



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112020007682-1 B1

(22) Data do Depósito: 12/10/2018

(45) Data de Concessão: 23/01/2024

(54) Título: MÉTODO PARA CONTROLAR E REMOVER BIOFILME EM CONTATO COM SISTEMA AQUOSO, E, COMPOSIÇÃO

(51) Int.Cl.: A01N 25/30; A01N 33/02; A01N 33/14; A01N 41/04; C02F 1/50; (...).

(30) Prioridade Unionista: 18/10/2017 US 62/573,871.

(73) Titular(es): SOLENIS TECHNOLOGIES, L.P..

(72) Inventor(es): JOHN S. CHAPMAN; CORINNE E. CONSALO.

(86) Pedido PCT: PCT US2018055526 de 12/10/2018

(87) Publicação PCT: WO 2019/079106 de 25/04/2019

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/04/2020

(57) Resumo: Trata-se de um método para controlar e remover biofilme em uma superfície em contato com um sistema industrial aquoso, que compreende a etapa de adicionar uma quantidade eficaz de agente interruptivo de biofilme e adicionar um biocida ao sistema aquoso que é tratado para reduzir e remover micróbios formadores de biofilme de uma superfície em contato com o sistema aquoso. Uma composição biocida sinérgica também é revelada.

“MÉTODOS PARA CONTROLAR E REMOVER BIOFILME EM CONTATO COM SISTEMA AQUOSO, E, COMPOSIÇÃO”

REFERÊNCIA CRUZADA À APLICAÇÃO RELACIONADA

[0001] Este pedido reivindica prioridade do Pedido de Patente Provisório nº 62/573.871, depositado em 18 de outubro de 2017, o qual é incorporado no presente documento a título de referência em sua totalidade.

CAMPO DA TÉCNICA

[0002] A presente revelação refere-se ao controle de micro-organismos em um ambiente aquoso.

ANTECEDENTES

[0003] Os biofilmes microbianos em sistemas e estruturas industrial, comercial e cívico têm impactos negativos substanciais no funcionamento e na operação desses sistemas e estruturas, o que inclui redução da transferência de calor, obstrução de canos e linhas, que servem como reservatório de patógenos, que causam falhas mecânicas e estruturais, que promovem corrosão, contaminando e degradando produtos, água potável e água de recreação, e que reduzem os valores estéticos.

[0004] Os biofilmes são definidos no contexto deste documento como micróbios que se depositam, prendem e depois crescem ou existem em superfícies. Podem ser compostos por uma única espécie ou ser de várias espécies e podem consistir em bactéria, vírus, fungo, alga e micro-organismos ou macro-organismos eucarióticos, como ameba, diatomáceas, nematoides e vermes. Os biofilmes podem existir submersos em líquido, em zonas de respingo, ambientes úmidos, e até ambientes secos, como aqueles encontrados nas superfícies de estátuas e edifícios. Os biofilmes são estruturalmente compostos por células microbianas envolvidas em uma matriz polimérica molecularmente diversa composta de polissacarídeos, proteína, DNA e numerosas moléculas pequenas. Em ambientes naturais, eles também podem conduzir sujeira, solo, matéria vegetal e outros componentes ambientais. Esse material é geralmente referido como lodo. A anatomia de um biofilme é amplamente influenciada pela composição do ambiente e pela força cisalhante fornecida pelo movimento da matriz sobre o filme.

[0005] As consequências dos micróbios que vivem em um ambiente fixo, em oposição à flutuação livre no fluido a granel, são extensas com a expressão diferenciadora de micróbios de seu genoma que varia de alguns genes a quase 50% de seu genoma. Essas mudanças têm um efeito imenso na suscetibilidade das células de biofilme a biocidas químicos, antibióticos e outros fatores de estresse ambiental. Além das alterações fisiológicas generalizadas, as células de biofilme existem na matriz polimérica que podem interferir no acesso de biocidas ou antibióticos às células, o que reduz ainda mais sua suscetibilidade. Mudanças na suscetibilidade a biocidas e antibióticos de mais de mil vezes foram documentadas.

