



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

(21) BR 102018000208-2 A2



(22) Data do Depósito: 04/01/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 16/07/2019

(54) **Título:** DISPOSITIVO FOTÔNICO DESCONTAMINADOR DE FLUIDOS INDUSTRIAIS

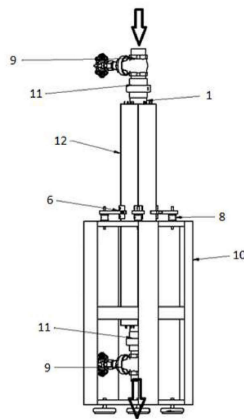
(51) **Int. Cl.:** C02F 1/32; A61L 2/10.

(52) **CPC:** C02F 1/325; C02F 2201/322; A61L 2/10.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP.

(72) **Inventor(es):** VANDERLEI SALVADOR BAGNATO; BRUNO PEREIRA DE OLIVEIRA; DANIEL JOSÉ CHIANFRONE; VINICIUS SIGARI MORAIS.

(57) **Resumo:** A presente invenção refere-se a um dispositivo de descontaminação por irradiação de luz ultravioleta, o qual se aplica a linhas de fluidos industriais. Mais precisamente, a presente invenção revela um dispositivo fotônico para descontaminar fluidos de processos de carregamentos industriais, em que o objetivo é propiciar uma redução sistêmica dos agentes químicos aplicados durante o processo produtivo nas indústrias, obtendo uma redução eficiente da carga microbiana presentes nos fluidos, tendo assim uma garantia contra agentes biológicos presentes e maior tempo de vida útil do volume de fluido utilizado.



DISPOSITIVO FOTÔNICO DESCONTAMINADOR DE FLUIDOS INDUSTRIAIS**Campo de Aplicação**

[001] A presente invenção se insere no campo das tecnologias relacionadas à descontaminação de fluidos industriais em que poderá ser aplicado na água de carregamento de hortaliças e/ou alimentos minimamente processado *in natura* e também em indústrias farmacêuticas que necessitam de descontaminação de água de carregamento.

Fundamentos da Invenção

[002] O consumo de alimentos *in natura* é notadamente crescente. A ingestão dos alimentos com a máxima característica organoléptica preservada, em comparação à lavoura é adequada e desejada, porém perigosa, devido aos contaminantes presentes advindos das manipulações ocorridas anteriormente.

[003] Por este motivo, faz-se necessário eliminar os agentes patogênicos causadores de infecções ou propagações de enfermidades para o ser humano. Tais problemas também se relacionam às plantas produtivas de outros setores, tais como as indústrias farmacêuticas e aos bioprocessos que requerem uma descontaminação em um fluido que circula.

[004] Atualmente, para realizar o controle microbiológico, aplicam-se ácidos aos fluidos, tal como o ácido peracético, que é amplamente utilizado nas indústrias do setor alimentício, afim de controlar a concentração de agentes patogênicos. Logo, o uso exacerbado do mesmo faz com que se tenha um controle e imposição dos limites de uso. Assim, a *Foundation Drug and Administration* (FDA), que é um órgão internacional, recomenda um limite máximo de uso destes ácidos em torno de 80ppm, sugerindo ainda uma redução

veemente destes limites de consumo. Outro agente químico muito utilizado é o cloro, que em casos especiais chega a ter uma concentração de 200ppm, e em um processo normal apresenta a variação da concentração utilizada entre 30 e 40ppm. É, ainda, importante mencionar que usualmente durante o processamento de alimentos são utilizados esses dois agentes químicos.

[005] Em observação a este cenário, é fato que os setores industriais estão trabalhando muito próximo da faixa limite da quantidade de ácidos permitida. Devido à sistematização, à existência de problemas socioambientais, além de riscos graves aos manipuladores e/ou consumidores, devem ser buscadas novas alternativas de tecnologias que viabilizem a paralisação do uso excessivo de agentes químicos e que conservem facilidade e usabilidade.

[006] Uma das alternativas sugeridas para solucionar essa necessidade do estado da técnica é a tecnologia óptica com aplicação de luz germicida na faixa do UV-C, e a utilização de agentes sanitizantes, tal como a água com ozônio, que não gera resíduos químicos.

[007] Desta forma, com o surgimento de tais alternativas é possibilitada uma diminuição das concentrações de ácidos, ou, ainda, a sua minimização. Viabiliza-se, assim, o investimento em métodos para descontaminar sistemas e, além disso, tornar possível o reuso de fluidos, como por exemplo, a água.

Estado da Técnica

[008] O documento W02010123296 relata um dispositivo voltado à descontaminação de fluidos que consiste em um tubo transparente que contém, no interior de sua parede, LEDs que

irradiam luz na faixa do ultravioleta para a parte de dentro do tubo. A configuração da irradiação no referido documento se baseia em tubos espirais circundando um conjunto de LEDs, sendo aplicado, preferencialmente, em água cristalina, o que se distancia do propósito e objetivo da presente invenção. Além disso, apresenta formato de elipse com LEDs e constitui de um dispositivo de secagem integrado, inserindo gases secantes internamente para uma transmissão da luz UV, sendo também necessária uma refrigeração, diferentemente do que ocorre na presente invenção, que não requer dissipação do calor e adição de gases secantes internamente em etapa anterior ao processo de descontaminação de gases.

[009] O documento US20150284266A1 intitulado "*ultraviolet disinfection apparatus and disinfection method*" apresenta um aparelho de descontaminação ultravioleta que usa uma fonte de luz que inclui uma pluralidade de LEDs UV com ação de descontaminação combinada com um condensador leve, irradiando, assim, raios ultravioletas profundos com alta intensidade no objeto a ser tratado, o que resulta certa eficiência. Assim, o objeto a ser saneado passa através do percurso de fluxo, e a fonte de luz e o condensador de luz se encontram dispostos externamente ao caminho desse fluxo. Diferentemente, a presente invenção propõe um dispositivo convergente fotônico de formato circunférico, que prevê a utilização de lâmpadas emissoras de luz na faixa do UV-C e com baixa pressão interna, não havendo uma limitação para o seu funcionamento com relação à transmissão dos raios no fluido que circula. Além disso, enquanto o referido documento americano descreve o uso de uma distância em torno de 1cm juntamente com um aparato condensador a ser aplicado para o

funcionamento, a presente invenção não prevê este range de limitação de 1cm, apresentando superioridade e aplicabilidade em diferentes fluidos devido à relação constituída de vazão e raio do tubo com as disposições das lâmpadas.

[010] Os documentos US20130236353A1, intitulado "*Device for disinfecting gases and/or liquids*" e KR20120119980A, intitulado "*Ultraviolet radiation tube*" referem-se a dispositivos para descontaminar de gases e/ou líquidos que consistem em um sistema construtivo composto de estruturas metálicas, lâmpadas ou LEDs com comprimento de onda na faixa germicida e com um tubo central cilíndrico composto de material vítreo que apresenta uma capacidade de transmissão. Assim, este tubo possibilita o escoamento de gases e/ou líquidos, afim de descontaminar os fluidos durante algum processo de carregamento e/ou transporte de uma indústria, necessitando, no entanto, de agentes químicos.

