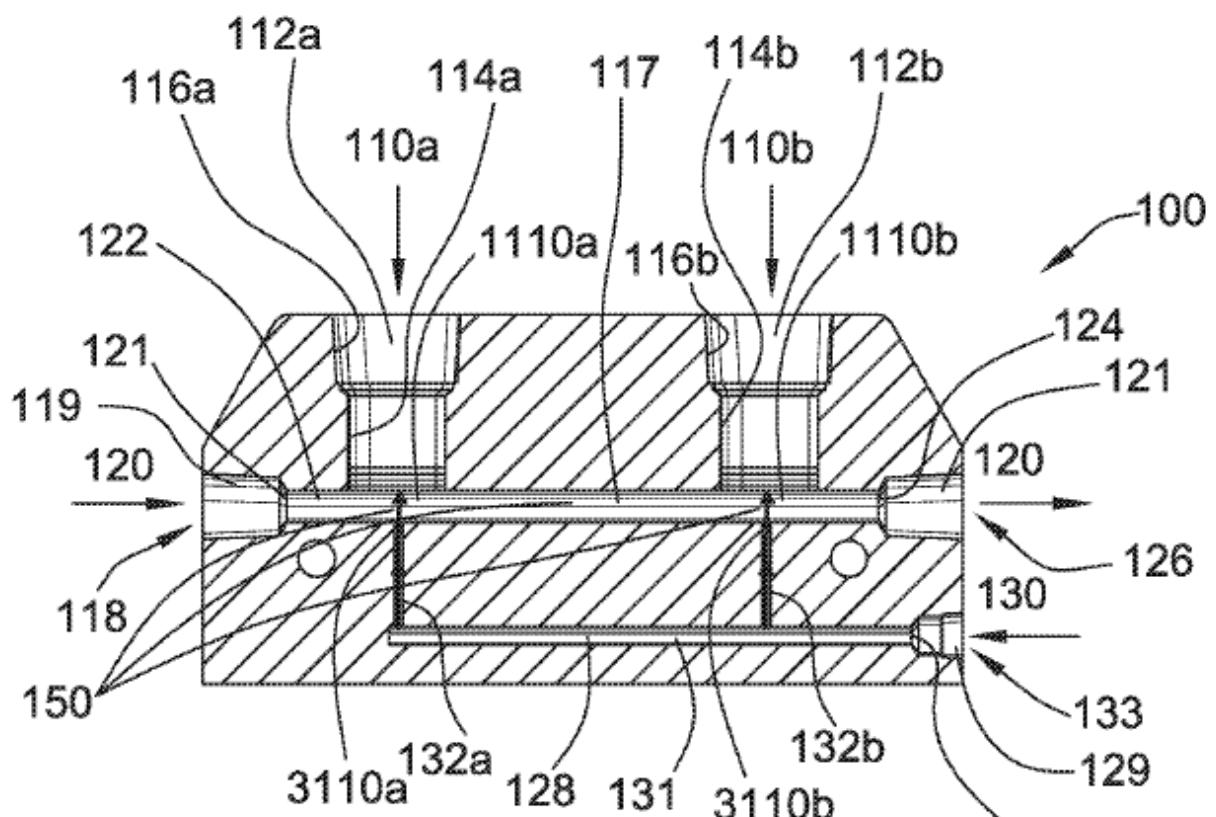


FIG. 1d