[0006] A abordagem mais comum para o controle de biofilmes tem sido a aplicação de biocidas químicos que incluem biocidas oxidantes, reativos e ativos na membrana. Independentemente da classe mecanicista de biocidas, os biofilmes se mostraram muito mais recalcitrantes à sua ação inibitória e biocida pelas razões discutidas no parágrafo anterior, o que resulta na necessidade de aplicar altas concentrações de biocida para alcançar o efeito desejado.

[0007] Biocidas oxidantes são comumente usados como agentes de controle de biofilme em uma ampla variedade de áreas industrial, comercial e cívica, porque são baratos e eficazes contra micróbios planctônicos. Eles podem ser um controle microbiano eficaz, porém altas taxas de aplicação, custos de tratamento e efeito corrosivo dos oxidantes nos materiais de construção, além de limitações regulatórias em alguns casos, muitas vezes dificultam sua aplicação a taxas efetivas de controle de biofilme a longo prazo.

[0008] Os biocidas oxidantes, embora possam matar porções substanciais da população de biofilmes, não são eficazes na remoção de biofilmes da superfície. Isso não é satisfatório, pois alguns dos efeitos negativos de biofilmes decorrem de sua presença física na superfície. Por exemplo, os biofilmes são excelentes isolantes e impedem enormemente a transferência de calor em torres de refrigeração e refrigeradores e, embora um biofilme tratado possa estar substancialmente morto, ainda assim isolará a superfície. Além disso, o grande número de células mortas fornece ao fragmento sobrevivente da população tratada uma fonte de nutrientes e os

biofilmes tendem a crescer novamente de modo rápido para sua densidade original.

[0009] Tratamentos adjuntos na forma de materiais interruptivos de biofilme foram administrados em conjunto com biocidas para aumentar a eficácia tanto na morte dos micróbios, quanto na remoção deles da superfície. Esses agentes interruptivos de biofilme geralmente são surfactantes aniônicos, catiônicos ou não iônicos, cujo mecanismo presumido é interagir com a estrutura de biofilme, o que permite tanto uma penetração mais eficiente do biofilme pelo biocida, quanto à remoção de biofilme por suas propriedades ativas de superfície. Apesar da longa presença desses agentes interruptivos de biofilme no mercado, eles geralmente são subutilizados, provavelmente devido à eficácia dos programas de tratamento tanto com o uso de biocidas oxidantes, quanto biocidas não oxidantes. No entanto, as preocupações do mercado, custo e meio ambiente provocaram o desejo de reduzir o uso de biocidas sem reduzir a eficácia de programas de controle microbiano e o interesse em dispersantes tem aumentado em muitos mercados, principalmente em águas de resfriamento industriais. Conforme seria de se esperar, as habilidades relativas desses agentes interruptivos de biofilme estão na faixa de ruim para boa e sua eficácia pode ser influenciada pela composição da matriz a granel. Também se poderia esperar que algumas combinações de biocidas oxidantes e agentes interruptivos de biofilme fossem mais eficazes que outros baseados na interação de sua química e efeito na estrutura de biofilme.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0010] A descrição detalhada a seguir é meramente exemplificadora por natureza e não pretende limitar a invenção ou a aplicação e usos da invenção. Adicionalmente, não há intenção de ficar vinculada por qualquer teoria apresentada no antecedente anterior da invenção ou na seguinte descrição detalhada.

[0011] Surpreendentemente, verificou-se que algumas combinações de biocidas, preferencialmente biocidas oxidantes e agentes interruptivos de biofilme, exibem controle sinérgico de biofilmes tanto em termos de matá-los, quanto removê-los da superfície. O efeito total da combinação de biocidas e agentes interruptivos de biofilme é muito maior que o mero efeito aditivo dos dois produtos químicos, de modo que as

quantidades de um ou de ambos os produtos químicos possam ser bastante reduzidas e ainda atingir o ponto final desejado do controle de biofilme. Essa interação sinérgica não foi encontrada para todas as combinações de produtos químicos, nem em todas as razões dos dois produtos químicos.

[0012] É revelado um método de controle e remoção de biofilme em superfícies em contato com um sistema industrial aquoso que compreende a etapa de adicionar uma quantidade eficaz de agente interruptivo de biofilme e adicionar biocida ao sistema aquoso que está sendo tratado para reduzir e remover micróbios formadores de biofilme de uma superfície em contato com o sistema aquoso.