[011] Contudo, na invenção do dispositivo supracitado observa-se uma configuração construtiva referente ao posicionamento dos aparatos emissores, os quais são fixados de forma pontual, circundando espiralmente o tubo, não sendo demonstrado se há uma correlação da amplitude óptica para a garantia de não haver lacunas ópticas (pontos sem iluminação). O espaçamento observado gera um gradiente de intensidade luminosa, tendo, assim, uma perda na eficiência e capacidade de morte dos agentes em questão. Em contrapartida, na presente invenção, a distribuição luminosa atende à lei de Lambert-Beer, resultando em um mecanismo configurado para não haver variação dessa intensidade, uma vez que estão fixados diametralmente os pontos luminosos, e

em sua totalidade, há exposição à irradiação da luz no decorrer do comprimento. Outro ponto importante é que os pontos luminosos são distribuídos de forma a alcançar simetria e espaçamento equidistante para diminuição dos efeitos de decréscimo da intensidade luminosa, que decai inversamente proporcional à distância, isto é, quanto maior a distância menor será a intensidade. A presente invenção está configurada de forma que a distribuição óptica e a intensidade tenham a menor perda possível devido aos efeitos de simetria.

[012] Portanto, tendo em vista as anterioridades levantadas e acima discutidas, nenhum dos documentos do estado da técnica descreve um dispositivo convergente fotônico para descontaminar fluidos industriais que propicie uma redução sistêmica dos agentes químicos aplicados durante o processo produtivo nas indústrias, tal como a presente invenção.

[013] Além disso, cabe ressaltar que a configuração da presente invenção foi programada obedecendo às leis da óptica geométrica. Outro fato a se atentar é a forma hexagonal de disposição dos conjuntos de lâmpadas, as quais apresentam a mesma área de irradiação em relação ao tubo de circulação.

Breve Descrição da Invenção

[014] A presente invenção refere-se a um dispositivo de descontaminação por irradiação de luz ultravioleta, o qual se aplica nas linhas de escoamento de fluidos. Mais precisamente, a presente invenção revela um dispositivo fotônico para descontaminar fluidos de processos de carregamentos industriais, em que o objetivo é propiciar uma redução sistêmica dos agentes químicos aplicados durante o

processo produtivo nas indústrias, obtendo uma redução eficiente da carga microbiana presentes nos fluidos, tendo assim uma garantia contra agentes biológicos presentes e maior tempo de vida útil do volume de fluido utilizado.

Breve Descrição das Figuras

[015] A Figura 1 é uma representação gráfica em vista lateral do sistema de descontaminação de UV da água de carregamento mostrando a direção de fluxo da água para a descontaminação.

[016] A Figura 2 é uma representação gráfica em vista superior do dispositivo de descontaminação de água de carregamento.

[017] A Figura 3 apresenta o dispositivo proposto em vista explodida, mostrando sua possível configuração de montagem.

[018] As Figuras 4a, 4b e 4c são representações gráficas do sistema mecânico do dispositivo com a inserção da parte eletrônica.

[019] A Figura 5 apresenta graficamente os resultados preliminarmente obtidos utilizando uma planta semi-industrial, testada em laboratório.

[020] A Figura 6 apresenta a esquematização referente ao ciclo do fluido de carregamento de um processo produtivo de uma planta de alimentos, em que se representa o processo atualmente disponível no estado da técnica, sem a utilização da ação de luz e apenas com agentes químicos.

[021] A Figura 7 apresenta a esquematização de um processo de água de carregamento, em que não se utiliza a tecnologia da luz ultravioleta, somente agentes químicos.

[022] A Figura 8 é uma ilustração base de um processo

produtivo para uma indústria alimentícia, representando a produção de vegetais congelados e minimamente processados.

Descrição Detalhada da Invenção

[023] A presente invenção refere-se a um dispositivo de descontaminação por irradiação de luz ultravioleta, o qual poderá ser aplicado em linhas de fluidos. Mais precisamente, a presente invenção revela um dispositivo fotônico para descontaminar fluidos de processos de carregamentos industriais e/ou água de circulação, em que o objetivo é propiciar uma redução sistêmica dos agentes químicos aplicados durante o processo produtivo nas indústrias, obtendo uma redução eficiente da carga microbiana presente nos fluidos, tendo assim uma garantia contra agentes biológicos presentes e maior tempo de vida útil do volume de fluido utilizado.

[024] Para tanto, o referido dispositivo fotônico compreende pelo menos:

- um tubo (1);
- entre quatro a vinte e quatro lâmpadas (2);
- um suporte central (3);
- quatro travas de fixação (4);
- uma tampa estrutural (5);
- duas conexões de rosca (6);
- quatro pinos (7);
- quatro coxins (8) minimizadores de vibração;
- duas válvulas esferas (9);
- uma estrutura metálica (10);
- duas uniões metálicas (11);
- três tampas (12);
- seis LEDs indicadores das lâmpadas (13);

- um suporte para eletrônica dos sistemas digitais de controle em conjunto com o display de interação a máquina (14);
- uma caixa de fixação com a luz de indicação de energia (15);
- seis reatores (16);
- relé (17) de acionamento;
- fonte de alimentação (18) e fixação de reatores (16);
- um microcontrolador (19);
- um botão on/off (20), e
- uma fonte de alimentação de 5V (21).

[025] É importante mencionar que a quantidade dos elementos descritos acima pode variar conforme a configuração construtiva, isto é, se houver variação do número de lâmpadas, conseqüentemente deverá haver alteração na quantidade de cada um dos elementos. Contudo, essa alteração não excede o escopo da presente invenção, sendo uma mera alteração quantitativa, ainda prevista nos cálculos aqui revelados.

[026] A Figura 2 apresenta a configuração construtiva geral do dispositivo aqui revelado. Ainda, nesta mesma figura apresenta-se a configuração construtiva com a vista inferior do referido dispositivo, somente mostrando a sua parte mecânica. Já na Figura 1, apresenta-se o dispositivo com o sentido de fluxo sendo indicado por duas setas.

[027] O tubo (1) é constituído de quartzo e se encontra na região central do dispositivo, sendo circundado pelas lâmpadas (2). Essa composição possibilita uma distribuição homogênea da luz, em que cada par de lâmpadas encontra-se diametralmente oposto, assim, os raios são emitidos de forma

circular no tubo. O material do tubo (1) necessita ser à base de sílica, que apresente a configuração dos cristais de forma estruturada para que tenha a possibilidade de passagem do UVC. Assim, devido ao fato de o quartzo apresentar um processo de obtenção cujos parâmetros para alcançar tal característica, são bem estabelecidos na literatura, ele é o material preferencial para constituição do tubo (1). Porém, outros materiais opcionais que apresentem uma estrutura transparente passível de passagem da luz UV, podem ser utilizados.

[028] As lâmpadas (2) estão posicionadas de forma concêntrica ao tubo (1) de quartzo. Para os raios emitidos para fora do tubo (1), foram inseridas tampas (12) que refletem esta irradiação para dentro do tubo (1) aumentando a eficiência do tratamento, com a função adicional de proteger o operador da irradiação emitida pelo dispositivo.

