

# CONSTRUÇÃO DE UM NEBULIZADOR COM AQUECIMENTO PARA DESINFECÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS COM QUATERNÁRIO DE AMÔNIO

**Brenno Othávio da Silva Rodrigues**

Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru  
brenno.rodrigues2@fatec.sp.gov.br

**Eliane Egidio Pereira**

Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru  
eliane.pereira@fatec.sp.gov.br

**Helder dos Santos Pastre**

Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru  
helder.pastre@fatec.sp.gov.br

Orientador (a): **Prof. Dra. Rogéria Maria Alves de Almeida**

rogeria.almeida@fatec.sp.gov.br

Co-orientador (a): **Rafael Balan Diman**

rafael.diman@fatec.sp.gov.br

## RESUMO

O objetivo desse projeto é a construção de um nebulizador com aquecimento, para desinfecção de equipamentos médicos com quaternário de amônio, com testes microbiológicos para testar a eficiência da desinfecção com estudos comparativos utilizando quaternário de amônio com e sem nebulização e aquecimento. Foi construído um nebulizador com termostato, com base nos modelos comerciais, utilizados para tratamento de infecções do trato respiratório. Os testes microbiológicos utilizando a superfície de uma porta de uma estufa bacteriológica, onde foram feitas coletas no processo de pré-desinfecção, utilizando 4 moldes vazados (10x10cm), para o grupo A (quaternário de amônio nebulizado e aquecida) e 4 moldes para o grupo B (quaternário de amônio nebulizado e em temperatura ambiente), que foram contaminados com suspensão de *S.aureus*, (escala 0,5 de Mac Farland com diluição de 1:10) com coletas feitas após 5 minutos e 10 minutos pré-desinfecção com quaternário de amônio, em ambos os grupos A e B. Após o período de 5 e 10 minutos, foram coletadas as amostras no interior dos moldes vazados dos grupos A e B, com auxílio de swabs estéreis previamente umedecidos em água estéril, e em seguida as amostras foram semeadas em ágar nutriente, incubadas a 37°C por 24-48 horas. Após o período de incubação foi realizada a contagem de UFC/cm<sup>2</sup>, com o auxílio de um contador de colônias (CP Plus 600). Foram feitos testes controles utilizando água estéril no nebulizador a temperatura de 40, 50 e 60 °C. Os resultados indicaram que o processo de desinfecção com quaternário de amônio nebulizado e aquecido foi altamente eficiente com redução de UFC/cm<sup>2</sup> de 82 a 99,22%. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o nebulizador aquecido foi altamente eficaz no processo de desinfecção da superfície de uma estufa bacteriológica, aliado ao fato do equipamento fazer uma nebulização homogênea do desinfetante e ter um aquecimento preciso, mediante um termostato, que melhora o processo de desinfecção.

**Palavras-chave:** Quaternário de Amônio; Nebulizador; Equipamentos Médicos; Desinfecção.

# 1 INTRODUÇÃO

Após grandes discussões e debates a respeito da forma correta de higienização e cuidados de limpeza no meio hospitalar e público, ainda há brechas que podem levar em consideração fatos a seres estudados. Conforme estipulado pela Anvisa, as higienizações por produtos químicos podem ser realizadas a partir de Hipoclorito de Sódio, Alvejantes, Peróxido de hidrogênio, Ácido Peracético e Quaternário de Amônio, conforme as suas devidas diluições. (ANVISA,2020)

No contexto de higienização de um aparelho médico hospitalar pode-se distinguir os conceitos entre limpeza e desinfecção. Onde o termo limpeza, a limpeza referem-se à remoção de microrganismos, sujeiras e impurezas das superfícies, removendo-os, diminuindo o número e o risco de propagação da infecção; e desinfecção refere-se ao uso de produtos químicos para matar microrganismos em superfícies. Esse processo não limpa necessariamente superfícies sujas ou remove microrganismos, mas ao realizar a eliminação após a limpeza, pode reduzir ainda mais o risco de propagação de infecções. (ANVISA,2020)

A fim de promover uma melhor desinfecção de aparelhos médicos hospitalares, em geral, a pesquisa é voltada a nebulização de quaternário de amônio para higienização de locais de difícil acesso como botões, fissuras e dobras, que podem desenvolver um biofilme.