[0013] A invenção também fornece uma composição sinérgica que compreende um agente interruptivo de biofilme e um biocida.

[0014] Biocidas oxidantes úteis na invenção incluem hipocloreto de sódio, hipocloreto de cálcio e outros sais de hipocloreto, ácido hipocloroso, ácido hipobromoso, biocidas de monohaloamina derivados de hidróxido de amônio, cloreto de amônio, sulfato de amônio, bicarbonato de amônio, brometo de amônio, carbonato de amônio, carbamato de amônio, sulfato de amônio, nitrato de amônio, oxalato de amônio, persulfato de amônio, fosfato de amônio, sulfeto de amônio, ureia e derivados de ureia e outros compostos que contêm nitrogênio capazes de doar um íon amônio, sendo que reage com uma porção química de cloro ou bromo, como um oxidante clorado ou bromado, preferencialmente ácido hipocloroso ou hipocloreto, sendo hipocloreto preferível; e misturas de compostos de cloramina derivados de amônio, como monoclорamina e dicloramina. Tais biocidas de haloamina são conhecidos na técnica, ver, por exemplo, os documentos US 7285224, US 7052614, US 7837883, US 7820060. Outros biocidas oxidantes incluem dibromonitrilo propionamida, bromocloro-dimetil-hidantoína e outras hidantoínas halogenadas e ácido tricloroisocianúrico. Biocidas não oxidantes usadas contra biofilmes e que se espera que funcionem com o dispersante incluem biocidas de isotiazolona, glutaraldeído, formaldeído e compostos liberadores de formaldeído, cloreto de tetraquis-hidroxifosfônio, além de outros biocidas não catiônicos.

[0015] O agente interruptivo de biofilme usado na invenção é um surfactante

aniônico, preferencialmente um surfactante aniônico de sulfonato. Os surfactantes aniônicos de sulfonato para uso na presente invenção incluem alquil sulfonatos, alquil sulfonatos primários e secundário lineares ou ramificados e os alquil sulfonatos aromáticos alquil lineares ou ramificados. Particularmente preferidos são os surfactantes de alquilbenzeno sulfonato, como sulfonato de benzeno de dodecil de sódio. Outros sais de sulfonato de benzeno de dodecil também podem ser usados, pois o contraíon (sódio, neste caso) não tem influência no mecanismo do agente interruptivo.

[0016] Os alquilbenzenos sulfonatos lineares (às vezes também referidos como LABS) são uma família de compostos orgânicos com a fórmula $C_6H_5C_nH_{2n+1}$. Tipicamente, a média n situa-se entre 10 e 16. Os alquilbenzenos lineares estão geralmente disponíveis como uma faixa alquil média, como o grupo alquil médio pode ser $C_{12}-C_{15}$ ou $C_{12}-C_{13}$ ou $C_{10}-C_{13}$.

[0017] Dodecilbenzenossulfonatos de sódio (“SDBS”) são alquilbenzenossulfonatos. A maioria dos dodecilbenzenossulfonatos de sódio é um membro dos alquilbenzenossulfonatos lineares, o que significa que o grupo dodecil ($C_{12}H_{25}$) não é ramificado. Esta cadeia dodecil pode ser ligada na posição 4 do grupo benzenossulfonato.

[0018] A invenção também fornece uma composição sinérgica que compreende um agente interruptivo de biofilme e um biocida, em que o agente interruptivo de biofilme é dodecilbenzenossulfonatos de sódio e o biocida é uma haloamina, preferível selecionada a partir de monohaloamina, di-haloamina e combinações dos mesmos. A haloamina pode ser cloramina. Preferencialmente, a razão entre o agente interruptivo de biofilme e o biocida é de 1 parte do biocida para mais que 1 parte do agente interruptor de biofilme. A razão em peso de biocida para agente interruptivo de biofilme pode ser de 1:1 a 1:20, mais preferível para 1:1 a 1:8.

