



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102023011995-6 A2

(22) Data do Depósito: 16/06/2023

(43) Data da Publicação Nacional:
24/12/2024

(54) Título: APARELHO PARA DESCONTAMINAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ALIMENTOS SECOS

(51) Int. Cl.: A61L 2/10; A61L 2/00; A61L 2/20; A61L 2/24.

(52) CPC: A61L 2/10; A61L 2/0005; A61L 2/202; A61L 2/24.

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

(72) Inventor(es): JARBAS CAIADO DE CASTRO NETO; BRUNO PEREIRA DE OLIVEIRA; FATIMA MARIA MITSUE YASUOKA; VINICIUS SIGARI MORAIS.

(57) Resumo: APARELHO PARA DESCONTAMINAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ALIMENTOS SECOS. A presente invenção refere-se a um dispositivo de descontaminação e/ou assepsia por irradiação de luz ultravioleta, que compreende quatro lâmpadas UV-C (2) compreendendo uma lâmpada superior (L1), uma lâmpada inferior (L3) e duas lâmpadas laterais (L2, L4), as lâmpadas sendo suportadas em uma chapa de lâmpadas (11) que define uma câmara; uma bandeja (6); um controle das lâmpadas (16); e um sensor de concentração de ozônio (13), o aparelho sendo aplicado estaticamente para pequenos volumes e/ou dinamicamente para grandes volumes. Mais precisamente, a presente invenção revela um dispositivo óptico para descontaminar equipamentos e/ou periféricos das áreas de saúde e/ou alimentos secos em grãos em seu estado in natura, em que o objetivo é propiciar uma redução sistêmica de agentes químicos empregados e/ou a uma aplicação não recorrente em sistemas de escoamentos de grãos no setor agroindustrial, obtendo assim uma redução eficiente da carga microbiológica presentes nos alimentos e/ou equipamentos, tendo uma garantia contra agentes biológicos e aumento da segurança de utilização no caso dos equipamentos e uma vida útil maior nos alimentos secos em grãos.

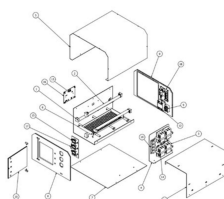


Figura 1A

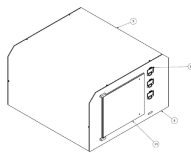


Figura 1B

APARELHO PARA DESCONTAMINAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ALIMENTOS SECOS

CAMPO DA INVENÇÃO

[01] A presente invenção se refere a aparelhos para descontaminação ou esterilização de equipamentos, utensílios e alimentos secos. Mais especificamente, se refere a aparelhos tipo gabinete para descontaminação e/ou assepsia superficial não penetrante e não destrutivo de utensílios médicos, odontológicos, de salão de beleza, ou de uso pessoal e de alimentos secos tais como grãos ou cereais utilizando apenas radiação ultravioleta C.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[02] Durante a realização de procedimentos e protocolos de descontaminação e assepsia na área da saúde, existe a obrigatoriedade de contato de equipamentos/dispositivos e/ou ferramentas em pacientes. Isto faz com que estes equipamentos e dispositivos tenham contato com áreas contaminadas, ou seja, promove a transferência de células, microrganismos e/ou quaisquer outros materiais não naturais para o equipamento. Logo, mesmo os materiais não possuindo atividade de água em uma porcentagem básica para que haja a proliferação de microrganismos, estes são capazes de ativar mecanismos de proteção e sobrevivência, entrando em um estado de hibernação ou latência até que haja possibilidade de infectar um novo hospedeiro. Quando não se realiza uma desinfecção adequada deste equipamento e o mesmo é continuamente utilizado ou dividido por outros indivíduos, os microrganismos saem do estado de hibernação ou latência e voltam a se reproduzir, infectando novos hospedeiros.

[03] Para evitar o cenário acima, os órgãos reguladores de saúde requerem a realização de processos de descontaminação e assepsia. Protocolos comuns incluem a aplicação de agentes químicos e utilização de calor úmido.

[04] Com o desenvolvimento de tecnologia e novos materiais, equipamentos optoeletrônicos surgiram em grande volume em um curto espaço temporal. Por este motivo, a aplicação de protocolos tradicionalmente aceitos pelos órgãos reguladores tende a ser inviabilizada com o tempo, pois tanto a aplicação de agentes químicos

quanto a de calor úmido são nocivas aos elementos ópticos e eletrônicos destes novos equipamentos. Desta maneira, a aplicação de luz ultravioleta (UV) se destaca como a alternativa mais adequada para utilização em conjunto com os dispositivos e equipamentos optoeletrônicos outros que já estão no mercado. Em consonância a isto, também é necessário considerar a geração de agentes ionizantes, tal como o gás de ozônio (O₃) e nitratos (NO₃), dentre outros subprodutos da radiação ultravioleta C, que também podem causar danos e diminuição da vida útil dos equipamentos optoeletrônicos.

[05] A radiação ultravioleta C também é eficaz na descontaminação de grãos, tais como soja, milho, café, algodão, arroz e outras commodities utilizadas ou produzidas em grande escala e volume pela agricultura. É conhecido que, um dos pontos principais de avaliação e agregação de valores nas vendas das sementes é a sua capacidade de germinação, e um dos principais fatores que prejudicam esta capacidade é a presença de microrganismos, tais como fungos, vírus, bactérias e ovos de insetos.

[06] Os microrganismos são controlados durante o processo de cultivo, via agentes inibidores tais como os defensivos agrícolas e radiações ionizantes, como exemplo raios gamas. No entanto, no transcorrer da cadeia logística de manuseio e transporte, os grãos são expostos a diversas intempéries climáticas, umidade e contaminação cruzada nas caçambas dos caminhões transportadores e silos. Além da capacidade de germinação ser prejudicada, a palatabilidade, ou atributos sensoriais, também sofre forte impacto em decorrência da presença de microrganismos.

ESTADO DA TÉCNICA

[07] O documento BR1120190013091A2, intitulado “Processo oxidativo avançado para redução microbiana”, revela um sistema para inativar bactérias e/ou reduzir a contagem microbiana no produto, em particular um produto alimentício, suscetível à presença microbiana; o referido sistema compreendendo uma câmara de processamento que está operacionalmente conectada a i) um meio para gerar luz UV-C, ii) um meio para geração de vapor de peróxido de hidrogênio e/ou meio para

geração de ozônio, e iii) uma fonte de calor. Também é divulgado um método para inativar bactérias e/ou reduzir a contagem microbiana em um produto, em particular um produto alimentício, que é suscetível à presença microbiana, o referido método compreendendo submeter o referido produto em uma câmara de processamento à exposição com luz ultravioleta C (UV-C) e vapor de peróxido de hidrogênio e/ou ozônio e calor, por um tempo de processamento entre 5-120 segundos, em que o vapor de peróxido de hidrogênio está presente em uma solução de até 12% v/v e a temperatura dentro da câmara de processamento é mantida entre cerca de 22°C e 60°C.

