

PROTÓTIPO PARA LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE RESÍDUOS BIOLÓGICOS: O descarte de resíduo de serviços de saúde

Angelo Lucas Mendes Rodrigues da Cruz
Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru
angelo.cruz@fatec.sp.gov.br

Jaqueline Oliveira de Araújo
Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru
jaqueline.araujo01@fatec.sp.gov.br

Orientadora: Marcela de Oliveira
Doutora em Farmacologia e Biotecnologia e Docente na Fatec Bauru
marcela.oliveira24@fatec.sp.gov.br

Co-Orientadora: Luiza Hubinger
Mestre e Doutora em Biologia Geral e Aplicada e Docente na Fatec Bauru
luiza.hubinger@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) apresentam um elevado risco biológico e requerem procedimentos específicos para sua desinfecção e descarte, o que resulta em custos significativos para hospitais e laboratórios. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo automatizado para a desinfecção e limpeza de materiais de uso clínico e cirúrgico contaminados, utilizando uma combinação de radiação UV-C e etanol a 70%, e avaliação e a eficácia desse processo. O protótipo foi projetado para integrar a radiação germicida UV-C e a aplicação de etanol, visando a eliminação de bactérias e fungos presentes em materiais contaminados como algodão, gaze e tecidos absorventes. Após a desinfecção, a eficácia do protótipo foi verificada através da inoculação das amostras em meios de cultura não-seletivos, verificando o crescimento bacteriano e fúngico. Os resultados demonstraram que, nas condições testadas, o protótipo foi parcialmente eficaz na desinfecção dos resíduos biológicos, indicando que o método utilizado foi capaz de reduzir de forma significativa os riscos biológicos associados ao manejo de materiais contaminados em condições específicas e dependendo da carga microbiana da amostra. Tais resultados demonstram que o protótipo tem grande potencial para desinfecção, mas reforçam a necessidade de adaptações do mesmo, em relação ao modo de exposição aos agentes infectantes e ao tempo de exposição. Deste modo, busca-se garantir a segurança no manejo e descarte de resíduos de serviços de saúde.

Palavras-chave: Resíduos; Prototipagem; Desinfecção; Limpeza; Microrganismos.

1. INTRODUÇÃO

O descarte adequado de resíduos biológicos em ambientes hospitalares é crucial para garantir a segurança dos profissionais de saúde, dos pacientes e do meio ambiente. Conhecidos como Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), esses materiais incluem itens contaminados com agentes biológicos que apresentam riscos significativos à saúde humana. A variedade de resíduos biológicos é grande, incluindo geral do gizes, luvas, seringas, agulhas e outros materiais usados em procedimentos médicos. A gestão inadequada desses resíduos pode levar à disseminação de infecções, representando uma ameaça tanto para os profissionais de saúde quanto para a comunidade em geral. O descarte adequado de resíduos biológicos em ambientes hospitalares é crucial para a garantia da segurança dos profissionais de saúde, dos pacientes e do meio ambiente.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2006, p. 45), a administração inadequada desses resíduos pode acarretar riscos significativos, comprometendo a saúde e a segurança dos pacientes, dos profissionais de saúde e do meio ambiente. Os riscos associados incluem a contaminação do ambiente, a exposição dos funcionários e o risco de contaminação cruzada. Resíduos mal armazenados ou manipulados têm o potencial de liberar agentes patogênicos no ambiente, o que pode ocorrer através de vazamentos, rachaduras nos recipientes ou manipulação inadequada, resultando em contaminação do ar, superfícies e equipamentos próximos.

Os RSS são particularmente perigosos devido ao seu alto potencial de contaminação cruzada e aos riscos ambientais que podem representar. Se descartados inadequadamente e chegarem a corpos d'água, como rios ou lagos, podem causar poluição, afetar a saúde humana e comprometer a qualidade do solo, prejudicando seu desenvolvimento natural. O tratamento apropriado desses resíduos é essencial e deve incluir etapas para garantir segurança e eficácia, avaliando alterações nas características físicas, químicas e biológicas dos resíduos, dada a sua alta carga de risco biológico (Dos Reis *et al.*, 2024).