[0019] As interações de dois produtos químicos em uma composição podem ocorrer de três maneiras possíveis. Na primeira maneira, os dois produtos químicos interagem de maneira negativa para diminuir o efeito combinado da composição, de como que o resultado alcançado seja inferior do que o que seria esperado de suas

atividades combinadas. Portanto, se um agente por si só alcança um valor de 50 em uma medida variável e o segundo agente por si só alcança um valor de 50, em uma interação negativa, o valor de redução combinado para os dois seria inferior a 100. Outra maneira pela qual eles podem interagir é a aditiva, na qual o resultado final é a simples adição dos dois valores. Portanto, dois agentes, cada um capaz de atingir um valor de 50, são combinados, seu valor total combinado seria 100. Na terceira maneira, que é a mais desejável no caso de controle microbiano, o resultado da combinação de dois agentes, cada um capaz de atingir um valor 50, seria algum valor superior a 100.

[0020] Os pesquisadores desenvolveram uma fórmula para medir a natureza e a extensão das interações entre os componentes de uma composição. Na área de controle microbiano, a equação mais comumente usada é a descrita em Kull et al (Kull et al., 1961, J. Appl. Microbiology 9:538), que por referência é incorporada neste documento. Exemplos recentes do uso dessa equação em patentes são o documento nº US 9555018, combinações sinérgicas de ácidos orgânicos úteis para controlar micro-organismos em processos industriais, e o documento nº US 8778646, método de tratamento de micro-organismos durante propagação, condicionamento e fermentação com o uso de extratos de ácido de lúpulo e ácido orgânico. A equação de Kull original usava a concentração inibitória mínima de agentes antimicrobianos (MIC) como os pontos finais de determinação. Os valores MIC são a menor concentração medida de agente antimicrobiano que resulta na inibição de uma cultura microbiana. A inibição pode ser determinada visualmente exterminando-se a turbidez de uma cultura microbiana, pode ser determinada pela contagem de células viáveis por métodos microscópicos ou baseados em cultura, ou por alguma medida de atividade metabólica, entre outros meios possíveis. A equação é apresentada abaixo:

[0021] Índice de Sinergia = $(\text{Ponto final a} / \text{Ponto final A}) + (\text{Ponto final b} / \text{Ponto final B})$ em que o Ponto final A é o do agente A por si só, o Ponto final a é o do agente A em combinação com o agente B, o Ponto final B é o do agente B por si só, e o Ponto final b é o do agente B em combinação com o agente A.

[0022] Neste trabalho, a eficácia dos agentes isoladamente e em combinação foi

determinada pela mediação do número de células viáveis em biofilmes modelos restantes após tratamento. O valor mínimo para erradicar o biofilme (MBEC) é definido como uma redução de 95% no número de células viáveis comparadas com o controle não tratado. Os dispersantes relativamente não tóxicos são incapazes de atingir esse nível de abate com concentrações fisicamente possíveis, portanto, para esses agentes, o MBEC é considerado o valor mais alto testado. Já que esse valor é usado como divisor na equação do índice de sinergia, esse valor mais alto testado é, na realidade, uma subestimação do MBEC e, portanto, os valores de índice de sinergia também são subestimados.

[0023] Esta invenção se destina principalmente ao uso em águas de processo industrial, particularmente em torres de resfriamento, evaporadores, refrigeradores e condensadores, mas será útil em qualquer processo industrial em que biofilmes se formem em matrizes aquosas em detrimento do processo. Prevê-se que a invenção também possa ser usada em processamento de fluidos geotérmicos, extração de petróleo e gás e processos com o uso de sistemas limpos no local.

[0024] A concentração do agente interruptor de biofilme, como SDBS, a ser usado está na faixa de 1 a 100 mg por litro (ppm) de água no sistema aquoso que está em tratamento, ou 1 a 50 mg/l, preferencialmente de 1 a 15 mg/l, preferencialmente de 2 a 10 mg/l, e mais preferencialmente de 2 a 6 mg/l.

[0025] Biocida em base de nível ativo como Cl_2 é geralmente dosado em quantidade de pelo menos 1,0 ppm como Cl_2 ou pelo menos 1,5 ppm como Cl_2 ou preferível pelo menos 2 ppm como Cl_2 ou superior, ou pelo menos 2,5 ppm como Cl_2 ou superior e até 15 ppm como Cl_2 ou mais preferível até 10 ppm como Cl_2 baseado em mg de biocida por litro de água que é tratada. Preferencialmente, a dosagem de biocida é de 1,5 mg a 10 mg de biocida por litro de água que é tratada.