[08] O documento US2021338869A2, intitulado “Sterilization system and method”, refere-se a um sistema de esterilização incluindo um controlador, um transformador incluindo um lado primário em comunicação com o controlador e um lado secundário, um gerador de ozônio em comunicação com o lado secundário do transformador e com o controlador, e uma fonte de energia em comunicação com o controlador, em que o gerador de ozônio ioniza o oxigênio atmosférico através da aplicação de descarga corona e incluindo ainda um sensor de concentração de ozônio em comunicação com um controlador para garantir que a concentração de ozônio fique dentro de limites predeterminados.

[09] O documento WO2006013544A1, intitulado “Autoclave with UV tank irradiation and associated tank lid”, divulga uma autoclave ambulatorial para a esterilização de instrumentos médicos, compreendendo pelo menos uma câmara de esterilização, meios para esvaziar a referida câmara, e um ou mais tanques de água, onde é fornecida uma fonte de raios UV configurada de modo a irradiar os referidos um ou mais tanques.

[010] O documento BR 2020200178593A2, intitulado “Equipamento para descontaminação de alimentos in natura”, descreve um equipamento com esteira tendo a capacidade de descontaminação de alimentos embalados in natura, presente em supermercados e açougues, composto de lâmpadas UV diametralmente opostas na direção vertical, ou seja, fornecendo iluminação UV superior e inferior. Este documento descreve também um conjunto de sistemas de controle de posicionamento conforme se tem a entrada de um alimento industrializado e embalado.

[011] O documento BR2020160165941B2, intitulado “Autoclave multifuncional”, refere-se à disposição construtiva introduzida em um equipamento de descontaminação e/ou esterilização com opções de utilização de diferentes agentes esterilizantes sendo eles: - termocoagulação (vapor saturado seco); - ozônio (O3); e - luz-ultravioleta (UV). As opções de utilização de diferentes agentes esterilizantes estão dispostas de forma a se obter no final um produto denominado Autoclave Multifuncional, podendo ser utilizada com até quatro tipos diferentes de funções: - calor úmido (termocoagulação); - Luz-Ultravioleta (UV); - Ozônio (O3); e - Ozônio (O3) com Luz-Ultravioleta (UV).

[012] Portanto, a técnica carece de aparelhos e dispositivos optoeletrônicos de descontaminação e assepsia que utilizem unicamente radiação ultravioleta C, sem aplicação de agentes químicos, ozônio ou calor úmido, de modo a serem eficazes na descontaminação de equipamentos médicos e odontológicos e de alimentos secos tais como grãos.

[013] A técnica também carece de aparelhos e dispositivos optoeletrônicos de descontaminação e assepsia que detectem e controlem a concentração de gás ozônio (O3) para mitigar ou eliminar seus efeitos no item a ser descontaminado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[014] A presente invenção descreve um aparelho, tal como uma autoclave, destinada a esterilizar uma grande gama de itens, desde instrumentos odontológicos e médicos, passando por instrumentos de salões de beleza e até grãos tais como soja. Para tal, 4 lâmpadas UV são arranjadas de maneira a fornecer radiação UV para esterilizar o item no interior da câmara. Como a geração de ozônio é um subproduto da radiação UV, um sensor de concentração de ozônio, por exemplo, da família MQ-131, é utilizado no interior da câmara. Uma vez que uma alta concentração de ozônio pode ser prejudicial a itens alimentícios, como o grão de soja, o sensor envia um sinal a um controlador das lâmpadas UV de maneira a reduzir sua intensidade para manter a concentração de ozônio no interior da câmara dentro de um limite aceitável predefinido.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[015] A presente invenção passará a ser descrita a seguir com referência às concretizações típicas da mesma e também com referência aos desenhos apensos, nos quais:

[016] A figura 1A é uma vista explodida da modalidade preferencial do aparelho de acordo com a presente invenção;

[017] A figura 1B é uma vista de uma configuração fechada da modalidade preferencial do aparelho de acordo com a presente invenção;

[018] A figura 1C é uma vista com a capa externa (5) omitida da modalidade preferencial do aparelho de acordo com a presente invenção;

[019] A figura 1D é uma vista adicional com a capa externa (5) omitida da modalidade preferencial do aparelho de acordo com a presente invenção;

[020] A figura 1E é uma versão alternativa da vista da figura 1C;

[021] A figura 1F é uma vista superior da figura 1E;

[022] A figura 2A é um corte frontal do compartimento definido pela chapa de lâmpadas (11) na modalidade preferencial do aparelho de acordo com a presente invenção;

[023] A figura 2B é uma versão da figura 2A com valores utilizados em ensaio;

[024] A figura 3 é uma representação dos pontos medidos de intensidades luminosa durante um ensaio de acordo com a presente invenção;

[025] A figura 4 é uma representação de resultados de ensaios microbiológicos de acordo com a presente invenção;

[026] A figura 5 é uma representação da evolução da concentração de ozônio detectada no ensaio de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[027] Modalidades específicas da presente divulgação são descritas abaixo. Em um esforço para fornecer uma descrição concisa dessas modalidades, todos os recursos de uma implementação real podem não ser descritos no relatório descritivo. Deve ser apreciado que no desenvolvimento de qualquer implementação real, como em qualquer projeto de engenharia ou design, inúmeras decisões específicas de

implementação devem ser feitas para atingir os objetivos específicos dos desenvolvedores, como conformidade com restrições relacionadas ao sistema e negócios, que pode variar de uma implementação para outra. Além disso, deve ser apreciado que tal esforço de desenvolvimento pode ser complexo e demorado, mas seria, no entanto, um empreendimento de rotina de design, e fabricação para aqueles de habilidade comum tendo o benefício desta divulgação.

[028] Com referência às figuras 1A-1F, o objeto da presente invenção refere-se a um dispositivo optoeletrônico para descontaminação e/ou assepsia por irradiação de luz ultravioleta C aplicado em equipamentos tais como utensílios médicos, odontológicos ou de salão de beleza, por exemplo: bisturis, agulhas de sutura, pinças, espelhos clínicos, alicates de unha, lixas de unha, sem se limitar a estes. O dispositivo da presente invenção é também aplicável em alimentos secos, tais como grãos de arroz, soja, ou algodão, sem se limitar a estes.

[029] Para tanto, o referido dispositivo compreende, preferencialmente:

- Oito conectores de lâmpadas (1);
- Quatro lâmpadas de UV (2);
- Quatro reatores de lâmpadas (3);
- Uma placa eletrônica (4);
- Uma chapa capa externa (5);
- Uma bandeja de itens (6);
- Uma chapa base (7);
- Duas tampas externas (8);
- Uma fonte de alimentação (9);
- Uma porta de segurança (10);
- Uma chapa de lâmpadas (11);
- Um conjunto relé (12);
- Sensor de concentração de ozônio (13);
- Dois suportes para o reator (14);
- Três displays eletrônicos (15);
- Uma placa de controle central (16);

- Um painel de suporte (17);
- Um painel de trafo (18);
- Uma placa de conexão dos reatores (19).