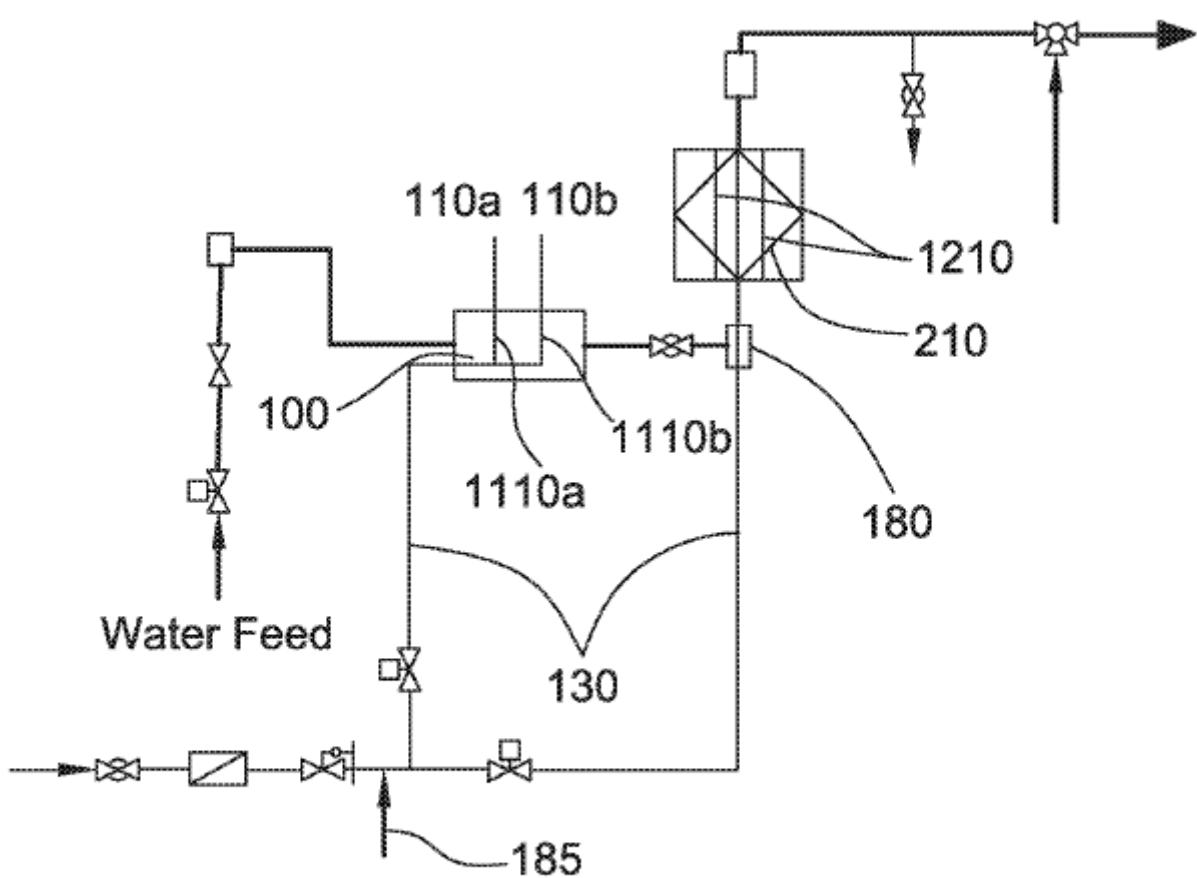


FIG. 1e

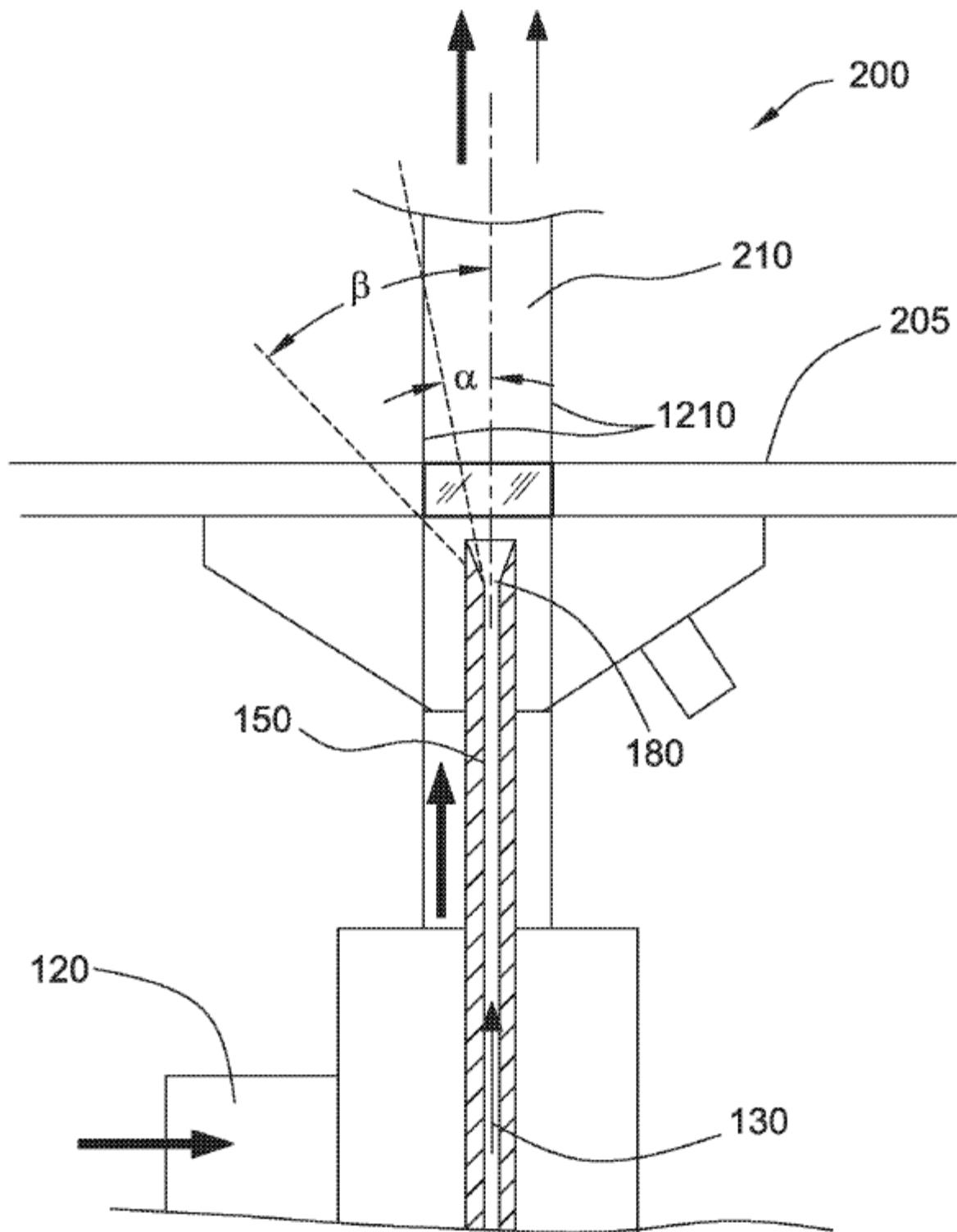