[0026] Preferencialmente, a razão em peso de agente interruptivo de biofilme em relação ao biocida, preferencialmente biocida oxidante, é de uma parte 1 de biocida para mais do que 1 parte de agente interruptivo de biofilme. A razão em peso de biocida para agente interruptivo de biofilme pode ser de 1:1 a 1:40, preferencialmente de 1:1 a 1:20, mais preferencialmente de 1:1 a 1:8. Cada componente é medido em

peso.

[0027] Uma pessoa versada na técnica seria capaz de determinar o melhor ponto de dosagem, mas, no geral, a montante diretamente da localização contaminada é preferida. Por exemplo, a invenção pode ser aplicada a um poço da torre de resfriamento ou diretamente à caixa de distribuição da torre de resfriamento, desse modo, tratando o sistema de água de resfriamento.

[0028] O agente interruptivo de biofilme e o biocida oxidante podem ser adicionados sequencialmente ou simultaneamente ou os componentes podem ser misturados juntos e adicionados como uma composição única.

EXEMPLOS

[0029] Exemplo 1. EFEITOS SINÉRGICOS DE MONOCLORAMINA E SDBS

[0030] Estudos de resposta à dose foram realizados para determinar a concentração mínima para erradicar o biofilme (MBEC) para monocloramina SDBS isoladamente. O MBEC é definido como a concentração de agente que reduz a população viável de biofilme em 95% do valor de controle não tratado, conforme medido pelas contagens de viáveis em placas. Foram realizados experimentos para determinar o resultado da combinação dos dois agentes, biocida oxidante monocloramina e dispersante SDBS, em populações de biofilme. Os experimentos examinaram três concentrações de monocloramina com quatro concentrações de SDBS. O SDBA usado nos exemplos foi Bio-Soft™ D-4 (Stepan Company, Northfield, IL).

[0031] O meio M9YG é um meio de sal mínimo simples suplementado com 500 mg/l de glicose e extrato de levedura a 0,01%. A composição de sais destina-se a imitar uma composição típica de água da torre de resfriamento. A composição do meio é feita com o uso do seguinte procedimento: a composição de sal 5XM9 é misturada com o uso de 64 gramas de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 15 gramas de KH_2PO_4 , 2,5 gramas de NaCl e 5 gramas de NH_4Cl em um litro de água. Isto é dividido em alíquotas de 200 ml e esterilizado (por autoclave). A 750 ml de água desionizada estéril, são adicionadas as soluções de suplementos estéreis enquanto se agita. Aparecerá um precipitado branco por adição do CaCl_2 , mas se dissolverá com agitação. A solução

suplementar é de 200 ml de composição 5XM9, 2 ml de 1M MgSO₄, 0,1 ml de 1M CaCl₂, 20 ml de glicose a 20%, 1 ml de extrato de levedura a 10% e água suficiente para produzir 1.000 ml de solução. Veja referência: Molecular Cloning - A Laboratory Manual (Segunda Edição). 1989. J. Sambrook & T. Maniatis. Cold Spring Harbor Press

[0032] O inóculo usado nos exemplos foi de culturas noturnas de *Pseudomonas putida*. *Pseudomonadas* são contaminantes comuns de água de resfriamento, e enquanto as populações de água de resfriamento são polimicrobianas, as *Pseudomonadas* são frequentemente usadas em estudos como representativos da população como um todo.

[0033] Os biofilmes foram cultivados em cupons de aço inoxidável 316 em um reator CDC de biofilme com o uso de meio de crescimento mínimo de sais M9YG por um período de vinte e quatro horas. Adicionou-se SDBS isoladamente, monocloramina isoladamente e combinações do oxidante e do dispersante às cavidades de uma placa de cultura celular de 12 cavidades. Um controle foi feito com meios M9YG. Após o cultivo dos biofilmes, cada cupom das hastes no reator CDC foi desaparafusado e caiu em uma cavidade da placa. A placa foi então incubada durante duas horas a 28 °C com agitação. Após a incubação, os cupons foram removidos da cavidade e colocados em 5 ml de solução salina tamponada com fosfato (PBS) e sonicados por seis minutos. As células viáveis liberadas no fluido foram então determinadas por um método de chapeamento.