[030] Os elementos descritos acima e suas quantidades podem sofrer variações conforme configurações construtivas específicas. Por exemplo, pode haver uma variação na quantidade de lâmpadas ou alteração na tecnologia eletrônica. Contudo, tais alterações não excedem o escopo do presente pedido.

[031] Além disso, alguns elementos podem não ser descritos em detalhes pois é entendido que o técnico no assunto é capaz de escolher a melhor concretização de cada elemento com base em seu conhecimento anterior. Ademais, as concretizações específicas de certos elementos não devem ser tomadas como limitativas, sendo meramente exemplificativas e sujeitas a modificações de projeto.

[032] A figura 1A ilustra o aparelho de acordo com uma modalidade preferencial da presente invenção em uma vista explodida a fim de expor todos os seus elementos e configuração construtiva preferenciais. Particularmente, é vista a disposição das lâmpadas UV-C (2) em relação à bandeja (6). Esta configuração, com uma lâmpada irradiando luz na faixa UV-C por cima, por baixo e pelas laterais do item depositado na bandeja (6), implica uma irradiação uniforme e completa do item, reduzindo ou eliminando o problema de que sombras e/ou dobras no corpo do item bloqueiem a incidência da luz UV-C e prejudiquem a descontaminação. Estes e os demais componentes serão descritos em maiores detalhes a seguir.

[033] A figura 1B ilustra o aparelho de acordo com uma modalidade preferencial da presente invenção em uma configuração fechada, deixando visível a parte frontal do aparelho com a porta de segurança (10) e os displays eletrônico (15), que estão suportados na placa de suporte (17) (não visível nesta figura). Estes displays (15) podem exibir informações relativas ao uso do aparelho, por exemplo e sem limitação: tempo transcorrido/restante do uso, concentração de ozônio detectada, dados sobre o funcionamento do aparelho como bateria restante ou se está ligado na rede elétrica, alerta como um alerta de porta de segurança (10) aberta, dados referentes às lâmpadas UV-C (2) tais como corrente, tensão, potência e temperatura

de cada uma. Evidentemente, muitas destas informações necessitam de sensores e rotinas lógicas específicas, porém, estas não serão discutidas aqui por não serem o foco da presente invenção, sendo conhecidos do técnico da área. A porta (10) deve vedar completamente o interior do aparelho de maneira a não permitir que radiação UV escape de dentro dele. A chapa capa externa (5) e uma das duas tampas externas (8) são também visíveis, compondo a carcaça do aparelho, que, novamente, deve vedar o interior dele.

[034] A figura 1C é uma vista com a capa externa (5) omitida para exibir os componentes elétricos e eletrônicos. Um trafo (18) para conexão com a rede elétrica convencional converte a tensão da rede, 110 V ou 220 V a 60 Hz ou 50 Hz, por exemplo, para valores compatíveis com os dispositivos eletrônicos e lâmpadas utilizadas, por exemplo, 12 V em corrente contínua. Esta tensão é fornecida a uma fonte controlada (9) que alimenta os componentes eletrônicos dispostos na placa eletrônica (4) e as lâmpadas UV-C (2). Um conjunto relé (12) atua na proteção elétrica do aparelho.

[035] Alternativamente, a fonte (9) pode possuir uma bateria, recarregável ou não. Neste caso, o trafo (81) seria desnecessário. Em ainda outra alternativa, o aparelho pode contemplar tanto uma alimentação por bateria quanto uma alimentação pela rede elétrica convencional.

[036] A placa eletrônica (4) abriga os, preferencialmente quatro, reatores de lâmpadas (3), apoiados em suportes (14) para conexão à placa eletrônica (4) e uma placa de conexão dos reatores (19). O controle pode ser realizado por circuitos de malha aberta, malha fechada retroalimentada ou por uma combinação destes. Por exemplo, o controle pode ser feito em malha aberta ao se iniciar o ciclo de descontaminação e após um determinado tempo o controle pode ser comutado para malha fechada retroalimentada, em que a concentração de ozônio detectada pelo sensor (13) limitará a potencial nominal entregue às lâmpadas (2).

[037] Tais componentes elétricos e eletrônicos são bastante difundidos na técnica e não serão descritos em detalhes. O técnico no assunto será capaz de

escolher a combinação de dispositivos elétricos e eletrônicos mais adequada para aplicações específicas sem afastar do escopo aqui revelado.

[038] As lâmpadas UV-C (2) são montadas em uma chapa de lâmpadas (11) e eletricamente conectadas a seus respectivos reatores (14).

[039] A figura 1D é uma vista adicional com a capa externa (5) omitida, rotacionada em relação à figura 1C para exibir os demais componentes elétricos e eletrônicos preferenciais do aparelho da presente invenção. A placa de controle central (16) controla o funcionamento do aparelho da presente invenção em relação à energização, tempo de cada ciclo, controle dos displays (15) e demais operações. Entende-se que tal dispositivo é bem conhecido na técnica, de modo que aqueles versados no assunto não terão dificuldades e implementá-lo em aplicações práticas. Portanto, não será discutido aqui em maiores detalhes. A placa de controle central (16) é programada na fábrica, validada e fechada, sendo instalada na chapa de lâmpadas (11).

[040] A figura 1E é uma versão da vista da figura 1C com a porta de segurança (10), tampa externa (8) e chapa de lâmpadas (11) omitidas para melhor visualização da disposição das lâmpadas UV-C (2) e bandeja (6) no interior do aparelho em relação à placa eletrônica (4). Cada uma das lâmpadas UV-C (2) está apoiada em dois conectores de lâmpada (1), que fornecem sustentação e conexão elétrica às mesmas.

[041] A figura 1F é uma vista superior da figura 1E, onde a seta indica a direção em que são inseridos os itens (dispositivos odontológicos, médicos, de salão de beleza, uso pessoal ou alimentos secos) a serem descontaminados. A bandeja (6) é sustentada por suportes (20), que podem ser rolamentos ou fixos.

[042] Fazendo referência à figura 2A, um corte frontal do interior do aparelho de acordo com uma configuração preferencial da presente invenção é ilustrado. O compartimento definido pela chapa de lâmpadas (11) possui perfil quadrado quando visto frontalmente, cada uma das lâmpadas UV-C (2), L1, L2, L3 e L4 instalada no ponto médio de cada lateral da chapa de lâmpadas (11), a uma distância $d1$ da lateral adjacente. As lâmpadas laterais, L2 e L4 estão afastadas da bandeja (6) por uma distância horizontal $d2$, e estão afastadas uma da outra por uma distância $d4$. A

lâmpada superior, L1, está afastada da bandeja (6) por uma distância vertical d_5 e a lâmpada inferior, L3, está afastada da bandeja (6) por uma distância vertical d_3 .