[029] Ainda, o referido tubo (1) é responsável pelo escoamento da água em sua porção interna de carregamento. No que tange às suas dimensões, apresenta, preferencialmente, uma espessura na faixa de 2 a 10mm e um comprimento de 10 a 100cm, opcionalmente particionado em uma ou mais unidades que trabalham mutuamente.

[030] As lâmpadas (2) são UV-C, as quais podem ser lâmpadas de alta, média e baixa pressão, e com o espectro de emissão na faixa de 200 a 400nm.

[031] A relação de distribuição das lâmpadas (2) deve ser de 4 a 24 lâmpadas distribuídas de forma a circundar o tubo (1), que deve obedecer a uma simetria de emissão óptica, assim que for posicionada de forma diametralmente oposta cada lâmpada inserida (em forma de pares), respeitando a

relação de diâmetro de 1 a 20 cm e uma variação de intensidade de 0,003 a 1000 W/cm².

[032] O suporte central (3) é o responsável pela fixação da estrutura do dispositivo. É posicionado internamente à estrutura metálica (10) e estabilizado pelo coxim (8), que por sua vez é sobreposto pela peça de trava de fixação (4), de modo a estabilizar o sistema interno que agrega o tubo de quartzo (1).

[033] As travas de fixação (4), por sua vez, compreendem um meio de fixação das lâmpadas (2). Cada unidade de descontaminação de água de carregamento é composta por quatro peças para o perfeito funcionamento.

[034] A tampa estrutural (5) é constituída de materiais metálicos que conferem resistência mecânica à mesma podendo ser de ferro, alumínio, inox entre outros. Esta é aplicada para o perfeito posicionamento das lâmpadas (2) inseridas em conferência da estabilidade. Assim aplica-se à fixação das lâmpadas (2) nos suportes base do projeto, que são compreendidos por hastes laterais para suporte e estabilização da estrutura circundando todo o tubo de quartzo (1).

[035] As conexões de rosca (6) são responsáveis por permitir o acoplamento dos tubos de linha da montante e jusante, para a circulação do fluido. São compreendidas por duas peças localizadas uma à entrada e outra à saída da tubulação no dispositivo aqui revelado.

[036] Os pinos (7) de encaixe têm a função de fixar o tubo (1) e as lâmpadas (2) na estrutura base de sustentação que é prevista para variar de 110 a 400mm e diâmetro do cilindro de 2 a 5 mm. Conjuntamente com os coxins (8), os

pinos (7) ainda inibem as vibrações advindas do funcionamento da bomba do sistema de tubulação.

[037] Os coxins (8) são de borracha e constituídos no formato padrão, sendo dotados de parafusos fixantes que por sua vez, também se apresentam em borracha e auxiliam na inibição das vibrações sofridas devido ao processo de bombeamento de fluidos.

[038] As válvulas esferas (9) são conectadas à jusante e montante do tubo (1). São instaladas duas unidades destas válvulas esferas (9) para o controle do fluxo ou fechamento para manutenção ou eventuais emergências. A estrutura metálica (10) é constituída de aço com dimensão que varia de 140 mm a 9000nm. Ainda, a referida estrutura metálica (10) é uma estrutura sólida que serve como base de fixação e posicionamento das lâmpadas (2) e todos os outros componentes do dispositivo aqui revelado. Adicionalmente, é previsto que a referida estrutura metálica contenha quatro elevações nas suas extremidades, que contribuem para estabilização do equipamento.

[039] As uniões metálicas (11) são responsáveis por interligar as conexões de rosca (6) com as válvulas (9) e a tubulação da linha produtiva em que o dispositivo da presente invenção trabalha.

[040] As tampas (12) são fixadas nas seis faces pertencentes ao dispositivo, com uma forma hexagonal, sendo constituída por três repartições, em três conjuntos independentes visando facilitar a fixação e a retirada das mesmas, para eventuais manutenções preventivas e/ou corretivas. Logo, ocorre uma contribuição para a proteção e ajuda nas reflexões da irradiação ultravioleta e, com esta

característica, aumentam a contribuição e energia entregue ao fluido descontaminado.

[041] A estrutura metálica (10) estrutural é utilizada para o posicionamento da caixa de fixação com a luz de indicação de energia (15), dos LEDs indicadores das lâmpadas (13).

[042] Também se encontram embutidos à estrutura metálica (10), os reatores (16), relé (17) de acionamento com a fonte de 12V (18). Na parte frontal está fixado o display de interação (14), o botão on/off (20), os LEDs indicadores das lâmpadas (13) com a luz de indicação (15), o microcontrolador (19) e uma fonte de 5V (21). Por conseguinte, as Figuras 4a, 4b e 4c apresentam essa composição eletrônica do dispositivo.

[043] Para avaliar o potencial do dispositivo da presente invenção, a seguir são apresentados os resultados dos testes e experimentos realizados.

Testes e experimentos

[044] Inicialmente, para um primeiro teste como prova de princípio, foi transportado um dispositivo de bancada, construído de forma a testar o potencial da luz UV para uma água de carregamento. Este dispositivo tem um baixo fluxo de escoamento de aproximadamente 8L/min em um sistema fechado de recirculação como mostrado na Figura 5, e uma intensidade luminosa de aproximadamente 6mW/cm² com faixa de emissão no comprimento de onda entre 200 a 300nm.

[045] Para este teste foram retirados, aproximadamente, 200mL da água presente na entrada de uma fábrica de alimentos, em pontos distintos. O primeiro local, considerado pelo setor de controle de qualidade como o mais

contaminado, detém a água de recepção para retirar medidas de controle e a quantificação de microrganismos presentes na mesma (amostra controle). No segundo ponto, foi retirada uma amostra de mais adiante da linha de processamento, que já estava tratada com o ácido peracético com uma concentração de aproximadamente 70ppm durante todo o processo de manufatura, sendo aplicado a cada 15 minutos de processo em todos os equipamentos e fluidos circulantes, presentes na empresa. Logo, o setor de qualidade atestou que este era o padrão ouro pertencente à empresa.

[046] Outro ponto de coleta foi justamente após o alimento ser lixiviado e carregado por tubulações de aço galvanizado da recepção até o início do *blanching* (início do processo para congelar os vegetais). Nesta amostra não estava presente nenhum tipo de agente químico para diminuição da carga bacteriana, apresentando o mesmo padrão da água utilizada como controle. Assim, fez uma circulação da mesma amostra no sistema durante um tempo de aproximadamente 20 minutos com uma dose entregue de aproximadamente 194mJ/m² na solução.

[047] Seguidamente, foram levadas amostras para o laboratório da fábrica para os procedimentos padrões de verificação da quantidade de microrganismos presentes e os mesmos foram contabilizados em NMP (número mais provável), que representa a quantidade de unidade formadora de colônias dos microrganismos.

[048] Na Tabela 1 a seguir, são apresentados os resultados dos testes preliminares realizados com água de carregamento industrial. Foram inseridos os testes preliminares decorrentes dos sistemas de testes feitos em

laboratório.

Tabela 1 - testes preliminares realizados com água de carregamento industrial.