FIG. 2

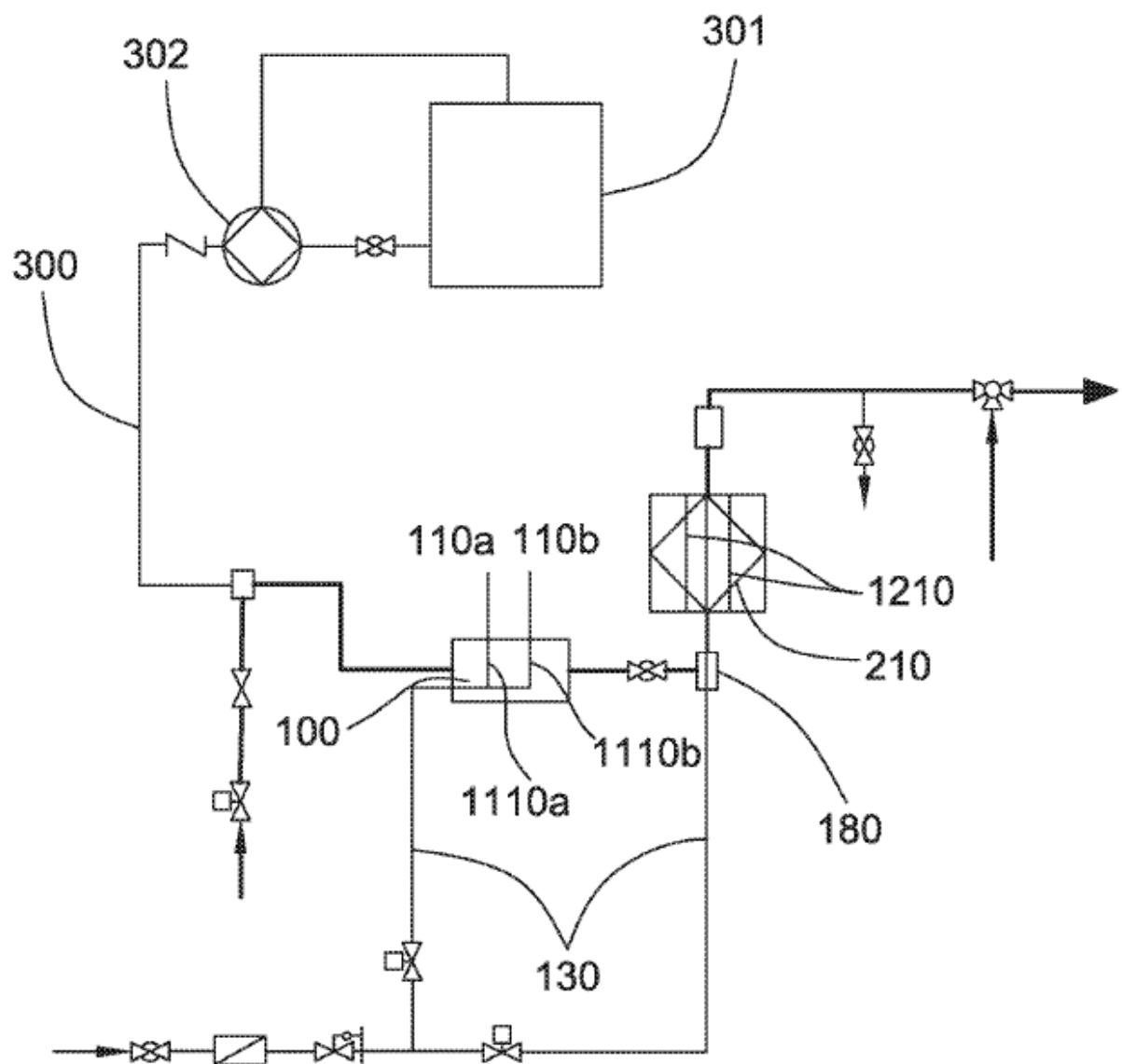


FIG. 3