[043] Cada uma das lâmpadas, L1, L2, L3 e L4 funciona a uma potência respectiva P1, P2, P3 e P4. Vantajosamente, cada uma dessas potências pode ser controlada individualmente a partir de um sistema de controle de malha fechada retroalimentado para fornecer uma irradiação ideal ao item a ser descontaminado, preferencialmente instalado na placa de controle central (16). As potências são previamente determinadas de acordo com o item que passará por descontaminação ou assepsia, levando em consideração sua forma, tamanho e composição (material e/ou se é orgânico). Por exemplo, as potências das lâmpadas, assim como o tempo do ciclo de descontaminação, podem ser inseridos através de controles próximos aos displays (15), que também podem exibir as informações necessárias para auxiliar o usuário nesta etapa.

[044] Um exemplo não limitativo é encontrado na figura 2B, onde as distâncias e potências estão definidas. Estes valores foram utilizados na experimentação que seguirá mais adiante.

[045] Como é sabido, gás ozônio (O_3) é um subproduto da radiação UV-C. Também é sabido que, por ser altamente oxidante, uma concentração elevada desse gás pode ser prejudicial ao item a ser descontaminado, principalmente alimentos secos. Como será visto no ensaio adiante, a configuração aqui revelada é capaz de manter a concentração de ozônio em níveis relativamente baixos e seguros para a descontaminação e assepsia de aparelhos odontológicos, médicos, de uso pessoal, de salão de beleza e alimentos secos tais como grãos. Um sensor de concentração de ozônio (13) é preferencialmente presente e fornecido na placa eletrônica (16) e, em comunicação com a placa eletrônica (16) realiza medição em tempo real da concentração de ozônio no interior da câmara definida pela chapa de lâmpadas (11). A placa de controle (16) pode ser adicionalmente configurada para comunicar aos displays (15) os dados coletados pelo sensor (13) em forma de números e/ou de gráficos para acompanhamento em tempo real.

[046] Vantajosamente, isto permite uma grande faixa de aplicações para o aparelho aqui descrito, sendo eficaz e seguro para muitos tipos de utensílios e, ainda mais vantajosamente, em alimentos secos tais como grãos que podem ser contaminados após passarem pela logística de transporte e armazenagem.

[047] Em uma modalidade alternativa, para garantir que a concentração de ozônio fique dentro de limites aceitáveis, um sensor de concentração de ozônio (13) é fornecido e está em comunicação com a placa de controle central (16), e com um elemento sensível (não visível) para detecção de ozônio no interior da câmara definida pela chapa de lâmpadas (11). O aparelho aqui descrito pode ser configurado de modo que um limite de concentração de ozônio possa ser definido a cada utilização e um sinal seja emitido pelo sensor de concentração de ozônio (13) para placa de controle central (16), a fim de controlar a potência fornecida a cada uma das lâmpadas UV-C (2), desse modo mantendo a concentração de ozônio dentro de limites considerados aceitáveis.

[048] Por exemplo, na descontaminação de um alicate de unha, pode ser determinado um tempo de 10 minutos utilizando as potências ilustradas na figura 2B. Uma vez que o alicate é feito de aço inoxidável, a concentração permissível de ozônio pode ser, por exemplo, de até 1,4 ppm. Caso o item a ser contaminado seja grãos de soja, a concentração permissível de ozônio será menor para não causar dano aos grãos, por exemplo, 0,7 ppm. Se o sensor detectar que a concentração de ozônio atingiu o limite predeterminado de 0,7 ppm, um sinal é emitido ao controle em malha fechada retroalimentado das lâmpadas para reduzir a potência fornecida às mesmas e manter a concentração de ozônio dentro do limite de 0,7 ppm.

[049] A figura 3 ilustra a potência nominal medida internamente em diferentes pontos da câmara definida pela chapa de lâmpadas com os parâmetros definidos na figura 2B. A configuração e posição das lâmpadas (2) promove uma ótima distribuição da luminosidade e da radiação UV-C, contribuindo adicionalmente para a completa descontaminação ou assepsia do item.

[050] A placa de controle central (16) é configurada nesta modalidade para calcular a nova intensidade luminosa das lâmpadas com base na dose permissível

predeterminada do item a ser descontaminado e no tempo restante no ciclo de descontaminação. Uma maneira de realizar este cálculo é pela relação $D = I \times t$, onde D é a dose de ozônio (em ppm), I é a intensidade luminosa (em lúmens) e t é o tempo restante no ciclo (em minutos). A dose permissível pode ser inserida previamente pelo usuário através dos controles próximos aos displays, inserindo o valor manualmente ou escolhendo-o a partir de valores predefinidos. Opcionalmente, um alerta pode ser exibido no display para lembrar ao usuário de escolher um valor limite para a concentração de ozônio para prevenir que isto seja esquecido entre usos de itens cujos limites devam ser diferentes. Opcionalmente, a placa de controle central (16) pode ser configurada para prevenir o início do ciclo de descontaminação, antes de um limite de concentração de ozônio ser escolhido.

[051] Para uma quantização determinística da capacidade operacional do aparelho aqui descrito, testes microbiológicos foram executados e seus resultados estão apresentados nos gráficos da Figura 4, que estão em escala logarítmica de base 10. Os testes consistiram em simulação de contaminações com os microrganismos em superfície com concentrações iniciais de 10^5 CFU/mL, para *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum*, *Cândida albicans*, *Malassezia furfur*, *Chikungunya* vírus.

[052] O grupo controle para estes microrganismos ficaram 24 horas em uma temperatura de 35°C para as bactérias e 48 horas nos 30 °C para os fungos. Os procedimentos foram estruturados pelo método pour-plate.

[053] Como pode ser visto, mesmo 1 minuto de exposição à radiação UV-C no aparelho da presente invenção foi suficiente para inativação de 99,999% dos microrganismos.

[054] A interação da luz emitida em contato com o equipamento em questão causa o surgimento de reações fotoquímicas que culminam na inativação do agente microbiano em questão, pois a dose entregue (Intensidade luminosa vezes tempo de exposição) em um comprimento de onda na faixa do UV (180 - 400 nm de comprimento de onda) ataca diretamente os aminoácidos responsáveis pelo controle e desenvolvimento das funções metabólicas dos microrganismos, que é o DNA/RNA

da célula. O DNA/RNA absorve de maneira direta este comprimento de onda, desencadeando assim um processo que induz a formação de fotoprodutos como os dímeros do ciclo butano, dímeros de piridina e piridina (6 - 4). Com um determinado tempo de aplicação para cada espécie de microrganismos, verifica-se a capacidade de defesa dele, ou seja, de reorganização da parte danificada do DNA/RNA e a sua capacidade de regeneração dos fotoprodutos formados.

[055] O dano ocasionado pela luz persistente nesta faixa de comprimento de onda acaba por sobrepujar a capacidade de regeneração do microrganismo, impedindo, dessa forma, a transcrição e, conseqüentemente, inibindo a replicação, a força e a capacidade de proliferação do microrganismo, levando-o à morte.

[056] A figura 5 descreve a evolução da concentração de ozônio detectada nestes ensaios. Neste caso, se manteve abaixo de 1,4 ppm, sendo considerado um valor admissível para os itens ensaiados.

[057] Para uma elucidação e esclarecimento, o resultado de uma caracterização da luz UV-C utilizada está entre 0,39 - 5 mW/m², de potência nominal.