Amostras	Resultados
Recepção (sem UV)	>1100 NMP
Tratado com Hiperacetico	150 NMP
Recepção (Tratado com UV)	93 NMP

[049] Como é mostrado na Tabela 1, fica evidente que o resultado para água controle apresenta um número maior que 1100 número mais provável de crescimento (NMP). Já quando a água é tratada com o ácido peracético, ocorre uma diminuição para 150 NMP, caracterizando uma redução aproximadamente de 87% da carga microbiana.

[050] Contudo, o teste realizado com o fluido circulante comparado ao de controle teve uma redução percentual de aproximadamente 91,55% de microrganismos presentes.

[051] O teste com o agente químico (ácido peracético) é considerado padrão no tratamento de água, e quando é comparado com o teste utilizando a luz UV, apresentou uma capacidade de eliminação de 5% maior na redução dos agentes biológico presentes. Sabe-se que a água que é tratada com ácido tem a necessidade de troca, devido ao acúmulo químico cada vez que se faz a inserção para o controle de proliferação dos microrganismos.

[052] Com estes dados preliminarmente compreendidos, foi idealizado o dispositivo descrito na presente invenção. Dada sua construção, foram realizados testes microbiológicos para a verificação da capacidade de morte do sistema

relacionando-o com o tempo.

[053] Assim, para a realização do procedimento microbiológico, seguiram-se os seguintes passos:

- Passo 1: Construção de um dispositivo em escala, constituído por uma bomba centrífuga para circulação, uma caixa para lavagem dos vegetais, sistema de conexão feita por tubos de PVC e conexões de aço galvanizado, representados na Figura 5.

- Passo 2: No laboratório de microbiologia foi produzido o chamado inóculo (solução com uma concentração de microrganismo conhecida) e mantido em agitador com a velocidade angular de 150rpm a uma temperatura controlada de 37°C contendo a cepa de microrganismo *E. coli* com um volume de ~500mL.

- Passo 3: Foi adquirido brócolis *in natura*, e cortado em pedaços padronizados contendo 20g e tamanho similares, sendo imersas 5 unidades dentro da solução e agitado por um tempo de 2 min para uma perfeita homogeneização.

- Passo 4: O tempo para a realização do experimento foi de 0, 10, 30, 50, 70min, com a vazão máxima permitida pelo sistema, algo próximo de 90L/min e uma potência luminosa de 180W.

- Passo 5: Em seguida, foram retiradas alíquotas da água de circulação para a certificação da não existência de agentes microbiológicos, uma amostra controle (tempo 0), e seguidamente amostras nos tempos decorrentes.

- Passo 6: A análise da quantidade de agentes biológicos presentes foi realizada pelo método *pour plate* de inoculação, em que a água de circulação do vegetal é separada, e os pedaços padronizados de brócolis são colocados em uma solução

estéril e agitada por um tempo de aproximadamente 1 minuto (HARRIGAN, 1998).

- Passo 7: A mistura obtida no passo anterior foi levada a uma estufa com temperatura controlada de 37°C durante um período de 24 horas, após foi realizada a contagem e o *plot* do resultado mostrado na Figura 6. Ressalta-se que este método é considerado um pouco mais preciso na quantificação e a unidade é medida em \log_{10} de Unidade formadora de colônia por mililitro (UFC/mL).

[054] De maneira simplificada, pode-se entender que os resultados adquiridos são advindos das doses entregues na solução circulantes de maneira suficiente para ocasionar a morte dos agentes microbiológicos presentes na água.

[055] Como é mostrado na tabela 1, verificou-se que os resultados sem o tratamento apresentam um número maior que 1100NMP (Número Mais Provável) de crescimento, enquanto que após a aplicação do ácido peracético ocorre uma diminuição para 150NMP, representando uma redução de aproximadamente 87% da carga microbiana.

[056] Entretanto, quando realizado o teste a uma circulação de fluido, na quantidade da mesma amostra durante um tempo de 20 minutos em um teste de bancada com uma lâmpada com potência de 4W, concluiu-se que houve uma diminuição de aproximadamente 91,55%, em relação à quantidade inicial de microrganismos.

[057] Ao serem comparados os métodos químicos com a luz de UV, verificou-se que no tratamento UV houve uma capacidade 5% maior de eliminação dos agentes biológicos presentes.

[058] A luz ultravioleta (UVC) que foi utilizada é nociva aos microrganismos, e a literatura atual diz que

ocorrem ataques da radiação na replicação e ou transcrição da fita de DNA e/ou RNA dos mesmos. Ainda, é discutido que a energia necessária para ocasionar danos irreversíveis que levam à morte dos agentes está inserida no range de 220 a 270nm do comprimento de onda (GOMEZ-LOPEZ, 2007).

[059] Portanto, os constituintes genéticos presentes no interior das células (DNA/RNA) absorvem nesta faixa do espectro e a energia contida durante a irradiação da luz forma fotoprodutos que danificam fita de DNA prejudicando seriamente a reprodução e proliferação levando-os a morte.

[060] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Referências Bibliográficas

GOMEZ-LOPEZ, Vicente M. et al. Pulsed light for food decontamination: a review. Trends in food science & technology, v. 18, n. 9, p. 464-473, 2007.

HARRIGAN, Wilkie F. Laboratory methods in food microbiology. Gulf Professional Publishing, 1998.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo fotônico descontaminador de fluidos industriais, **caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos:

- um tubo (1) elaborado com material de estrutura transparente passível de passagem da luz ultravioleta (UV);
- entre quatro a vinte e quatro lâmpadas (2), posicionadas em pares diametralmente opostos de forma simétrica, circundando o tubo (1), respeitando a relação de diâmetro de 1 a 20 cm e uma variação de intensidade de 0,003 a 1000 W/cm²;
- um suporte central (3);
- quatro travas de fixação (4);
- uma tampa estrutural (5);
- duas conexões de rosca (6);
- quatro pinos (7);
- quatro coxins (8) minimizadores de vibração;
- duas válvulas esferas (9);
- uma estrutura metálica (10);
- duas uniões metálicas (11);
- três tampas (12);
- seis LEDs indicadores das lâmpadas (13);
- um suporte para eletrônica dos sistemas digitais de controle em conjunto com um display de interação a máquina (14);
- uma caixa de fixação com a luz de indicação de energia (15);
- seis reatores (16);
- relé (17) de acionamento;
- fonte de alimentação (18) e fixação de reatores (16);

- um microcontrolador (19);
- um botão on/off (20), e
- uma fonte de alimentação de 5V (21).

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o tubo (1) ser preferencialmente um tubo de quartzo disposto na região central e ser circundado pelas lâmpadas (2), em que apresenta, preferencialmente, uma espessura na faixa de 2 a 10mm e um comprimento de 10 a 100cm, opcionalmente particionado em uma ou mais unidades que trabalham mutuamente.

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de as lâmpadas (2) serem posicionadas de forma concêntrica ao tubo (1), e serem lâmpadas UV-C, construídas como alta, média e baixa pressão, e com o espectro de emissão na faixa de 200 a 400nm.