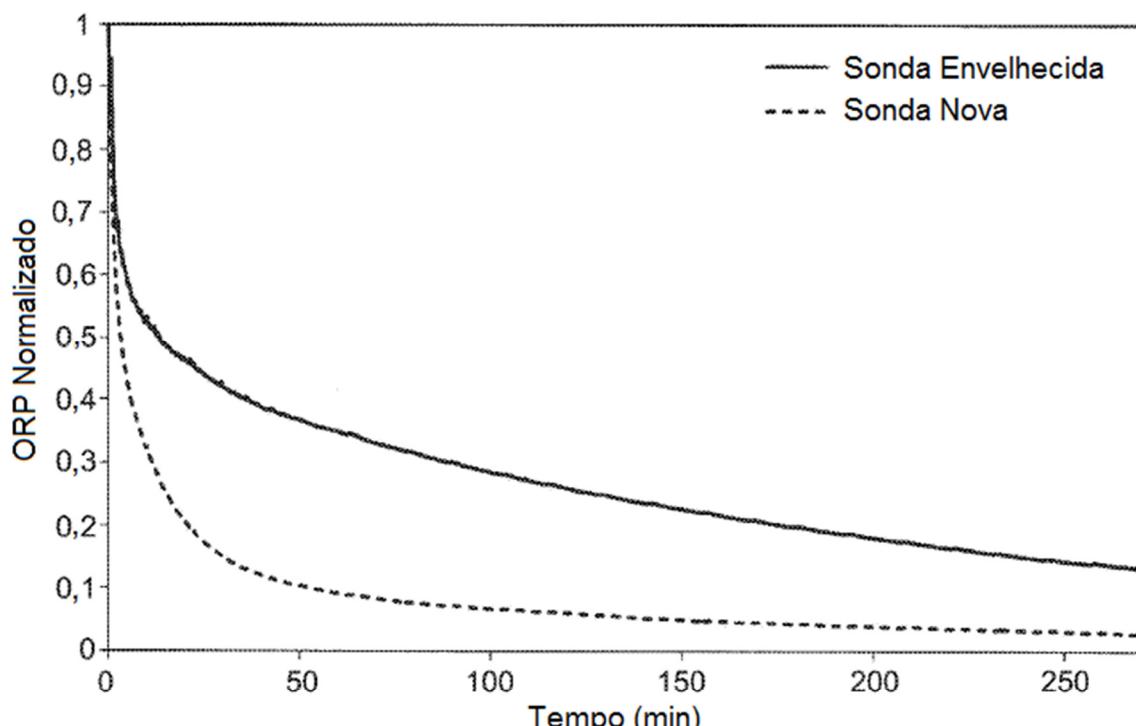


FIG. 4