[058] Os parâmetros de funcionamento do aparelho aqui descrito são resumidos na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de funcionamento do aparelho de descontaminação.

Tipo do ciclo	Concentração (ppm)	Intensidade (mW/cm²)	Tempo (min)
Controle de ozônio (O₃)	0,0 – 1,3	-----	0 – 10
Luz UV	-----	0,39 – 5	10–240

[059] Vantajosamente, a presente invenção dispensa a utilização de calor úmido, agentes químicos ou bombas de vácuo, elementos que podem ser prejudiciais aos componentes ópticos e eletrônicos do aparelho aqui revelado, além de serem potencialmente contaminantes aos alimentos secos que a presente invenção contempla.

[060] Embora os aspectos da presente divulgação possam ser suscetíveis a várias modificações e formas alternativas, modalidades específicas foram mostradas a título de exemplo nos desenhos e foram descritas em detalhes neste documento. Mas deve ser entendido que a invenção não se destina a ser limitada às formas particulares divulgadas. Em vez disso, a invenção deve cobrir todas as modificações, equivalentes e alternativas que caem dentro do escopo da invenção, conforme definido pelas seguintes reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para descontaminação de equipamentos e alimentos secos, caracterizado pelo fato de que compreende:

quatro lâmpadas UV-C (2) compreendendo uma lâmpada superior (L1), uma lâmpada inferior (L3) e duas lâmpadas laterais (L2, L4), as lâmpadas sendo suportadas em uma chapa de lâmpadas (11) que define uma câmara;

uma bandeja (6);

um controle das lâmpadas (16); e

um sensor de concentração de ozônio (13).

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor de concentração de ozônio é configurado para emitir um sinal para o controle das lâmpadas (16) mediante detecção de a concentração de ozônio ter atingido um limite predeterminado e em que o controle das lâmpadas (16) é configurado para controlar a intensidade luminosa das lâmpadas a fim de que a concentração de ozônio não ultrapasse o limite predeterminado.