O objetivo desse projeto é desenvolver um processo de desinfecção que seja mais eficiente na higienização de equipamentos médico hospitalar. Para isso desenvolvemos um equipamento que atua como nebulizador capaz de veicular uma névoa de micro gotículas na proporção de 30µm, possibilitando atingir regiões de difícil limpeza sem causar danos ao equipamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

No cenário mundial, a covid-19 é uma pandemia causada pelo novo coronavírus sars-cov-2, que se iniciou em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, na China, onde primeiro caso registrado ocorreu em 1º de dezembro, quando um paciente apresentou sintomas semelhantes aos de pneumonia de origem desconhecida, posteriormente identificada como um novo coronavírus. (OPAS,2020)

O vírus se espalhou rapidamente, tanto na China quanto em outros países, devido ao contato humano próximo e à facilidade de transmissão do vírus via gotículas respiratórias. Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a covid-19 como uma pandemia global. (OPAS,2020)

Os sintomas mais comuns incluem febre, tosse seca, fadiga e dificuldade para respirar. Em muitos casos, a doença pode levar a complicações graves, como pneumonia, insuficiência respiratória aguda e até mesmo a morte. Além disso, estudos posteriores mostraram que o vírus também pode causar danos em outros órgãos, como coração, rins e cérebro. (CDC,2022)

Para frear a disseminação da doença, foram adotadas várias medidas ao redor do mundo, como o distanciamento social foi implementado, visando reduzir o contato entre as pessoas e evitar a transmissão do vírus. Muitos países também adotaram políticas de lockdown, impondo restrições à circulação e fechando empresas e escolas. Além disso, o uso de máscaras e a higienização frequente das mãos com água e sabão ou álcool em gel foram amplamente recomendados. (BBC,2020)

Desinfecções também foram realizadas em diversos locais, como hospitais, espaços públicos, transportes públicos e residências, com o intuito de eliminar o vírus de superfícies contaminadas. (ANVISA,2020)

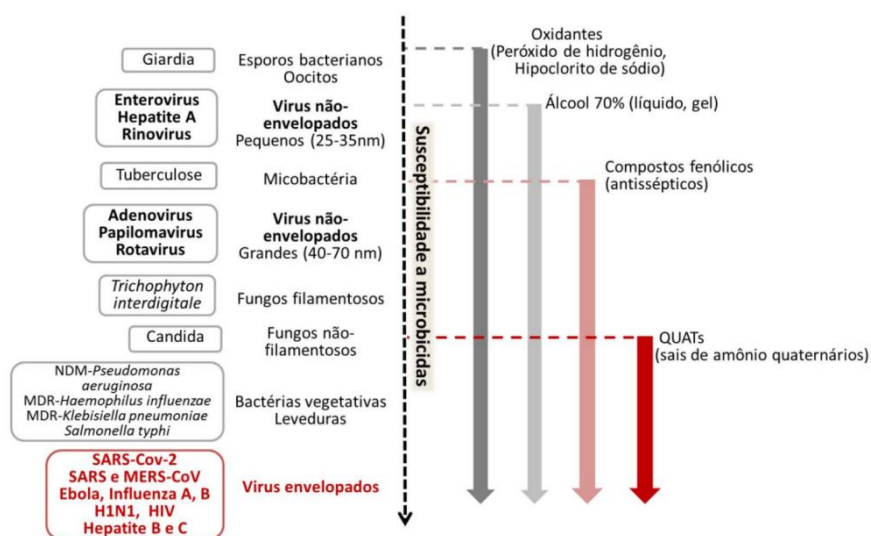
## 2.1 Desinfetantes com sais de Quaternária Amônio (QUATs)

O quaternário de amônio é muito aplicado na desinfecção de ambientes. Através de sua concentração, o produto pode ser diluído e aplicado desde vaso sanitário até no uso doméstico.

Sua aplicação é autorizada pela ANVISA. Seus ingredientes ativos e derivados de vários sais de amônio quaternário, mas o mais comum na aplicação de leito hospitalar é o cloreto de benzalcônio. (Cloreto de alquil dimetil benzilamônio). Aplicado através da concentração superior a 0,05%, sendo controlado através de diluição em uma proporção considerada segura de até 0,2%.