[0034] Os índices de sinergia foram calculados conforme descrito em Kull et al. como no exemplo 1.

[0035] A tabela 1 mostra que a monocloramina isoladamente exigiu uma concentração de 20 mg/l para alcançar uma redução na população de biofilme viável superior a 90%, e 800 mg/l de SDBS alcançaram uma redução de 48,62%. No entanto, muitas razões dos dois agentes examinados exibiram maior atividade do que se poderia esperar, apenas adicionando-se a dos dois agentes isoladamente. Por exemplo, uma combinação de 2,5 mg/l MCA (1/8 do valor de MCA isoladamente) e 25 mg/l, 1 SDBS (1/32 do valor de SDBS isoladamente) é capaz de atingir a meta de MBEC de 95% de redução em células viáveis de biofilme. Este efeito sinérgico é obtido

com razões de MCA para SDBS de 1:1,25 a 1:31,2.

Tabela 1. Efeitos sinérgicos de monoclорamina e SDBS	% Redução de biofilme	Índice de sinergia	Razão MCA:SDBS
Controle não tratado	0		
20 mg/l MCA	93,58		
312 mg/l SDBS	48,62		
10 mg/l MCA : 78 mg/l SDBS	95,93	0,75	1:7,8
10 mg/l MCA : 39 mg/l SDBS	99,8	0,625	1:3,9
10 mg/l MCA : 19,5 mg/l SDBS	99,59	0,563	1:1,95
10 mg/l MCA : 9,8 mg/l SDBS	99,8	0,531	1:0,98
5 mg/l MCA : 78 mg/l SDBS	98,91	0,5	1:15,6
5 mg/l MCA : 39 mg/l SDBS	97,98	0,375	1:7,8
5 mg/l MCA : 19,5 mg/l SDBS	98,91	0,313	1:3,9
5 mg/l MCA : 9,8 mg/l SDBS	97,98	0,281	1:1,95
2,5 mg/l MCA : 78 mg/l SDBS	97,98	0,375	1:31,2
2,5 mg/l MCA : 39 mg/l SDBS	95,93	0,25	1:15,6
2,5 mg/l MCA : 9,8 mg/l SDBS	97,14	0,156	1:3,9

Exemplo 2. EFEITOS SINÉRGICOS DE MISTURA DE MONOCLORAMINA/DICLORAMINA E SDBS

[0036] Foram realizados estudos de resposta à dose para determinar a concentração mínima para erradicar o biofilme (MBEC) para a mistura de monoclорamina/dicloramina (MCA/DCA) e SDBS isoladamente. O MBEC é definido como a concentração de agente que reduz a população viável de biofilme em 95% do valor de controle não tratado, conforme medido pelas contagens de viáveis em placa. Experimentos foram então realizados para determinar o resultado da combinação dos dois agentes, biocida oxidante MCA/DCA e benzenossulfonato de sódio dispersante,

em populações de biofilme. Os experimentos examinaram duas concentrações de MCA/DCA com quatro concentrações de benzenossulfonato de sódio.

[0037] Resumidamente, os biofilmes foram cultivados em cupons de aço inoxidável 316 em um reator CDC de biofilme com o uso de meios de crescimento mínimo de sais M9YG por um período de vinte e quatro horas. Adicionou-se SDBS isoladamente, monocloramina isoladamente e combinações do oxidante e do dispersante às cavidades de uma placa de cultura celular de 12 cavidades. Um controle foi feito com meios M9YG. Após o cultivo dos biofilmes, cada cupom das hastes no reator CDC foi desparafusado e caiu em uma cavidade da placa. A placa foi então incubada durante duas horas a 28 °C com agitação. Após a incubação, os cupons foram removidos das cavidades e colocados em 5 ml de solução salina tamponada com fosfato (PBS) e sonicados por seis minutos. As células viáveis liberadas no fluido foram então determinadas por um método de chapeamento.

[0038] Os índices de sinergia foram calculados pelo método de Kull et al. como no exemplo 1.