Conforme a Resolução RDC nº 306 do Ministério da Saúde (2004), define como geradores de RSS todos os serviços que prestam atendimento à saúde humana ou

animal, sendo os primeiros responsáveis pelo manejo adequado desses resíduos, e que têm influência direta nas demais etapas do gerenciamento. Esta é considerada a operação mais importante sob o ponto de vista de higiene e segurança do trabalho, pois envolve risco potencial de acidente, principalmente para os profissionais que se expõem diretamente aos riscos biológicos durante a coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos.

No âmbito do Plano de Gestão de Resíduos de Serviços de Saneamento (PGRSS), estes serviços possuem risco potencial devido à presença de materiais biológicos e objetos pontiagudos contaminados, portanto, responsáveis pela preparação, implementação e monitoramento do manejo adequado dos resíduos. Essas instituições devem seguir as diretrizes e regulamentações que orientam o manejo, coleta, transporte e tratamento de materiais contaminados. Assim, é essencial que os serviços de saúde realizem a coleta e o descarte corretos de resíduos biológicos. Como obrigação ao um descarte específico, são realizadas por empresas terceirizadas, onde há custos financeiros que são calculados com base na tonelada de resíduos (Delevati *et al.*, 2019).

Neste contexto, o objetivo é desenvolver um protótipo automatizado para a limpeza e desinfecção de materiais contaminados, utilizando álcool 70% e radiação UV, buscando reduzir o risco de contaminação e promover um ambiente mais seguro para pacientes e profissionais de saúde.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo aborda os principais conceitos relacionados aos RSS, destacando a gestão inadequada desses resíduos pode acarretar sérios riscos biológicos, como infecções e contaminação ambiental. Para minimizar esses riscos, é fundamental compreender a classificação dos resíduos hospitalares, os métodos de armazenamento, tratamento e disposição final. Os RSS são classificados conforme sua natureza e risco, determinando os futuros procedimentos em seu manejo, a correta separação e o armazenamento seguro são etapas cruciais, seguidas de tratamentos eficientes que reduzem os riscos biológicos antes da disposição final. Esses conceitos são a base para o desenvolvimento de

soluções mais seguras, como o protótipo proposto neste estudo, voltado para a desinfecção desses materiais.

2.1. Gestão inadequada dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)

O gerenciamento incorreto de RSS é um problema de saúde pública, principalmente em países que estão em desenvolvimento, e dependentes de fatores socioeconômicos, recursos humanos e financeiros, além das legislações locais. Para um gerenciamento eficaz, é essencial planejar e implementar estratégias adequadas para o tratamento e descarte seguro dos resíduos. A segregação correta dos RSS pelos profissionais de saúde também é fundamental, pois resíduos infectantes mal manuseados representam riscos à saúde pública e ao meio ambiente (Moura et al., 2017).

2.2. Classificação dos Resíduos Hospitalares

Os resíduos hospitalares são classificados em grupos de acordo com sua natureza e os riscos que apresentam à saúde pública e ao meio ambiente. A classificação, segundo a Resolução 358/2005 do CONAMA e a Resolução RDC nº 33/03 da ANVISA, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 - Classificação dos Resíduos Hospitalares

CLASSIFICAÇÃO DOS RSS	NATUREZA
Grupo A	Potencialmente Infectantes
Grupo B	Químicos
Grupo C	Rejeitos Radioativos
Grupo D	Resíduos Comuns
Grupo E	Perfurocortantes

Fonte: Os autores, 2024.

2.3. Armazenamento, tratamento e disposição final de RSS

De acordo com a Resolução RDC nº 306/2004, os resíduos são armazenados e identificado em recipientes adequados ao seu risco: Grupo A em sacos brancos, Grupo B em recipientes rígidos e rotulados, Grupo C segue suas normas específicas,

Grupo D em sacos pretos e Grupo E em caixas amarelas para perfurocortantes. Após o acondicionamento, são segregados e armazenados nos locais para coleta, que são planejadas conforme as normas de saúde pública (CONAMA nº 358/2005). O tratamento de RSS, seguindo as diretrizes da ANVISA, visa reduzir os riscos à saúde e ao meio ambiente. Os métodos são autoclavagem, microondas e incineração, o último podendo gerar poluentes atmosféricos. Após o acondicionamento adequado, os resíduos são destinados à disposição final, geralmente em aterros sanitários ou valas sépticas, depois de passarem pelos tratamentos (Da Silva, 2016).

3. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho incluiu o desenvolvimento de um protótipo para a desinfecção de resíduos contaminados, utilizando a combinação de álcool 70% e radiação UV-C, visando à redução dos riscos biológicos e à promoção de um ambiente mais seguro para pacientes e profissionais de saúde, além de contribuir para a prevenção de infecções e contaminação cruzada.

4. METODOLOGIA

A metodologia empregada para a construção deste protótipo baseou-se em etapas que incluíram: o teste biológico do método de desinfecção, descrição do cálculo da dose de radiação, a escolha dos componentes do circuito e material escolhido, impressão tridimensional das peças do protótipo e montagem final do protótipo.

4.1. Teste biológico do método de desinfecção

Depois do levantamento bibliográfico, foi testada a combinação de desinfecção com álcool a 70% e luz UV-C em materiais clínicos infectados. O método inicial focou em gazes contaminados utilizados em lesões ulcerosas cutâneas. As gazes foram colocadas em béquer estéril, e amostras da área contaminada foram coletadas com um swab, inoculadas em placas de Petri contendo ágar sangue e ágar PCA ("PRÉ-ÁLCOOL"), utilizando a técnica de semeadura por estriamento. As placas foram

incubadas a 37°C por 24 horas. Após a primeira coleta, o material foi exposto ao álcool 70% por 15 minutos, seguido de uma nova coleta e inoculação em meio de cultura (“APÓS-ÁLCOOL”). A coleta final foi realizada após a exposição à radiação UV-C por 15 minutos (“APÓS-UVC”).

4.2. Descrição do cálculo da Dose de Radiação UV-C

A dose de radiação UV-C é a quantidade de radiação que uma superfície ou fluido recebe, é importante para a garantia que a radiação seja suficiente para eliminar ou inativar microorganismos, como bactérias, vírus e fungos. A eficácia do processo de desinfecção depende da dose, já que diferentes micróbios necessitam de doses diferentes de radiação UV-C para serem eliminados de forma eficaz. O cálculo da dose de radiação é a multiplicação da intensidade da radiação UV-C (em mW/cm²) pelo tempo de exposição (em segundos), resultando em na dose final medida em mJ/cm², conforme a fórmula:

$$D = I \times t$$

onde:

D = Dose de radiação UV-C (mJ/cm²);

I = Intensidade da radiação UV-C (mW/cm²);

t = Tempo de exposição (segundos).

4.3. Escolha dos componentes do circuito

A criação do esquema do circuito começou com a definição dos objetivos e funcionalidades do projeto, assim identificando os componentes necessários, como o ESP8266, LuzUV-C, relé, micro servo, display LCD, piezo, e resistor de 1KΩ (Tabela 2).

Tabela 2 – Os componentes eletrônicos e suas funções.

COMPONENTE ELETRÔNICO	FUNÇÃO
Luz Ultravioleta C	Esterilização e desinfecção de microrganismos
Relé	Sistema de acionamento dos motores e a lâmpada
Micro servo	Responsável pelo deslocamento entre os compartimentos
Display LCD	Exibe informações
Placa de ensaio	Montagem do circuito sem a necessidade de soldagem
Piezo	Conjunto com um nebulizador, vaporiza o álcool a 70%
Resistor 1KΩ	Limita a corrente no circuito, protegendo os componentes eletrônicos
ESP8266	Chip que gerencia os comandos do projeto

Fonte: Os autores, 2024.

4.4. Material do protótipo

O material utilizado para a confecção do protótipo foi o PETG (Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol), e sua construção foi por meio de manufatura aditiva ao longo de vários dias. Cada parte foi impressa separadamente, incluindo as caixas, bandejas, gaveta e a tampa. Após a impressão, as peças foram unidas utilizando brocas e parafusos, garantindo uma conexão firme. Com a montagem completa, foram inseridos alguns componentes, como o LED UV-C, os dois servos motores para a rotação de transferência, além de um recipiente com o piezo e o nebulizador para a vaporização do álcool a 70%. A cor preta foi escolhida para proteção do operador da radiação emitida pelo LED. Também foram feitas adaptações na programação do projeto para incluir um sino que indica o início do processo.