4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de as tampas (12) refletirem a irradiação de raios emitidos para fora do tubo (1) para dentro do tubo (1), e serem fixadas em seis faces pertencentes ao dispositivo, com uma forma hexagonal, sendo fixadas por um conjunto de tampas constituídas por três repartições de proteção e aumento de raios refletidos, em três conjuntos independentes.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o suporte central (3) ser posicionado internamente à estrutura metálica (10) e estabilizado pelo coxim (8).

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de os coxins (8) serem sobrepostos pela peça de trava de fixação (4), e serem responsáveis pela

estabilização do sistema interno que agrega o tubo de quartzo (1), em que os referidos coxins são de borracha e dotados de parafusos fixantes de borracha.

7. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a trava de fixação (4) compreender um meio de fixação das lâmpadas (2), em que cada unidade de descontaminação de água de carregamento é composta por um conjunto de peças dotado das lâmpadas (2), suporte central (3), reatores (16), sistemas eletrônicos e tubo (1).

8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a tampa estrutural (5) ser constituída de materiais metálicos selecionados do grupo que consiste em ferro, alumínio ou inox e aplicar-se à fixação das lâmpadas (2) nas hastes laterais (8).

9. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de as conexões de rosca (6) compreenderem duas peças, sendo uma localizada à entrada da tubulação no dispositivo e outra à saída da tubulação no dispositivo; e permitir o acoplamento dos tubos de linha da montante e jusante.

10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de os pinos (7) fixarem o tubo (1) e as lâmpadas (2) na estrutura base de sustentação, e viabilizarem uma variação de 400 a 9000m de altura e diâmetro do cilindro de 2 a 127mm.

11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de as válvulas esferas (9) serem conectadas à jusante e montante do tubo (1) e instaladas em duas unidades no controle do fluxo ou fechamento de manutenção ou, em eventuais emergências.

12. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a estrutura metálica (10) ser constituída de aço com dimensão que varia de 140 a 9000 mm, e ser uma estrutura sólida para base de fixação e posicionamento das lâmpadas (2) e dos outros componentes do referido dispositivo, sendo ainda previsto que a referida estrutura metálica (10) contenha quatro elevações de estabilização nas suas extremidades.

13. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de as uniões metálicas (11) interligarem a conexão de rosca (6) com as válvulas (9) e a tubulação da linha produtiva em operação.

14. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1 ou 12, **caracterizado** pelo fato de a estrutura metálica (10) ser acoplada à ligação elétrica posicionada na parte traseira da caixa para fixação (15), em que tal estrutura (10) embute reatores (16) juntamente com relés (17) de acionamento com a fonte de 12V (18), em que à parte frontal da caixa para fixação (15) está fixado o display de interação (13), o botão on/off (20), os LEDs indicadores das lâmpadas (13) com a luz de indicação de energia (15), o microcontrolador (19) e uma fonte de 5V (21).