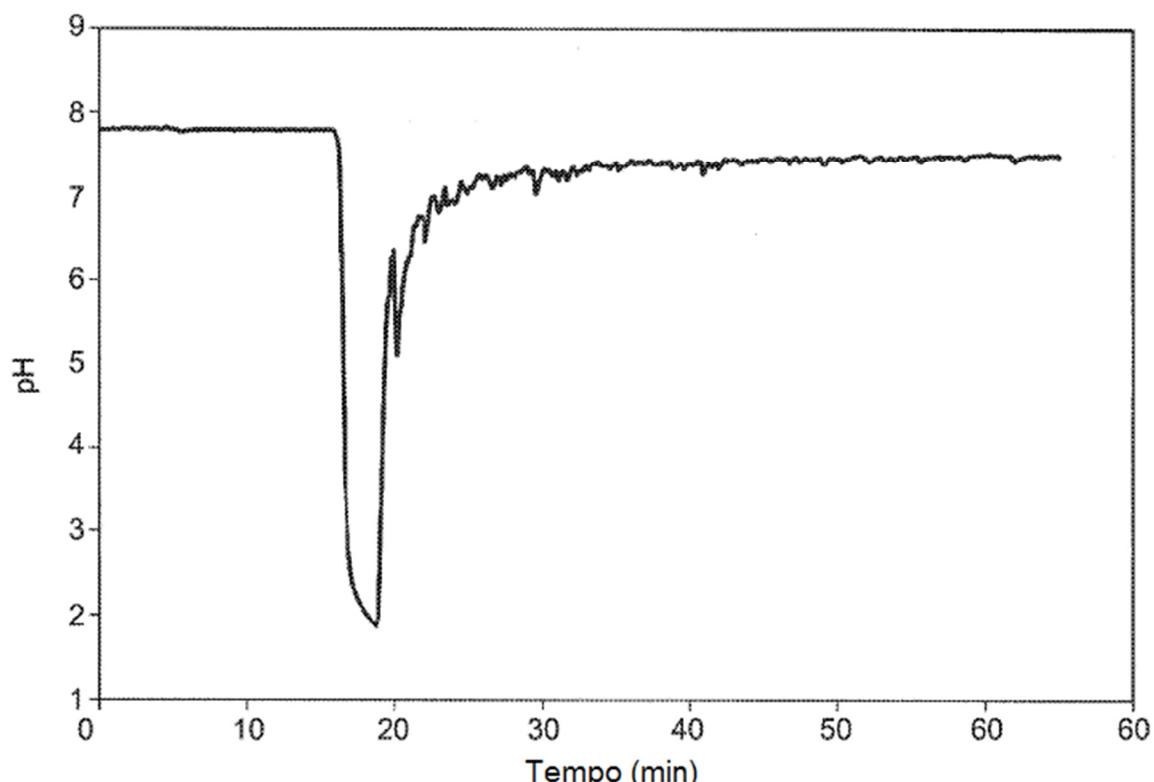
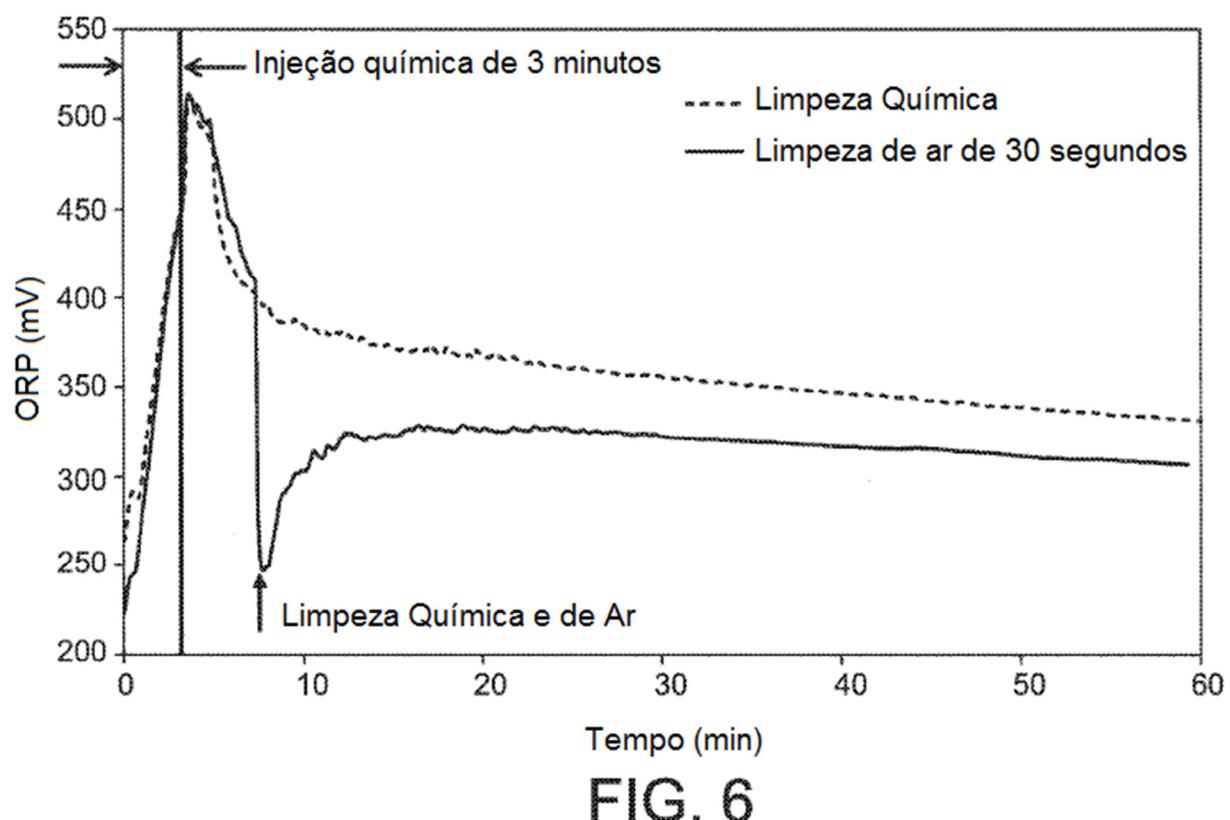