O quaternário de amônio teve aprovação de eficácia com agente desinfetante contra o SARS-CoV2. Ela é capaz de atuar na membrana citoplasmática de bactérias e membranas plasmáticas de fungos, também contra vírus que contém lipídeos na estrutura da membrana. Em sua concentração de 10 a 50mg/litro, são administrados como microbicidas. (MONTORO. et al., 2020)

Figura 1 - Ação dos Agentes Químicos Desinfetantes



Fonte: (MONTORO et al., 2020)

Em comparação com outros agentes químicos, os sais de quaternário de amônio (QUATs), tem uma evidência robusta de que o produto contendo benzalcônio são eficazes contra o vírus causador da Covid-19. (L. A. et al., 2020)

Ao longo das décadas, a evolução dos compostos quaternários para desinfecção trouxe avanços notáveis. A 1ª geração, em 1935, apresentou o Cloreto de Benzalcônio, inaugurando a era dos desinfetantes. A 2ª geração, em 1955, introduziu o Cloreto de Etilbenzil, seguido pela 3ª geração em 1965, uma fusão estável das anteriores. (NEOCLEAN, 2020)

A década de 1970 viu a 4ª geração, uma mistura avançada com ação germicida superior, baixa formação de espuma e alta tolerância. Em 2005, a 5ª geração combinou a 4ª com Dimetil, ampliando o espectro e aumentando a eficácia. Essas gerações mostram que a evolução resultou em compostos antimicrobianos mais eficientes, permitindo a eliminação de micro-organismos com menor concentração e maior adaptabilidade a ambientes desafiadores. Cientificamente comprovada, essa progressão destaca a melhoria contínua na ação desses agentes frente aos diversos cenários microbiológicos. (NEOCLEAN, 2020)

Um estudo publicado na Health Residencies Journal – HRJ comparou a efetividade do álcool a 70% e do quaternário de amônio na desinfecção de superfícies horizontais. Foi realizado um experimento em um laboratório credenciado, utilizando microrganismos como indicadores. Os resultados mostraram que ambos os desinfetantes foram eficazes na redução do crescimento dos microrganismos, porém o quaternário de amônio de quinta geração teve resultados mais significativos. Concluiu-se que o quaternário de amônio é superior ao álcool a 70% e que não é necessário utilizar a técnica de desinfecção de superfícies horizontais durante sua aplicação. Isso representa uma quebra de paradigma em relação à efetividade desse produto.

Barbosa et al. (2018) aborda a importância da desinfecção eficiente em ambientes hospitalares para evitar infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS). Os resultados mostraram que álcool 70% e quaternário de amônio de 1ª e 5ª geração mostraram eficiência total, enquanto álcool 46,2% e 99% foram ineficazes. A técnica de limpeza com álcool 70% seguiu as normas da ANVISA, revelando eficácia na eliminação de bactérias. Os resultados indicam a necessidade de considerar a escolha do desinfetante para a descontaminação efetiva, contribuindo para o controle de infecções hospitalares.

Todos os testes foram compostos por Desinfetantes Hospitalar a base de Quaternário de Amônio 5ª geração da marca Spartan Brasil desenvolvido DMQ – Desinfetante Hospitalar – 5 Litros – Spartan Brasil, com o registro MS – 3.0018.0112. Sendo obrigatório o uso de Equipamentos de Proteção Individual conforme exposto na Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ) do produto, como óculos de proteção, luva de látex, bota e máscara respiratória. (SPARTAN, 2020)

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Construção do Equipamento

O dispositivo concebido desempenha a função crucial de realizar a nebulização de um fluido composto por água e quaternário de amônio. Este processo ocorre a uma temperatura estrategicamente estabelecida de 60 °C, visando otimizar a eficácia da nebulização, especialmente em áreas de difícil acesso para o usuário. A fundação desse projeto é fundamentada na adaptação de um nebulizador de ambientes, modificado para incorporar a capacidade de alcançar a temperatura desejada em seu reservatório. Este nebulizador aprimorado, dotado de um mecanismo térmico ajustado para 60 °C, propicia a nebulização controlada do fluido, assegurando uma distribuição eficiente e direcionada. Esse aprimoramento termal não apenas intensifica a eficácia do processo, mas também possibilita a cobertura abrangente em áreas previamente desafiadoras de serem alcançadas. Dessa forma, a adaptação do nebulizador representa um elemento central no desenvolvimento deste equipamento inovador, proporcionando uma solução eficiente e adaptável para a desinfecção em ambientes hospitalares e locais de difícil acesso.