5. RESULTADOS

Nesta seção, é apresentado os resultados obtidos através da metodologia aplicada, os quais serviram como base para as próximas etapas do projeto. Serão abordados os testes biológicos realizados com a metodologia escolhida para a

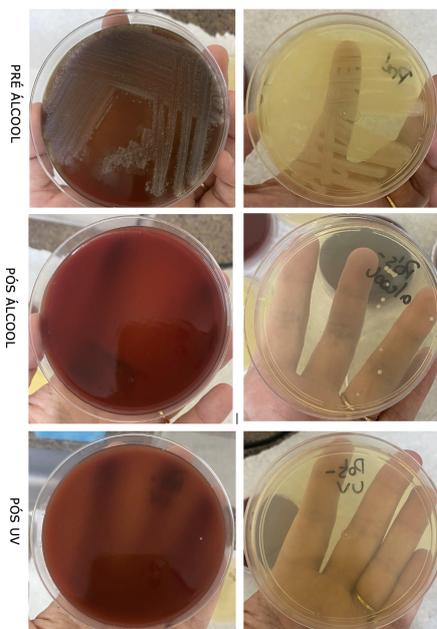
desinfecção, assim como o desenvolvimento, o desenho e a montagem do protótipo finalizado.

5.1. Resultados dos testes biológicos iniciais

Os resultados, de acordo com ilustração na Figura 1, demonstram que a exposição ao álcool resultou em uma diminuição significativa no crescimento bacteriano em ambos os meios de cultura. Após a exposição à luz UV-C, observou-se a extinção total das colônias bacterianas, confirmando a eficácia dos processos de desinfecção e descontaminação do material.

A Figura 1 mostra os resultados antes e depois do processo de desinfecção desenvolvido para o protótipo. Nas duas primeiras placas, que utilizam ágar Sangue e PCA, constatou um crescimento de bactérias antes do tratamento. Após a exposição ao álcool 70%, a placa de ágar Sangue não mostrou crescimento bacteriano, enquanto na placa PCA foram observadas poucas colônias, indicando uma redução das colônias. Após a exposição à luz UV-C, a placa PCA não apresentou crescimento, enquanto a placa de ágar Sangue teve uma colônia que foi desconsiderada, pois pode ser atribuída a uma contaminação externa.

Figura 1. Resultados de antes e depois do processo de desinfecção



Fonte: Os autores, 2024.

5.2. Cálculo da Intensidade de Radiação na Superfície

O cálculo da intensidade da radiação UV-C de uma superfície depende da potência da lâmpada e da distância entre a lâmpada e a superfície. Quanto maior a distância, menor a intensidade da radiação. A dose de radiação medida é a área irradiada de 0,04 m² (20cm x 20cm) após a exposição a 15 minutos (900 segundos) de potência aproximadamente de 1W (1000mW). A lâmpada foi colocada a 0,1 m (10 cm) da superfície iluminada. A fórmula para o cálculo da intensidade de radiação (I) na superfície é:

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

Onde:

I é a intensidade de radiação na superfície (em W/m²);

P é a potência da lâmpada em watts (1W = 1000mW);

d é a distância entre a lâmpada e a superfície em metros.

Substituindo os valores conhecidos, $P = 1W$ e $d = 0,1$ (10 cm convertidos para metros) temos:

$$I = \frac{1}{4\pi(0,1)^2}$$

Foi calculado primeiro o valor do quadrado da distância d^2 :

$$d^2 = (0,1)^2 = 0,01m^2$$

e substituído na fórmula anterior:

$$I = \frac{1}{(4\pi \times 0,01)} = \frac{1}{0,01257} = 79,55 W/M^2$$

Assim, a intensidade de radiação UV-C na superfície foi de 79,55 W/m².