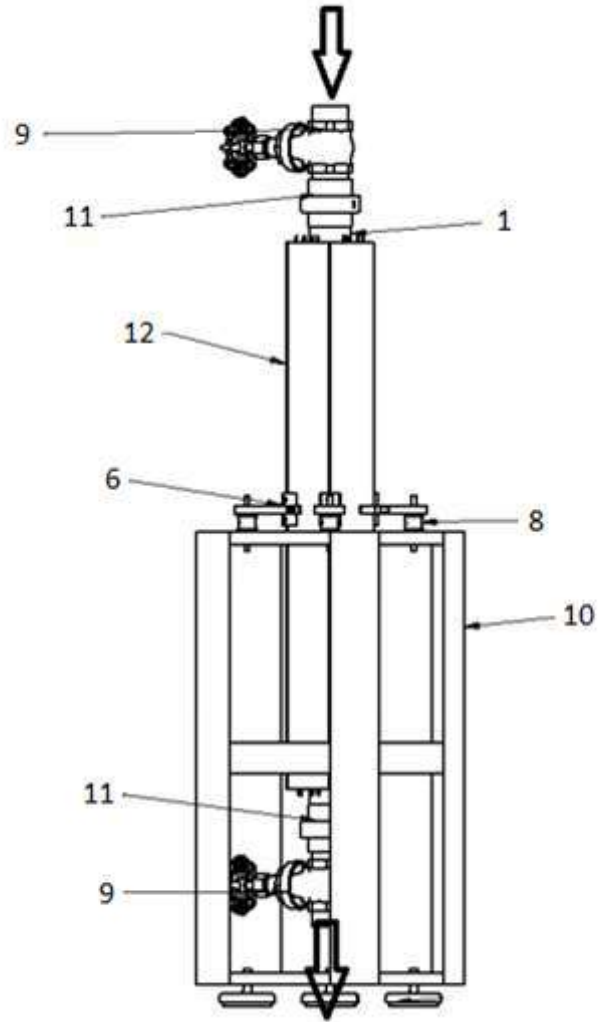


Figura 1

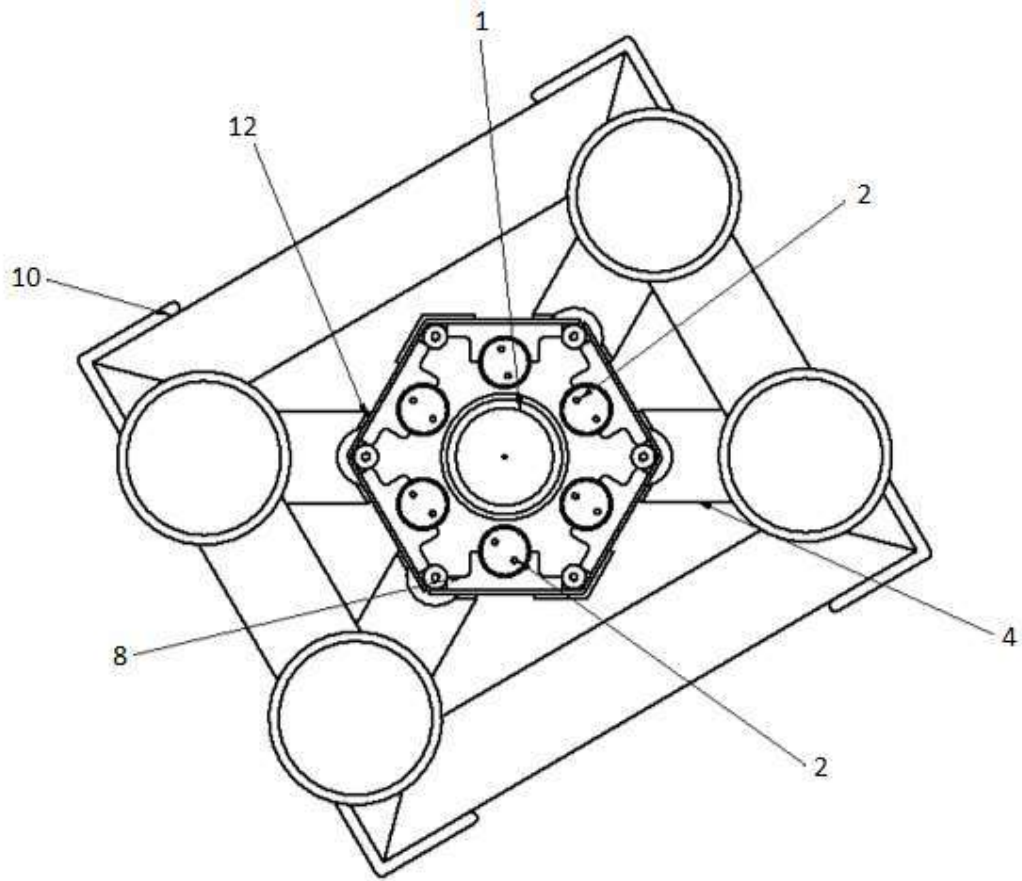


Figura 2

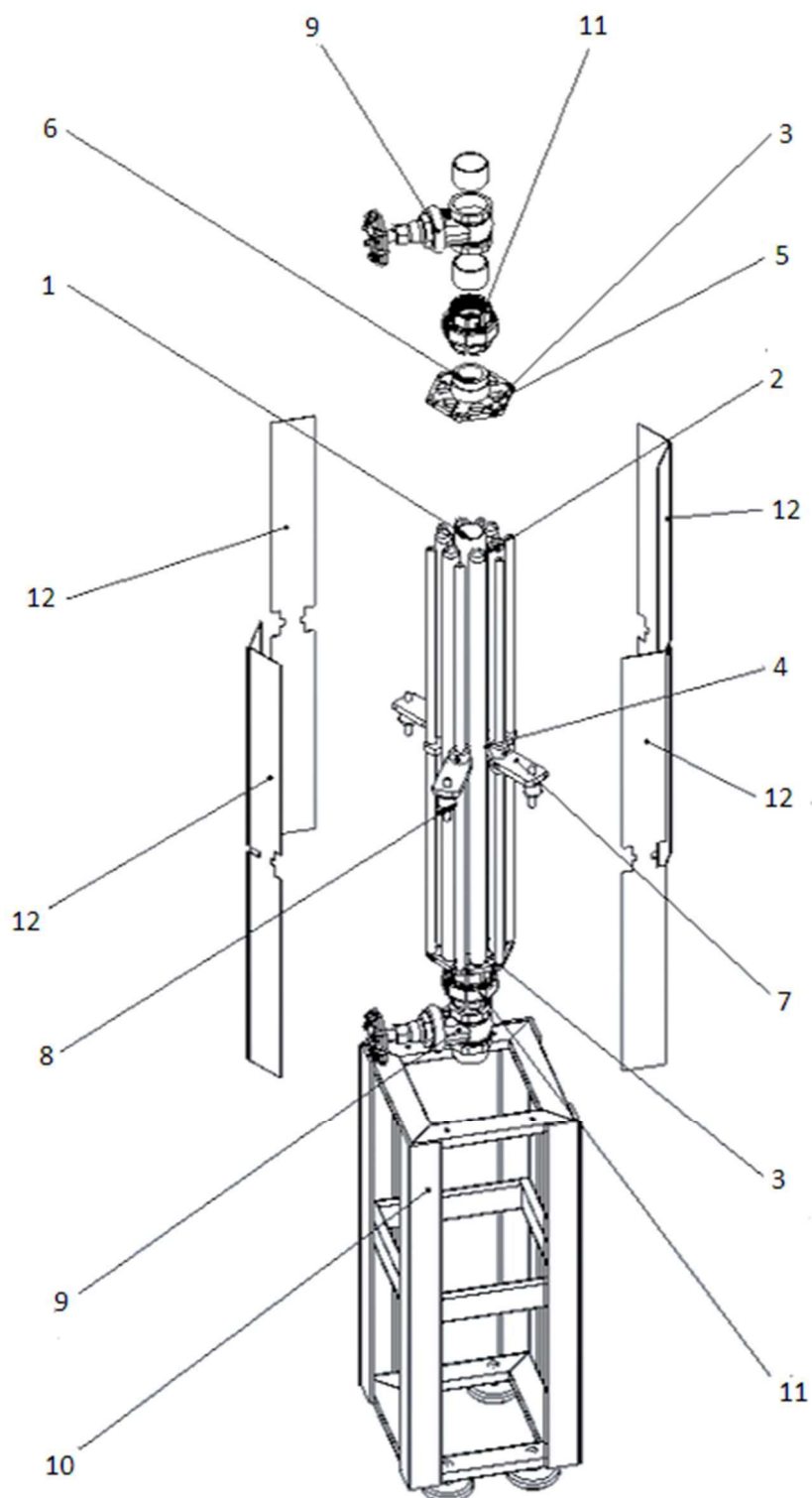


Figura 3

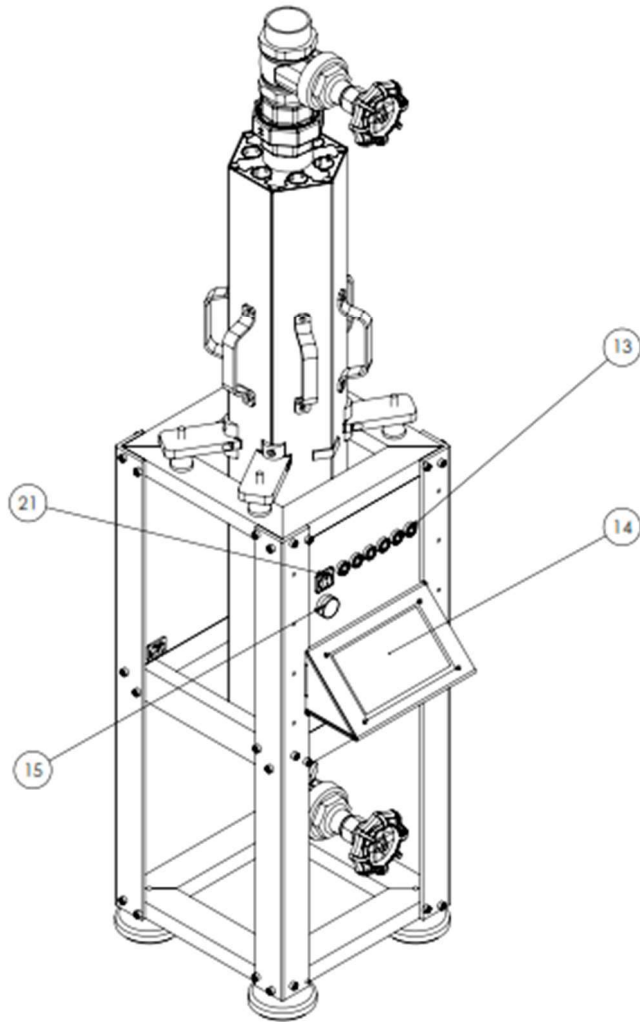


Figura 4a

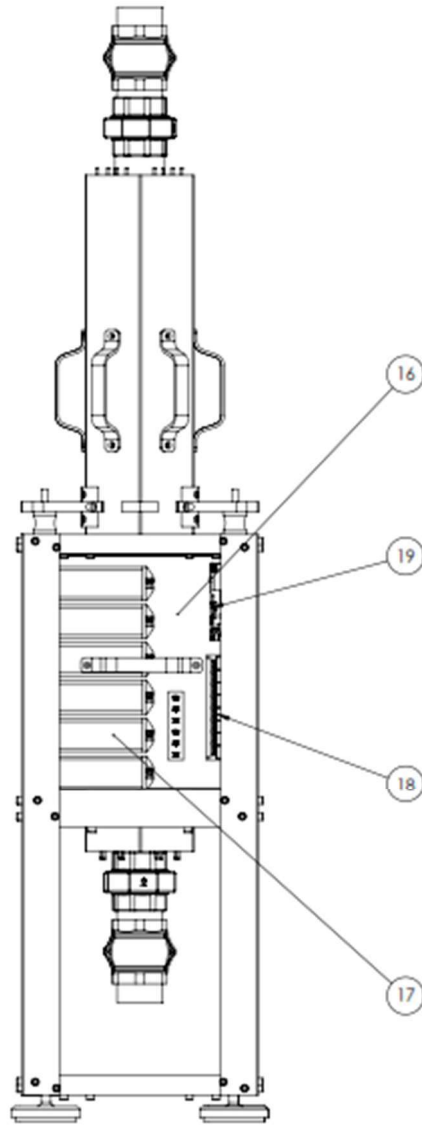


Figura 4b

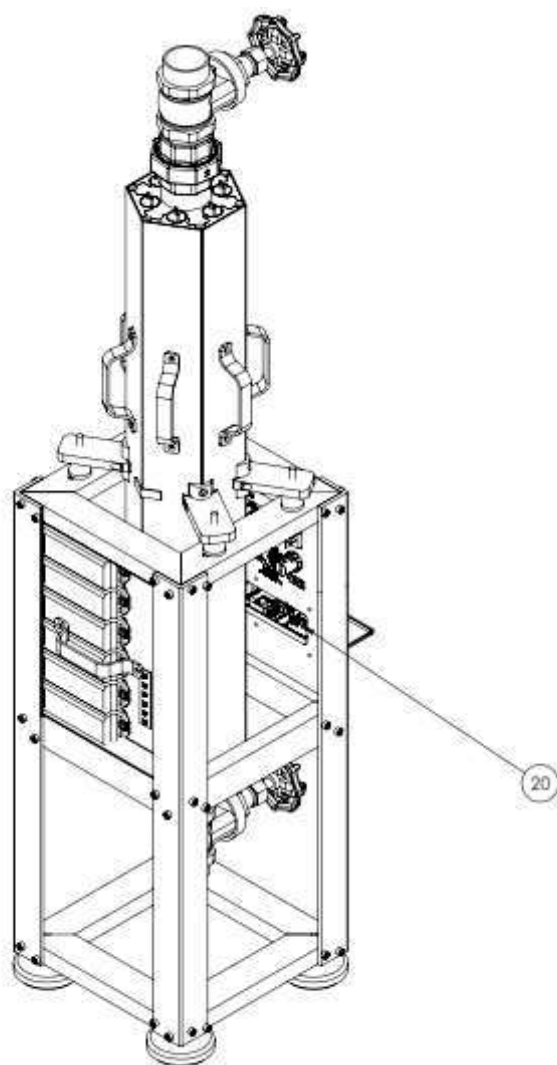


Figura 4c

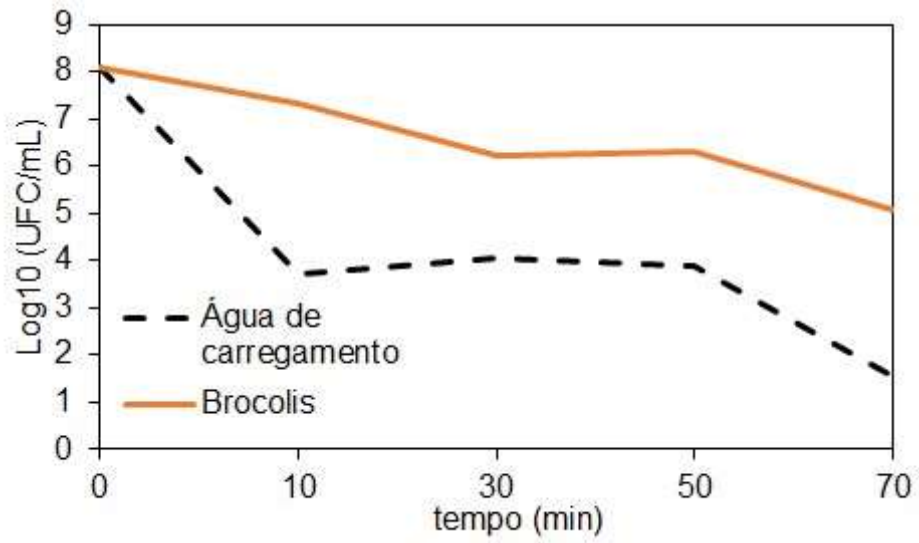


Figura 5

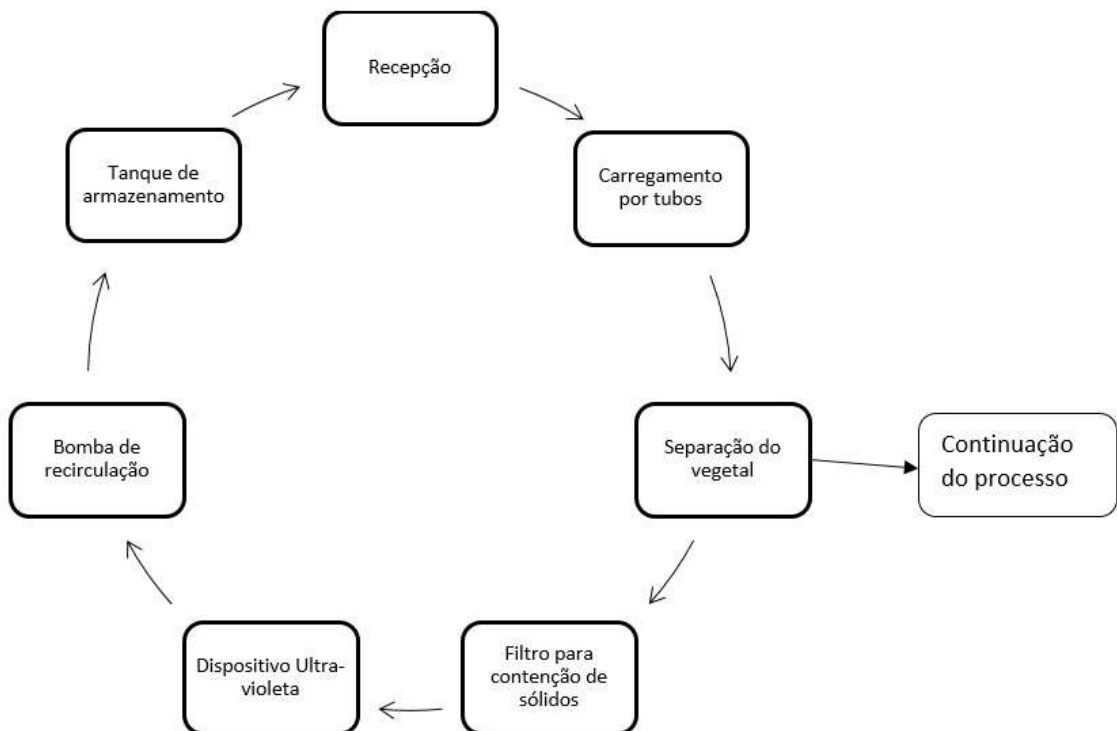