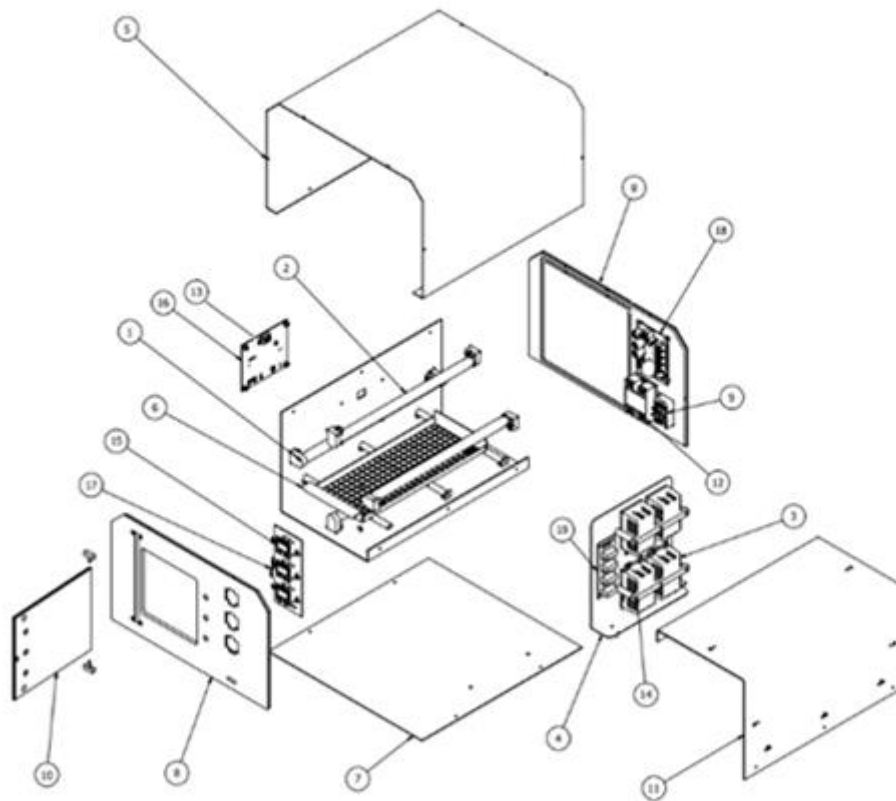


Figura 1A

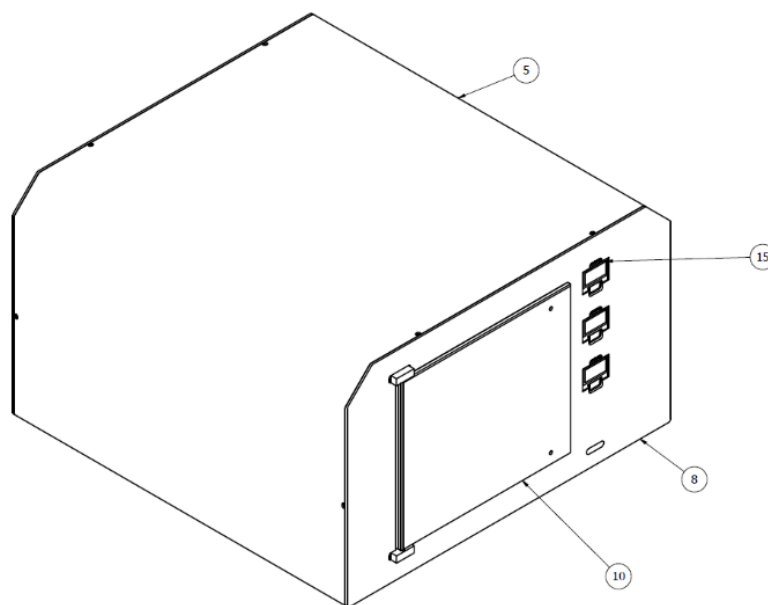
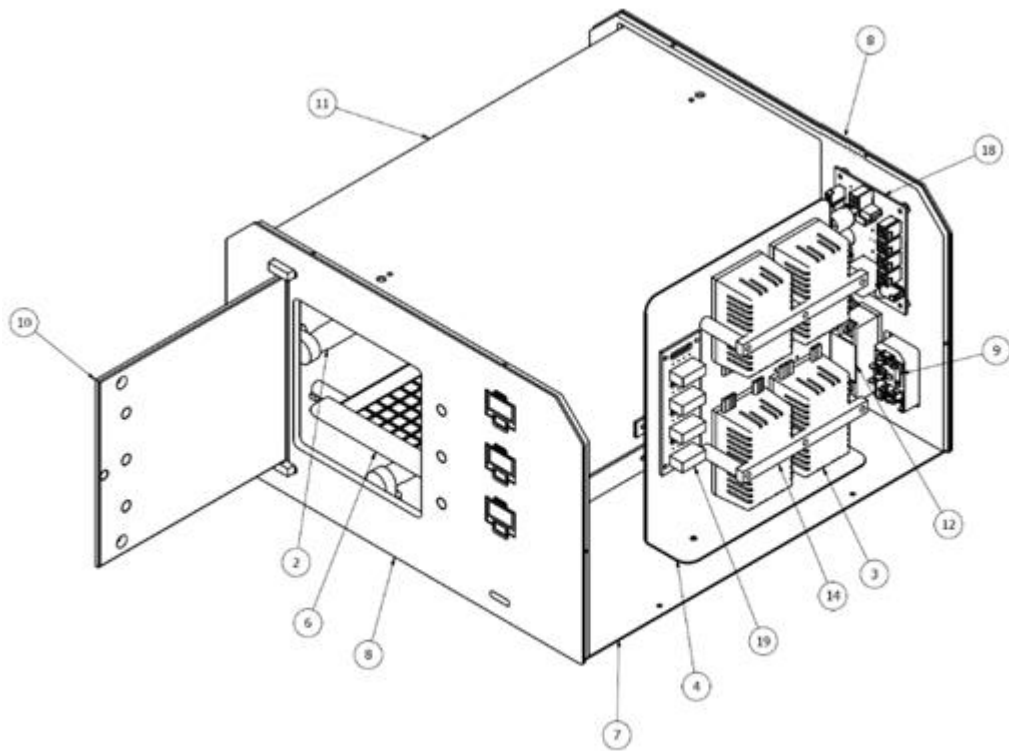
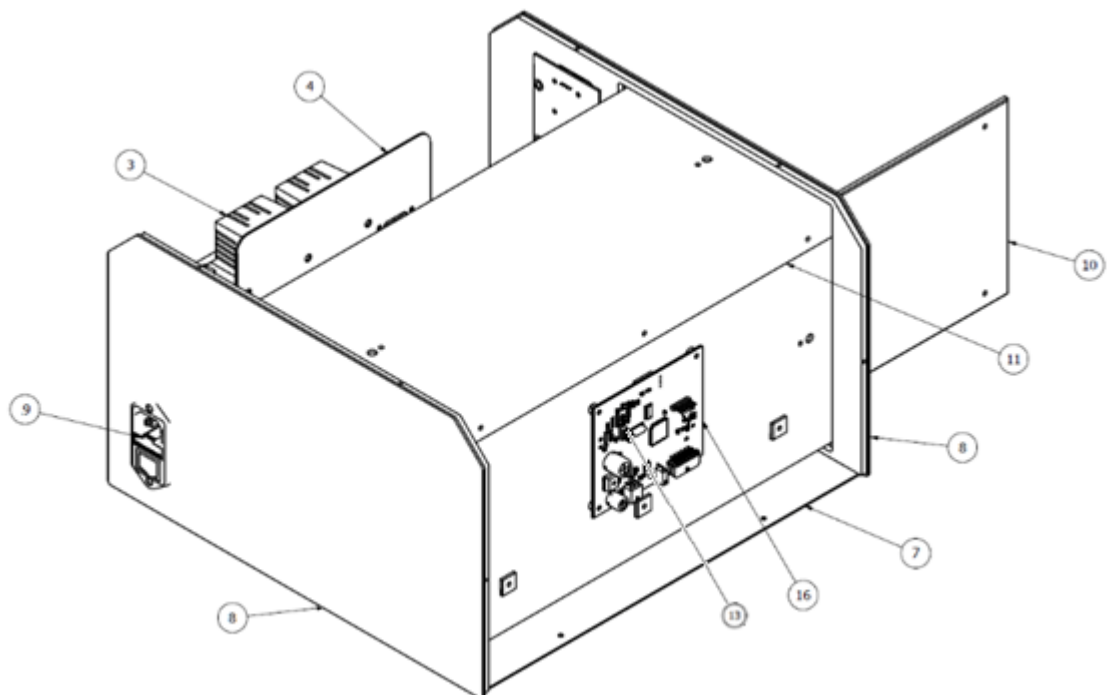