5.3. Cálculo da Dosagem de Radiação UV-C

Após o valor da intensidade de radiação ser calculada, foi possível determinar a dose total de radiação UV-C que a superfície receberá durante 15 minutos de exposição. Recapitulando, a fórmula para calcular a dose de radiação foi:

$$Dose (mJ/m^2) = I \times tempo \text{ de exposição } (s)$$

Onde:

$$I = 79,58 \text{ W/m}^2$$

$$t = 900 \text{ segundos (15 minutos)}.$$

Substituindo os valores e realizando o cálculo temos:

$$Dose = 79,58 \times 900 = 71,62 \text{ mJ/m}^2$$

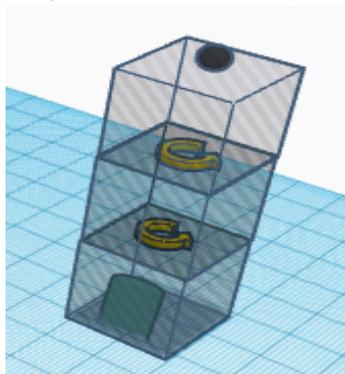
Assim, durante o período de exposição de 15 minutos, a dose que a superfície recebeu de radiação UV-C foi de 71,62 mJ/m².

5.4. Desenho do protótipo

O projeto foi dimensionado em 20 cm x 20 cm, buscando otimizar a fabricação e montagem. O tamanho não dificulta o transporte e permite a realização de testes em diferentes ambientes, contribuindo para um desenvolvimento prático e de fácil manipulação.

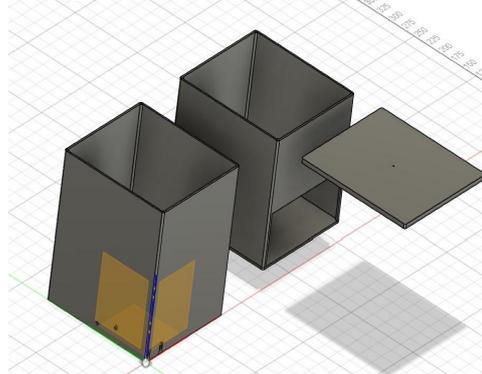
Na Figura 2 mostra o desenho do design que possui três compartimentos. O compartimento superior contém álcool 70%, onde os resíduos foram expostos por quinze minutos. Este possui uma tampa que permite a inserção dos resíduos, além de uma bandeja que se movimenta em 180° para descarregar os materiais no segundo compartimento, depois do procedimento do álcool. Neste segundo compartimento, a lâmpada UV-C atuou por quinze minutos e após isso a bandeja giratória rotacionou o material para o último compartimento. O terceiro e último compartimento foi equipado com uma gaveta para coleta dos resíduos esterilizados, que poderão ser descartados de forma segura em lixo comum. Na Figura 4 foi elaborado um diagrama funcional no Tinkercad, com a montagem do circuito eletrônico responsável por todas estas etapas do protótipo. Em adição, tal circuito incluiu a programação, utilizando a biblioteca do ESP8266 como referência, descrita com mais detalhes no tópico seguinte.

Figura 2. Estrutura do protótipo



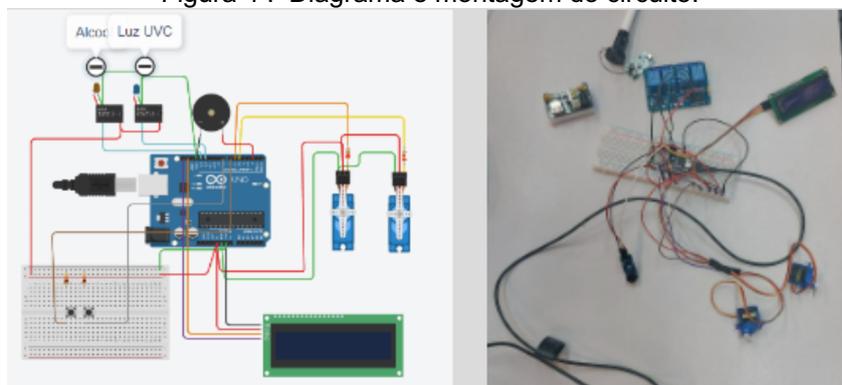
Fonte: Os autores, 2024.

Figura 3. Protótipo na impressão 3D



Fonte: Os autores, 2024.

Figura 4 . Diagrama e montagem do circuito.



Fonte: Os autores, 2024.