Figura 6

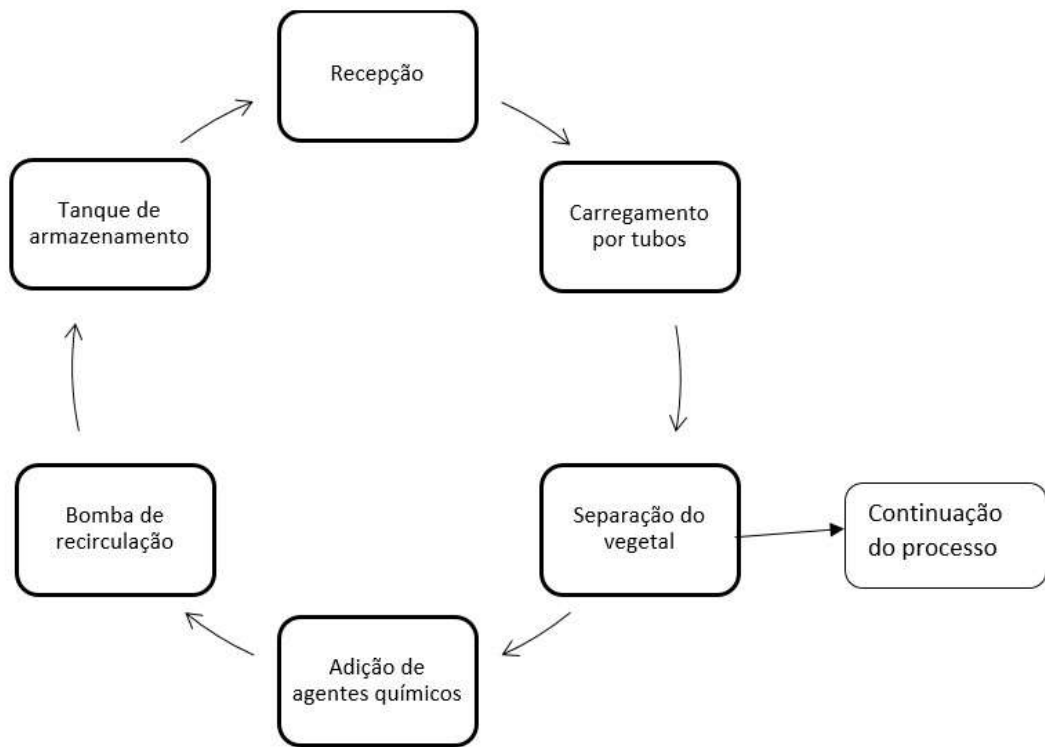


Figura 7

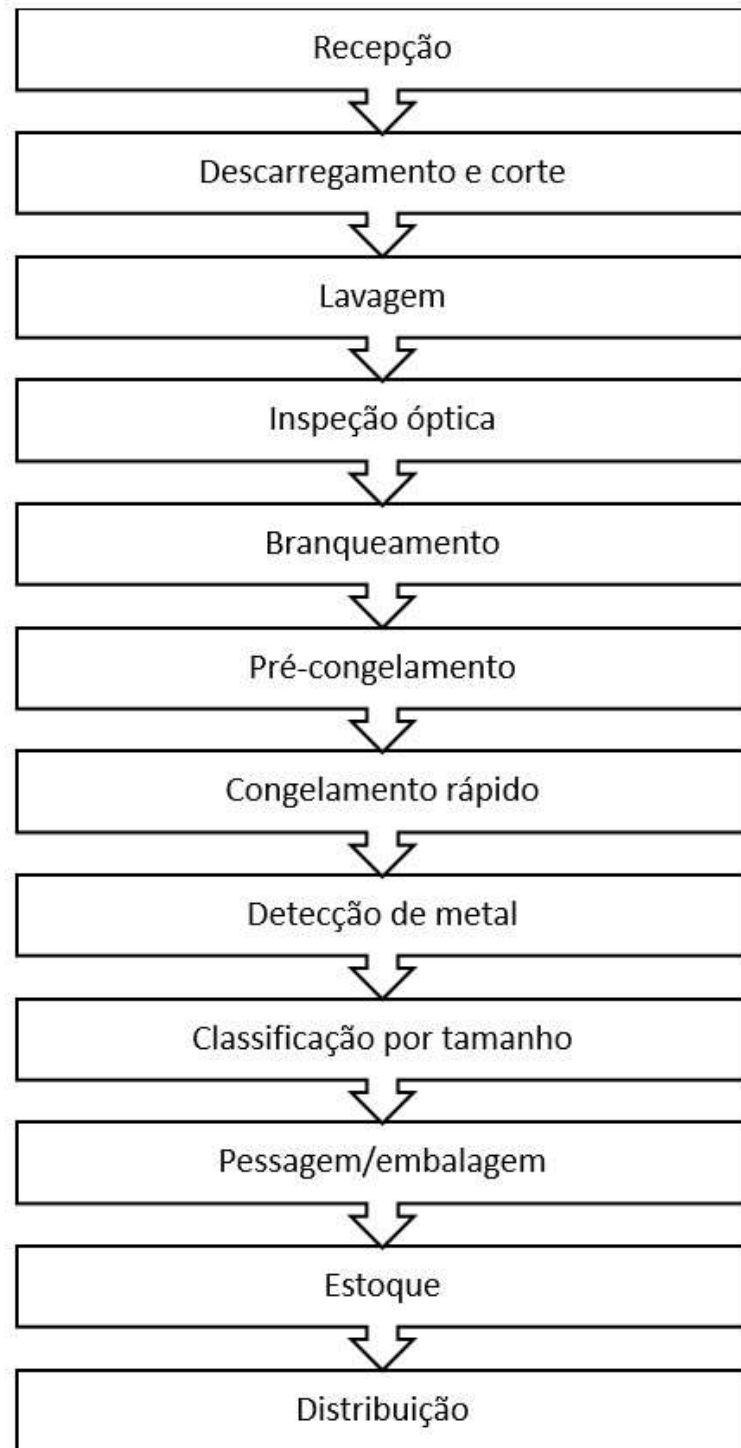


Figura 8

RESUMO**DISPOSITIVO FOTÔNICO DESCONTAMINADOR DE FLUIDOS INDUSTRIAIS**

A presente invenção refere-se a um dispositivo de descontaminação por irradiação de luz ultravioleta, o qual se aplica a linhas de fluidos industriais. Mais precisamente, a presente invenção revela um dispositivo fotônico para descontaminar fluidos de processos de carregamentos industriais, em que o objetivo é propiciar uma redução sistêmica dos agentes químicos aplicados durante o processo produtivo nas indústrias, obtendo uma redução eficiente da carga microbiana presentes nos fluidos, tendo assim uma garantia contra agentes biológicos presentes e maior tempo de vida útil do volume de fluido utilizado.