FIG. 5



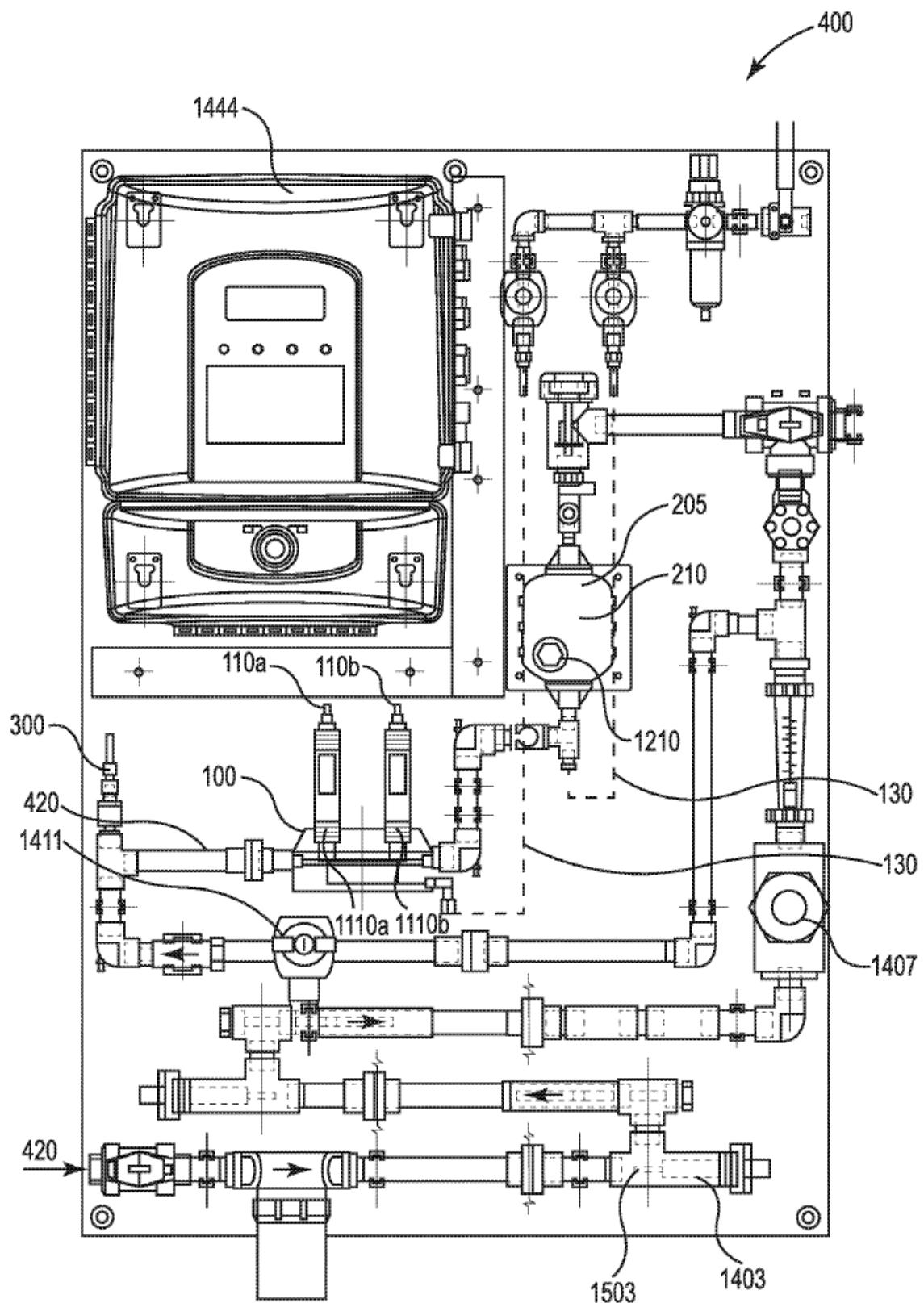


Fig. 7

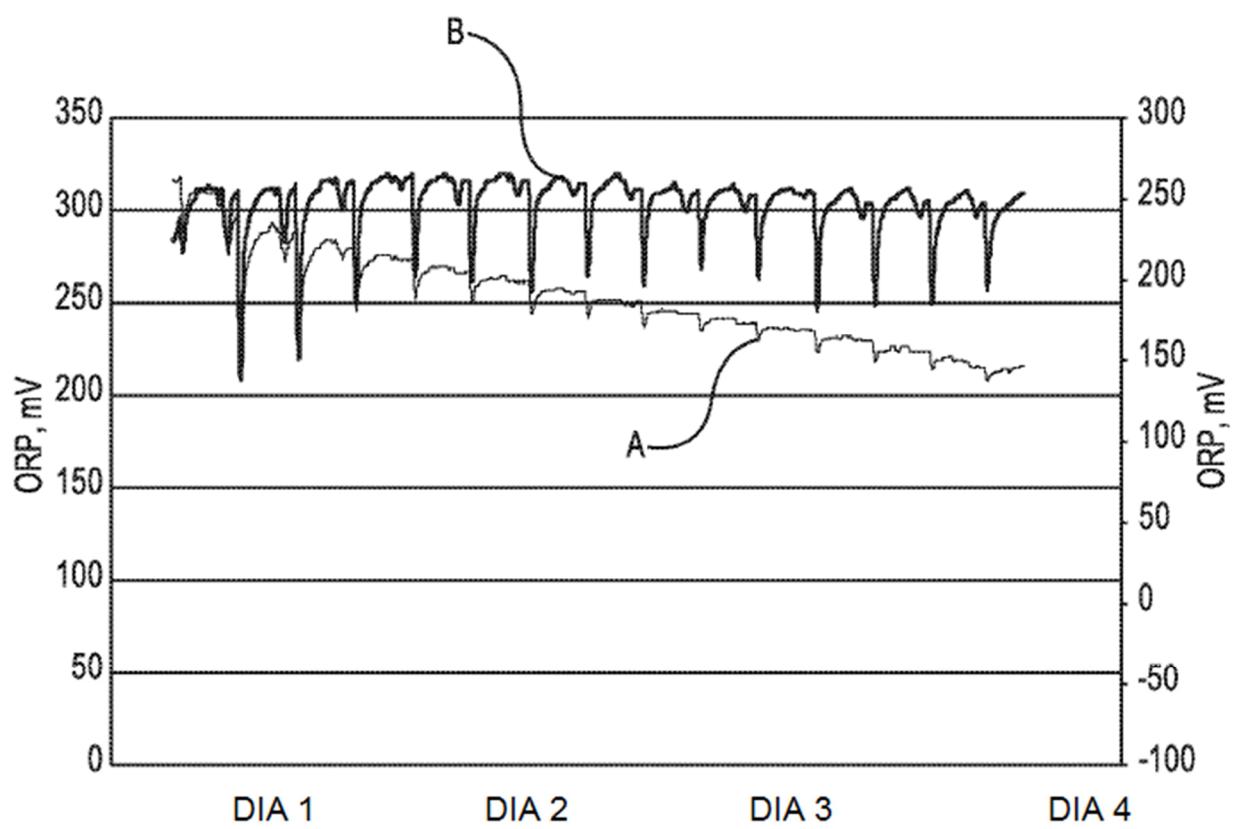