5.5. Programação do protótipo

A programação foi desenvolvida para o controle do sistema automatizado de limpeza e desinfecção dos RSS, usando os componentes ESP8266, servos, relés, display LCD e buzzer. O sistema dos compartimentos utiliza as bandejas giratórias para o deslocamento dos resíduos entre eles, as etapas de limpeza com a vaporização do álcool 70% e a desinfecção com a exposição da lâmpada led UV-C . Para seu funcionamento, foram importadas as bibliotecas:

- `#include < Wire.h>`: Comunicação I2C entre o ESP8266 e os dispositivos conectados;
- `#include <LiquidCrystal_I2C.h >`: Controla o display, exibindo as mensagens, "Aspergindo...", "Coleta..." e "Esterilizando..." durante as etapas;
- `#include <Servo.h>`: Controle dos servos motores que movimentam as bandejas;
- `#include "pitches.h"`: Define as notas musicais para o buzzer, indicando o início ou fim das etapas.

Os pinos RELAY1_PIN e RELAY2_PIN foram responsáveis pelo o controle dos relés que acionam a lâmpada UV e o vaporizador de álcool. No setup (), o LCD foi inicializado com "Trash Sterilizer" e "Iniciando...", os servos foram configurados para controlarem as bandejas giratórias, e os relés e o buzzer foram ativados. No loop (), o buzzer tocou uma melodia inicial. O primeiro relé aspergiu o álcool 70% durante 15 minutos. Depois, este foi desligado e o segundo relé foi ativado durante 2 minutos, o servo 1 moveu a bandeja do compartimento superior de 0° a 180°, deslocando assim o resíduo para a caixa posterior. O segundo relé iniciou a desinfecção com a lâmpada UV-C durante 15 minutos, e após isso o servo 2 moveu a bandeja novamente para o último compartimento, onde o RSS estava com sua carga microbiana desinfetada ou reduzida, garantindo uma maior segurança.

5.6. Confeção do protótipo

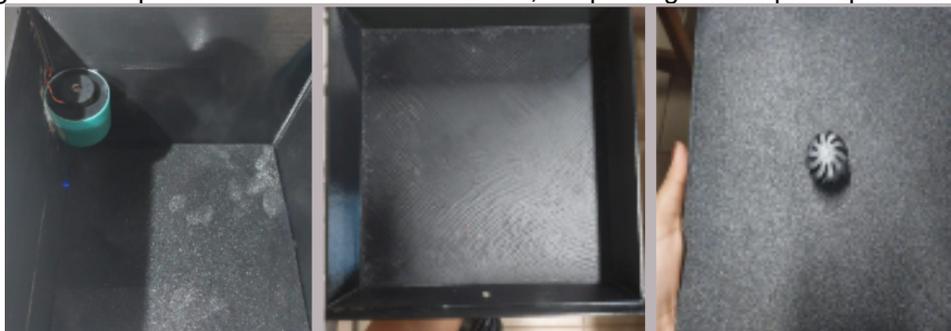
A Figura 5 mostra a conclusão da montagem, com a integração dos componentes eletrônicos e a operação de programação testada com sucesso. Cada parte do protótipo, incluindo compartimentos, gavetas e tampas, foi projetada individualmente para garantir uma montagem eficiente e organizada. Cada método testado anteriormente estará em seu próprio compartimento. A Figura 6 mostra o recipiente de álcool com o nebulizador, a tampa da gaveta e o protótipo montado.

Figura 5. Protótipo montado.



Fonte: Os autores, 2024.

Figura 6. Recipiente de álcool com nebulizador, tampa da gaveta e protótipo montado.

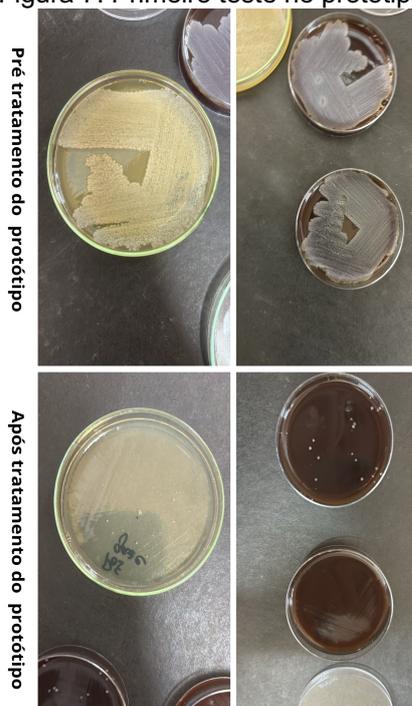


Fonte: Os autores, 2024.