Tabela 1 - Lista de peças utilizadas para a construção do protótipo do nebulizador

Peças	Usabilidade
Nebulizador Automático	Formado por um piezoelétrico que é capaz de nebulizar o líquido
Placa de Frequência	Regula a frequência de funcionamento do equipamento
Resistência Térmica 100W	Capaz de esquentar o meio líquido até 110 °C
Termostato Digital	Regula a temperatura do líquido de forma automática
Botão Liga/Desliga	Botão de controle de funcionamento do equipamento
Cabo de Energia	Forma de Alimentação do equipamento em tomada 110v
Tubos de Confecção	Tubos de PVC para formação da carcaça do equipamento

Fonte: Arquivo Próprio (2023)

Figura 1 – Peças e componentes utilizados na construção do equipamento



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

Figura 2 - Protótipo em funcionamento nos testes microbiológicos



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

### 3.2 Testes Microbiológicos

O presente projeto visa a elaboração de um equipamento nebulizador com aquecimento para nebulização de quaternário de amônio aquecido afim da desinfecção de superfícies de equipamentos médico hospitalares, assim como os testes microbiológicos para testar a eficiência do processo de desinfecção com quaternário de amônio aquecida e sem aquecer (temperatura ambiente), foram realizados no Laboratório Microbiologia da Faculdade de Tecnologia – Fatec/Bauru.

Dentre os testes realizados foram utilizadas cepas de referência American Type Culture Collection (ATCC) de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 para testar a

eficiência do quaternário de amônio, utilizado para desinfecção da superfície de uma porta de uma estufa bacteriológica. A cepa bacteriana foi subcultivada em ágar Nutriente e caldo Brain Heart Infusion (BHI), com alça, bacteriológica descartável, incubadas em estufa bacteriológica a 37 °C por 24-48 horas.

Foram confeccionados moldes feitos com papel laminado de caixas de leite longa vida medindo 10cm x10 cm, previamente esterilizados em autoclave a 121 °C por 15 minutos, contaminadas com uma suspensão de *S. aureus* com concentração de  $1,5 \times 10^8$  Unidades Formadoras de Colônias (UFC/ml) em 9 mL de água estéril, diluída na concentração 1:10. Foram utilizadas 2 placas de ágar nutriente como controle da bactéria *S.aureus*, que foram incubados a 37 °C por 24-48 horas.

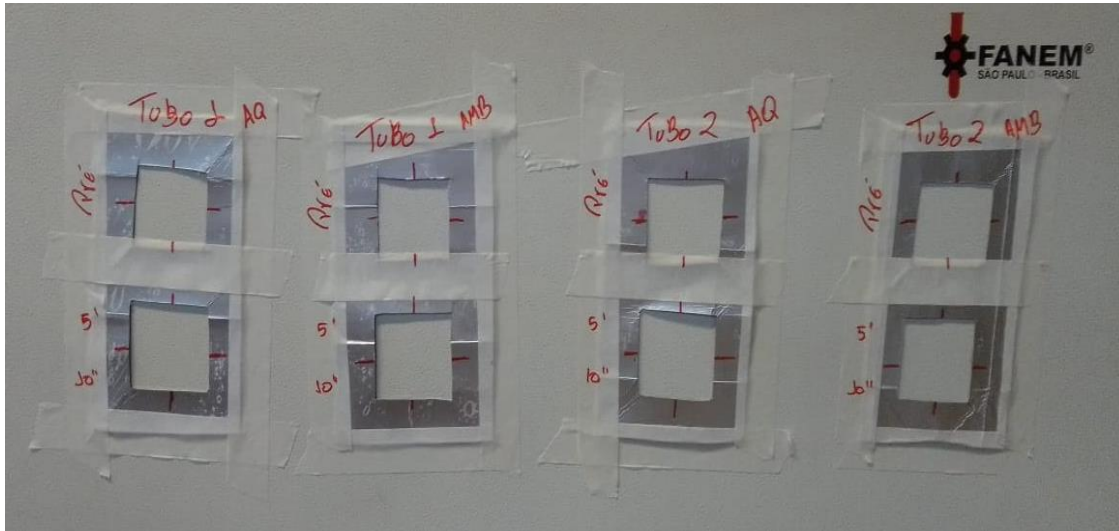
Foram realizados testes controles utilizando água estéril nebulizada a 30, 40, 50 e 60° C na superfície de uma estufa de incubação previamente contaminada com *S.aureus* ( $1,5 \times 10^8$ ), diluído 1:10, e feitas coletas após 5 minutos, e coletadas amostras, semeadas em ágar nutriente em duplicatas incubadas a 37° C por 24-48 horas, e após esse período feito a contagem de UFC/cm<sup>2</sup>.