[0039] Conforme mostra a tabela 2 abaixo, MCA/DCA isoladamente exigiu uma concentração de 10 mg/l para alcançar uma redução na população viável de biofilme superior a 90%, e 312 mg/l de SDBS alcançaram uma redução de 84,58%. No entanto, muitas razões dos dois agentes examinados exibiram maior atividade do que se poderia esperar, apenas adicionando-se a dos dois agentes isoladamente. Por exemplo, uma combinação de 2,5 mg/l MCA/DCA (1/8 do valor de MCA isoladamente) e 9,8 mg/l SDBS (1/32 do valor de SDBS isoladamente) é capaz de atingir o ponto final MBEC de 99% de redução em células viáveis de biofilme. Este efeito sinérgico é obtido com razões de MCA/DCA para SDBS de 1:1,6 a 1:31,6.

Tabela 2: Efeitos sinérgicos da mistura de monocloramina/dicloramina e SDBS	% Redução de biofilme	Índice de sinergia	razão MCA-DCA:SDBS
Controle			
10 mg/l MCA-DCA	97,03		

Tabela 2: Efeitos sinérgicos da mistura de monocloramina/dicloramina e SDBS	% Redução de biofilme	Índice de sinergia	razão MCA-DCA:SDBS
312 mg/l SDBS	84,58		
2,5 mg/l MCA-DCA : 79 mg/l SDBS	99,94	0,5	1:31,6
2,5 mg/l MCA-DCA :39 mg/l SDBS	99,9	0,38	1:15,6
2,5 mg/l MCA-DCA : 19,5 mg/l SDBS	99	0,31	1:7,8
2,5 mg/l MCA-DCA : 9,8 mg/l SDBS	99,96	0,28	1:3,9
2,5 mg/l MCA-DCA : 3,9 mg/l SDBS	99,9	0,26	1:1,6
5 mg/l MCA-DCA : 39 mg/l SDBS	97,31	0,63	1:7,8
5 mg/l MCA-DCA :19,5 mg/l SDBS	99,59	0,56	1:3,9
5 mg/l MCA-DCA : 9,8 mg/l SDBS	99,3	0,53	1:1,96

[0040] Embora pelo menos uma realização exemplificadora tenha sido apresentada na descrição detalhada anterior, deve-se observar que existe um grande número de variações. Deve-se também observar que a realização exemplificadora ou realizações exemplificadoras são apenas exemplos, e não pretendem limitar o escopo, aplicabilidade ou configuração da invenção de qualquer modo. Em vez disso, a descrição detalhada anterior fornecerá aqueles versados na técnica um roteiro conveniente para implementar uma realização exemplificadora, sendo que se estende que várias mudanças podem ser feitas na função e disposição dos elementos descritos em uma realização exemplificadora sem se afastar do escopo da invenção, conforme estabelecido nas reivindicações anexas e seus equivalentes legais.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar e remover biofilme em uma superfície em contato com um sistema aquoso caracterizado pelo fato de que compreende a etapa de adicionar um agente interruptivo de biofilme e um biocida ao sistema aquoso, em que o agente interruptivo de biofilme é dodecilbenzenossulfonatos de sódio em uma quantidade de 1 miligrama/litro (mg/l) a 39 mg/l com base no volume de água que é tratado, em que o biocida é selecionado do grupo que consiste em monoclорamina ou uma mistura de monoclорamina e dicloramina, em uma quantidade de 1 mg/l a 10 mg/l com base em cloro ativo, e em que a razão de agente interruptivo de biofilme para o biocida é de 1:1 a 1:40.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a concentração de agente interruptivo de biofilme a ser dosada está na faixa de 2 a 15 mg/l, ou de 2 mg/l a 10 mg/l, ou de 2 a 6 mg/l com base no volume de água no sistema aquoso que é tratado.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema aquoso é selecionado do grupo que consiste em torres de resfriamento, evaporadores, refrigeradores, condensadores, fábricas de papel e celulose, caldeiras, águas residuais, águas residuais recuperadas, pastas minerais, pastas de amido, pastas de argila, água de biorrefino, lama, suspensões coloidais, águas de irrigação, águas de petróleo e gás e combinações dos mesmos.

4. Composição caracterizada pelo fato de que compreende um agente interruptivo de biofilme e um biocida, em que o agente interruptivo de biofilme é dodecilbenzenossulfonatos de sódio e o biocida é monoclорamina ou uma mistura de monoclорamina e dicloramina.