5.7. Teste biológico no protótipo e contagem de colônias

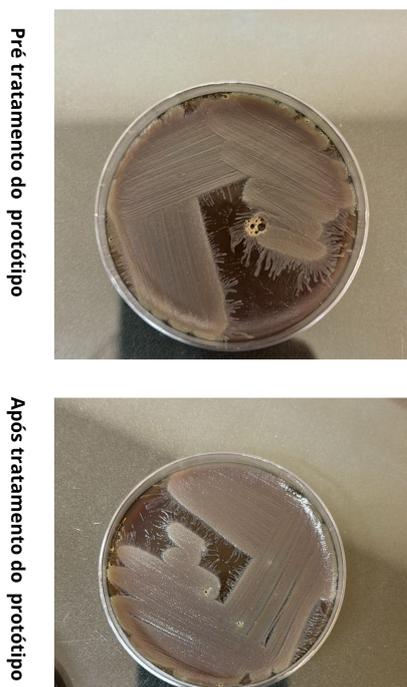
A exposição dos resíduos biológicos no protótipo resultou em dois resultados contrastantes, resultando em uma redução na quantidade de colônias bacterianas na gaze contaminada conforme ilustra a Figura 7, indicando que o método foi eficaz na diminuição das colônias bacterianas. As placas de meio de cultura pós exposição ao etanol 70% e à luz UV-C apresentaram redução significativa no número de colônias bacterianas. Em contrapartida, na tala, não houve alteração nas colônias bacterianas após a exposição ao álcool 70% e a lâmpada LED UV-C, conforme a Figura 8. Houve crescimento nos meios de cultura mesmo após exposição ao etanol 70% e à radiação UV-C. O resultado mostra que o método foi menos eficaz nesse material.

Figura 7. Primeiro teste no protótipo.



Fonte: Os autores, 2024.

Figura 8. Segundo teste no protótipo.



Fonte: Os autores, 2024.

6. DISCUSSÃO

A combinação de álcool e radiação UV-C demonstrou resultados contrastantes utilizando-se a gaze e a tala, ou seja, a eficácia dos métodos de desinfecção pode ser influenciada pelo tipo de material e condições experimentais. No caso da gaze, a ação do álcool foi mais eficaz, enquanto a tala não apresentou os mesmos resultados. A aplicação do protocolo de exposição à aspersão com álcool seguida pela exposição à radiação UV-C não foi suficiente para garantir uma redução significativa de microrganismos, principalmente devido à ineficácia de penetração da radiação UV-C no material, nas condições testadas.

Os resultados indicaram que o álcool 70% foi eficaz na redução da carga microbiana na gaze, o que provavelmente se deve à característica porosa do material, que favoreceu o contato e a penetração do álcool nos microrganismos presentes na amostra. Houve, portanto, uma diminuição das colônias, devido à sua característica porosa, que favoreceu o contato entre o álcool e os microrganismos, facilitando a desinfecção, devido às propriedades antimicrobianas, especialmente quando aplicado em materiais que permitem boa penetração da substância.

Entretanto, quando o material utilizado foi a tala, a qual possui menor permeabilidade, não houve quaisquer alterações nas colônias após a exposição ao álcool. Tais dados demonstram que a aspersão do álcool não foi capaz de penetrar o material, limitando sua ação devido à menor porosidade da tala, o que resultou em uma falha na desinfecção. Os resultados demonstram a importância de consideração das propriedades físicas dos materiais dos resíduos ao projetar no sistema de desinfecção do projeto.

Durante a exposição à radiação UV-C não foi observada a redução das colônias na tala, a menor permeabilidade da tala, em comparação com a gaze, impede a ação do álcool sobre os microrganismos, comprometendo a desinfecção e impedindo que o agente desinfetante entrasse em contato com as colônias. Esses resultados indicam que a radiação UV-C não foi eficaz nas condições experimentais utilizadas, os fatores podem incluir uma intensidade da luz inadequada, a distância da fonte de radiação, tempo de exposição e uma possível distribuição irregular de radiação, podendo ter afetado áreas do material que não estavam expostas à luz, gerando em um resultado falho (Moreira, 2021).