Fig. 8

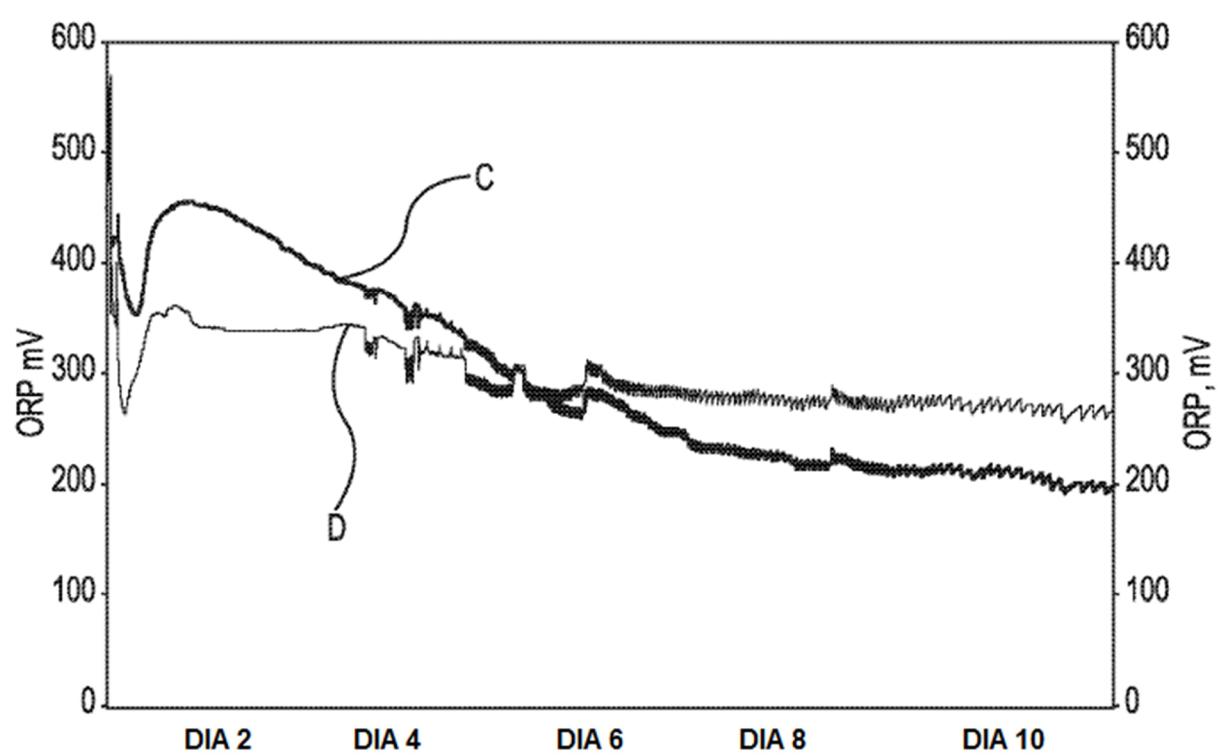


Fig. 9