Figura 1B

**Figura 1C****Figura 1D**

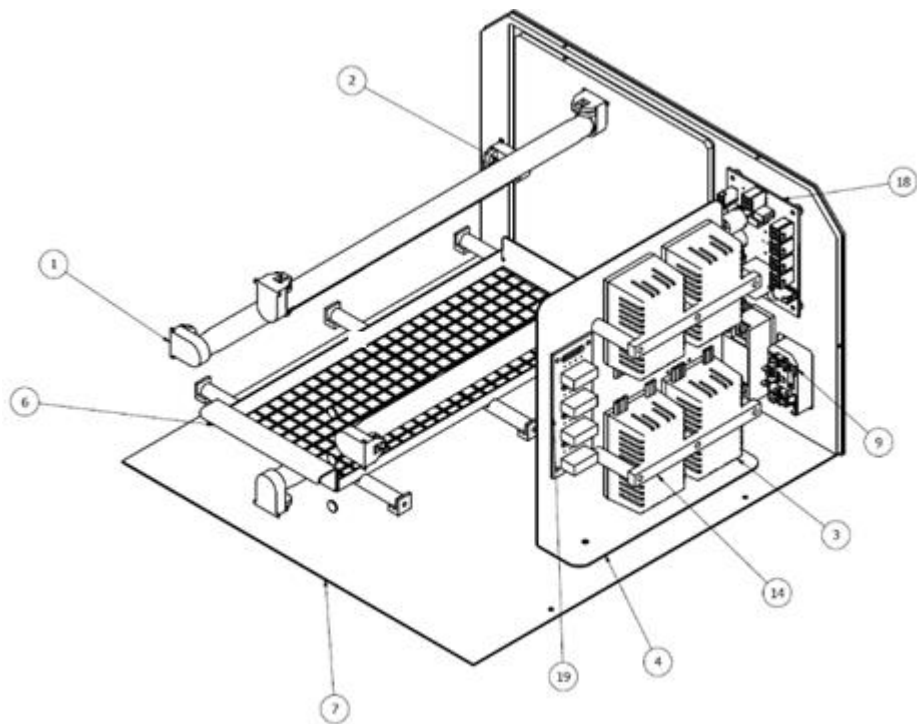


Figura 1E

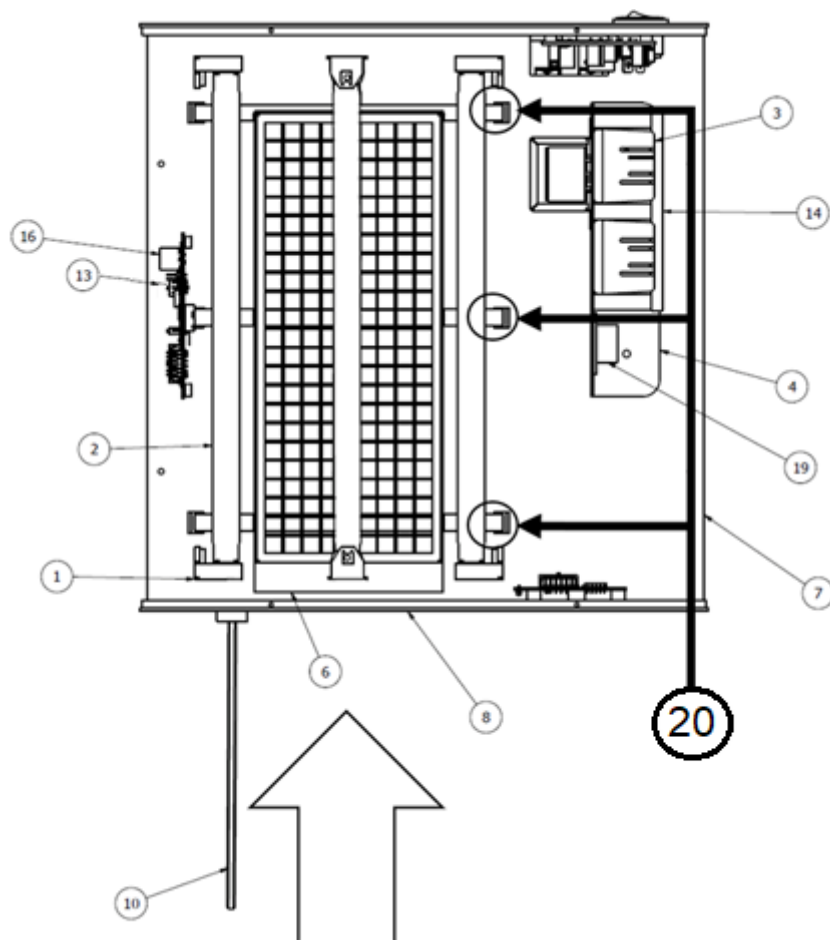


Figura 1F

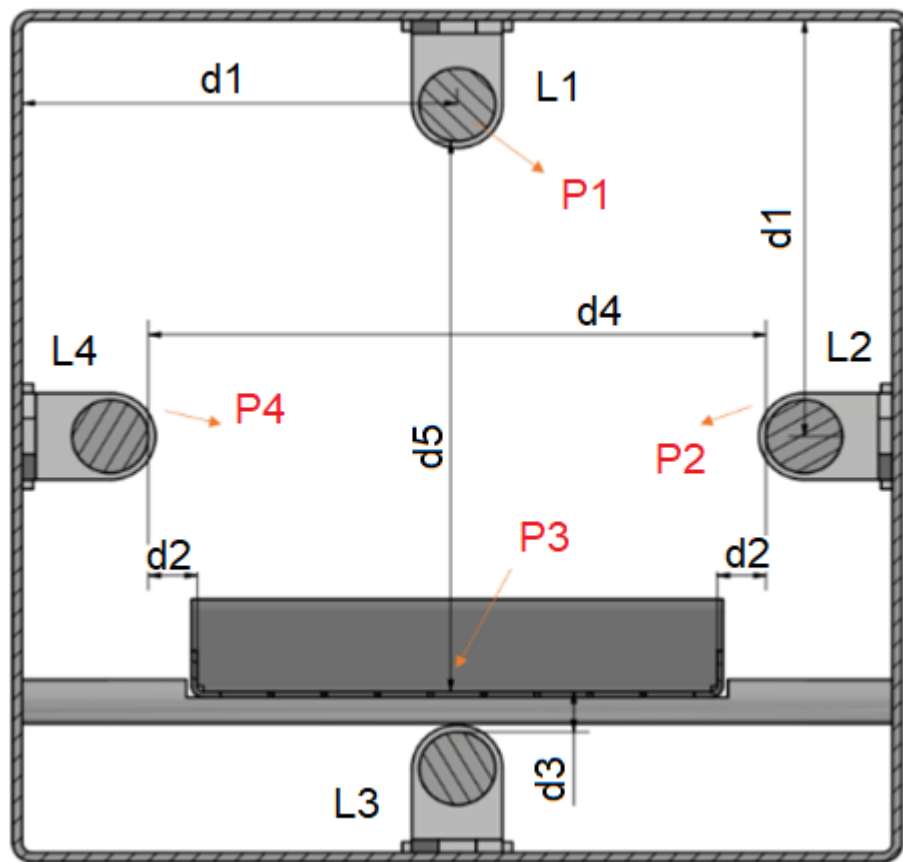


Figura 2A

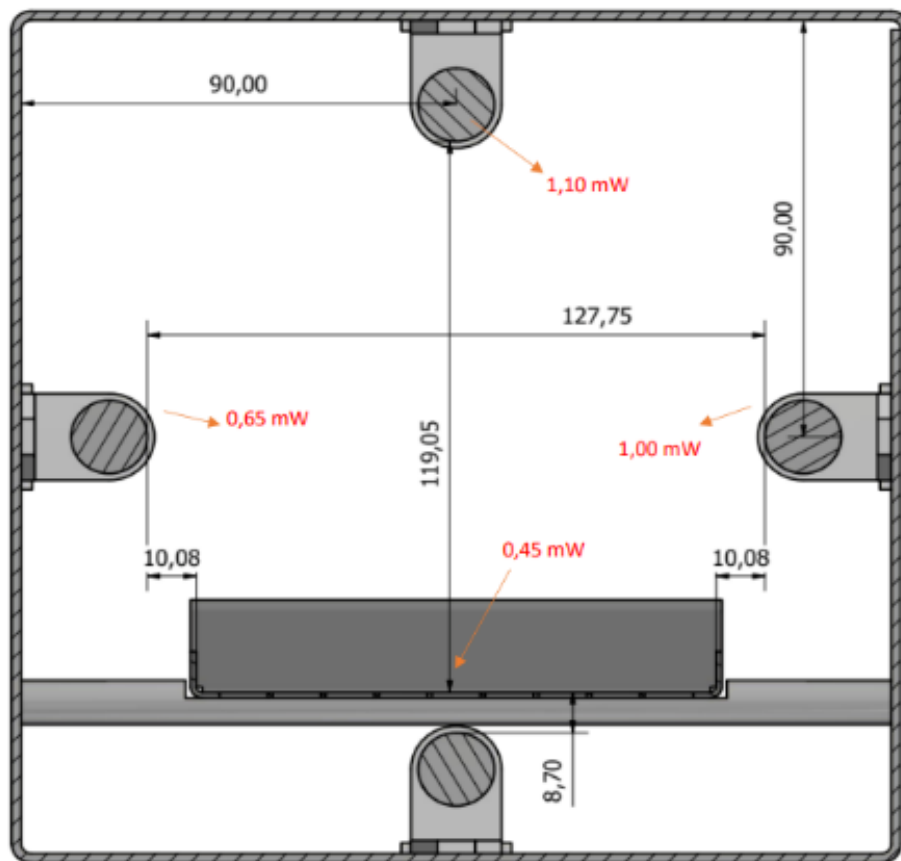
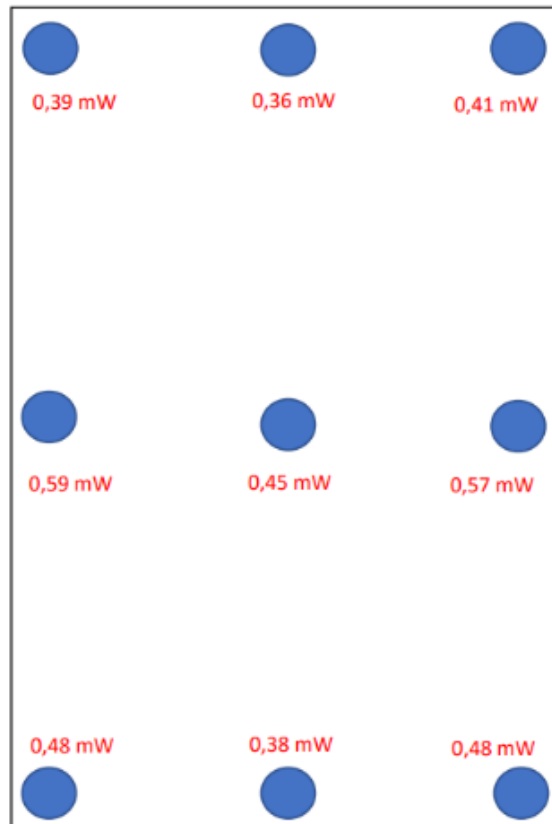