Os resultados demonstram que uma eficiência do álcool 70% na desinfecção de materiais porosos como a gaze, porém, em materiais menos permeáveis como a tal, há a necessidade de ajustes no protocolo utilizados. Além disso, a radiação UV-C não foi eficaz nas condições testadas, o que aponta para a necessidade de ajustes na intensidade da luz, no tempo de exposição e na distribuição da radiação.

A otimização da intensidade da lâmpada UVC e alteração do sistema do álcool, mudando para o resíduo ficar submerso, são os principais pontos a serem estudados para uma melhor eficácia de desinfecção. A avaliação de outros materiais para o protótipo também é essencial, uma vez que diferentes tipos de resíduos podem apresentar comportamentos distintos frente aos métodos de desinfecção.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo semi-automatizado para a limpeza e desinfecção de Resíduos Sólidos de Saúde (RSS), visando a redução da propagação de microrganismos e proporcionar um ambiente

mais seguro. O protótipo foi testado com um método combinado, utilizando inicialmente a aspersão de álcool 70%, seguida da radiação UV-C proveniente de lâmpadas LED, para desinfetar os resíduos biológicos. Os resultados demonstraram que o protótipo, nas condições testadas, demonstrou eficácia de forma parcial na desinfecção dos resíduos biológicos, sendo necessário continuar os testes e ajustes para aprimorar sua eficácia. Com as melhorias sugeridas anteriormente, espera-se que o protótipo contribua significativamente para a diminuição dos riscos biológicos associados ao manejo de materiais contaminados, promovendo um ambiente mais seguro para pacientes e profissionais da saúde.

8. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 33, de 25 de fevereiro de 2003. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

BOIGUES, Gabriel Da Silva ; VEIGA, Lucas Ramos ; BRATIFICH, Rafael ; NETO, João Pucci ; FAJONI, Fernando Cardoso . PROTÓTIPO DE UMA CAMARA DE RADIAÇÃO UV-C PARA DESINFECÇÃO DE OBJETOS. Presidente Prudente: Journal Unoeste, 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 222, de março de 2018: Comentários e orientações sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/33852/271855/RDC+222+de+Mar%C3%A7o+de+2018+COMENTADA/edd85795-17a2-4e1e-99ac-df6bad1e00ce?version=1.0>. Acesso em: 24 out. 2024.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos sólidos de serviços de saúde e dá outras providências.

DA SILVA, Michele Salles . GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: PROPOSTA DE REDUÇÃO DE RISCO À SAÚDE PÚBLICA E AO MEIO AMBIENTE. RONDONÓPOLIS: Sistema de Biblioteca da UFCG, 2016.

DELEVATI, Dionatan Dos Santos et al. Desafios na gestão de resíduos de estabelecimentos de saúde públicos perante a RDC 222/18. 3. ed. Rio De Janeiro: Saúde Debate, 2019. 190-194 p. v. 43. ISBN 10.1590/0103-11042019S314.

DOS SANTOS, Adélia Aparecida Marçal ; VEROTTI, Mariana Pastorello; SANMARTIN, Javier Afonso ; MESIANO, , Eni Rosa Aires Borba . IMPORTÂNCIA DO ÁLCOOL NO CONTROLE DE INFECÇÕES EM SERVIÇOS DE SAÚDE. São Paulo: Rev. adm. saúde, 2002.

FREITAS DOS REIS, Marcone et al. Gerenciamento de resíduos hospitalar e sua importância para a vida humana e o meio ambiente. Faculdade Dom Bosco, 2024. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos20/5830264.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2024.

MAHLER, Claudio Fernando ; MOURA, Leonardo De Lima . Resíduos de Serviços de Saúde (RSS): Uma abordagem qualitativa. Rio de Janeiro: RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre a regulamentação dos produtos para saúde.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

MOREIRA, Pedro Michel ; DA SILVEIRA, William Moreira ; REIS, José Alfredo Silva ; DE ALVARENGA, Jonathan Alves . ESTUFA COM LED ULTRAVIOLETA PARA DESINFECÇÃO Pedro. Scribd, 2021. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/694135959/ESTUFA-COM-LED-ULTRAVIOLETA-PARA-DESINFECCAO>. Acesso em: 08 mar. 2024.

Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos de serviços de saúde.

Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

Portal Resíduos Sólidos. Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-de-servicos-de-saude/>. Acesso em: 24 out. 2024.