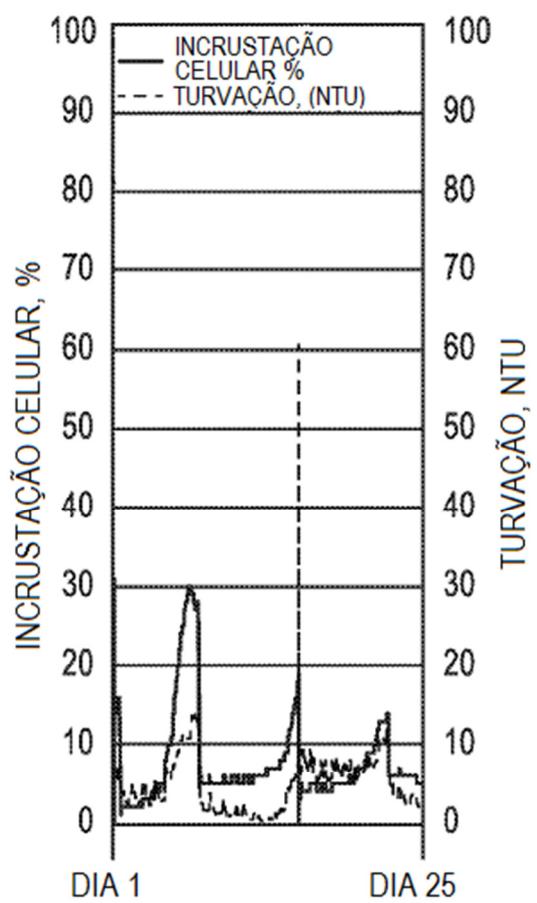


Fig. 10

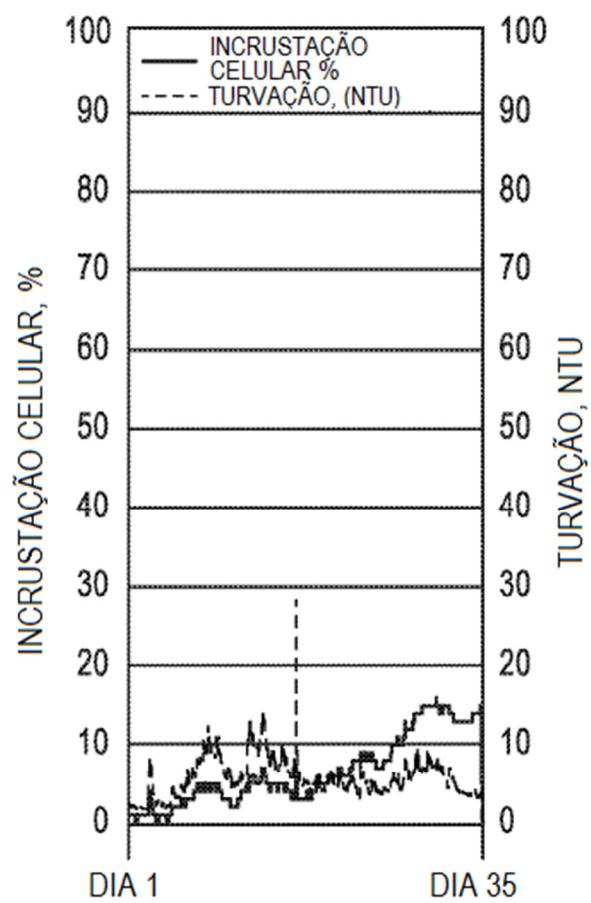


Fig. 11