Figura 2B

**Figura 3**

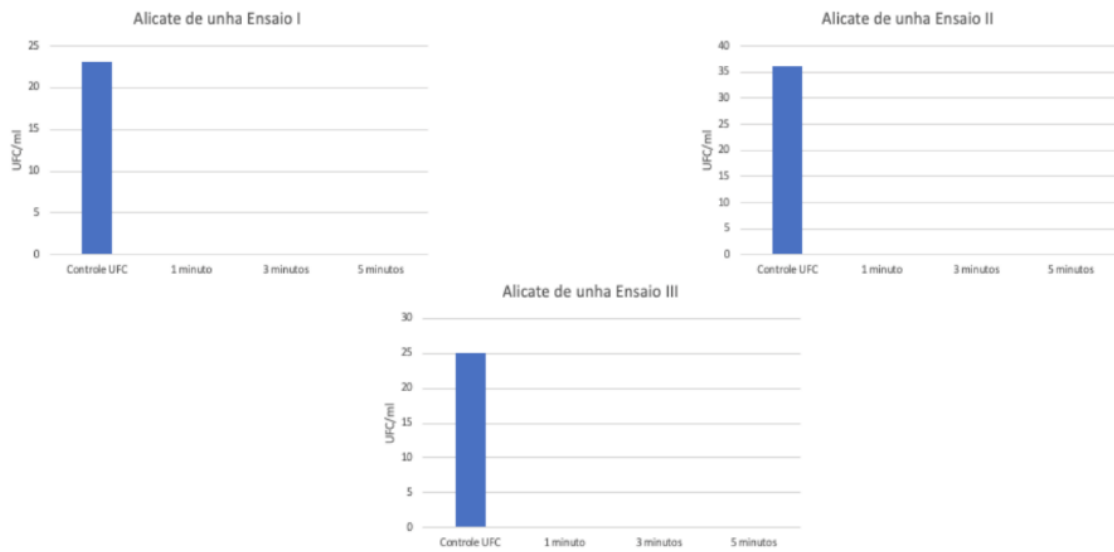


Figura 4

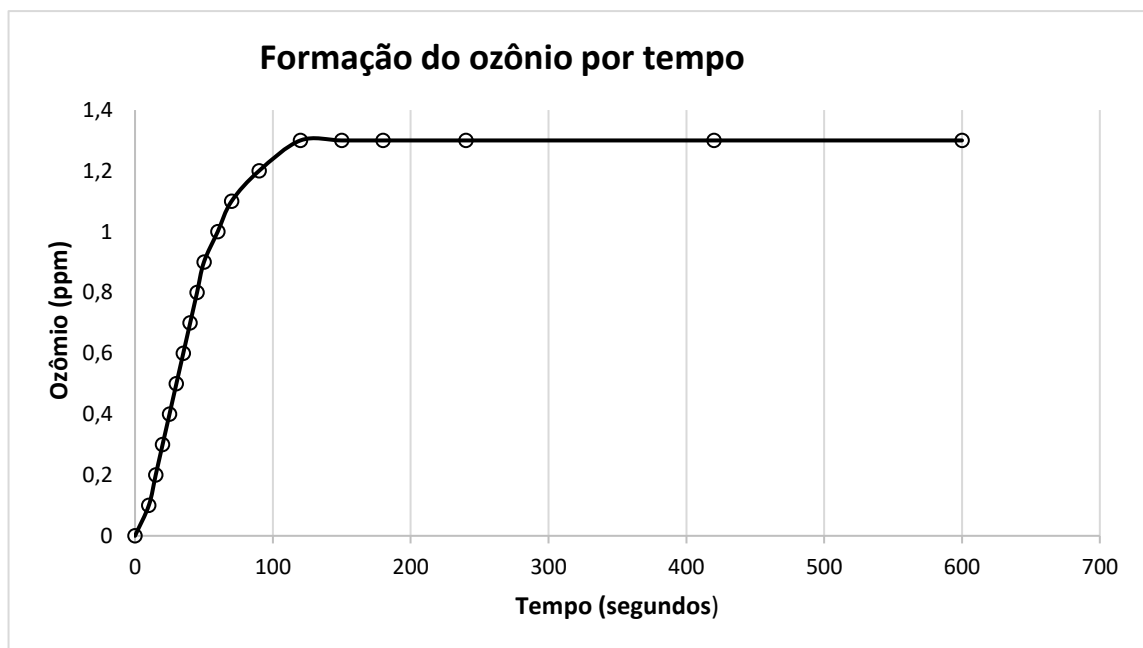


Figura 5

RESUMO

APARELHO PARA DESCONTAMINAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ALIMENTOS SECOS

A presente invenção refere-se a um dispositivo de descontaminação e/ou assepsia por irradiação de luz ultravioleta, que compreende quatro lâmpadas UV-C (2) compreendendo uma lâmpada superior (L1), uma lâmpada inferior (L3) e duas lâmpadas laterais (L2, L4), as lâmpadas sendo suportadas em uma chapa de lâmpadas (11) que define uma câmara; uma bandeja (6); um controle das lâmpadas (16); e um sensor de concentração de ozônio (13), o aparelho sendo aplicado estaticamente para pequenos volumes e/ou dinâmicos para grandes volumes. Mais precisamente, a presente invenção revela um dispositivo óptico para descontaminar equipamentos e/ou periféricos das áreas de saúde e/ou alimentos secos em grãos em seu estado in natura, em que o objetivo é propiciar uma redução sistêmica de agentes químicos empregados e/ou a uma aplicação não recorrente em sistemas de escoamentos de grãos no setor agroindustrial, obtendo assim uma redução eficiente da carga microbiológica presentes nos alimentos e/ou equipamentos, tendo uma garantia contra agentes biológicos e aumento da segurança de utilização no caso dos equipamentos e uma vida útil maior nos alimentos secos em grãos.