### **3.3 Processo de pré-desinfecção com quaternário de amônio**

Os moldes em duplicata foram divididos em 2 grupos, um grupo A (quaternário de amônio nebulizado e aquecido) e outro grupo B (quaternário de amônio nebulizado em temperatura ambiente). Desse modo foram feitas coletas no processo de pré-desinfecção, utilizando 4 moldes vazados, para o grupo A e 4 moldes para o grupo B, que foram contaminados com suspensão de *S.aureus*, (escala 0,5 de Mac Farland com diluição de 1:10) com coletas feitas após 5 minutos e 10 minutos pré-desinfecção com quaternário de amônio, em ambos os grupos A e B. Após o período de 5 e 10 minutos, foram coletadas as amostras no interior dos moldes vazados dos grupos A e B, com auxílio de swabs estéreis previamente umedecidos em água estéril, e em seguida as amostras foram semeadas em ágar nutriente. Sequencialmente, as placas semeadas foram incubadas a 37°C por 24-48 horas. Após o período de incubação foi realizada a contagem de UFC/cm<sup>2</sup>, com o auxílio de um contador de colônias (CP Plus 600).

Os moldes em duplicata foram divididos em 2 grupos, um grupo A (quaternário de Amônio nebulizado e aquecido) e outro grupo B (quaternário de amônio nebulizado em temperatura ambiente). Desse modo foram feitas coletas no processo de pré-desinfecção, utilizando 4 moldes vazados, para o grupo A e 4 moldes para o grupo B, que foram contaminados com suspensão de *S.aureus*, (escala 0,5 de Mac Farland com diluição de 1:10) com coletas feitas após 5 minutos e 10 minutos pré-desinfecção com quaternário de amônio, em ambos os grupos A e B. Após o período de 5 e 10 minutos, foram coletadas as amostras no interior dos moldes vazados dos grupos A e B, com auxílio de swabs estéreis previamente umedecidos em água estéril, e em seguida as amostras foram semeadas em ágar nutriente. Sequencialmente, as placas semeadas foram incubadas a 37°C por 24-48 horas. Após o período de incubação foi realizada a contagem de UFC/cm<sup>2</sup>, com o auxílio de um contador de colônias (CP Plus 600).

Figura 3 - Moldes Vazados Aderidos na Porta de uma Estufa Bacteriológica



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

### 3.4 Processo de pós-desinfecção com quaternário de amônio

Para o processo de pós-desinfecção foram utilizados 4 moldes, previamente divididos em 2 partes (pré e pós-desinfecção), previamente contaminados com uma suspensão de *S.aureus*, aderidos na porta da estufa bacteriológica, sendo para o grupo A foi utilizado um equipamento nebulizador com quaternário de amônio a 0,05% aquecido a 60 °C, e o desinfetante foi nebulizado até que toda a superfície da área interna do molde vazado, aderido à porta da estufa bacteriológica, estivesse umedecido, e após 5 minutos e 10 minutos foram coletadas amostras com swabs estéreis previamente umedecidos em água estéril, e semeadas em placas com ágar nutriente, incubadas a 37 °C por 24-48 horas.

Para o processo de pós-desinfecção utilizando quaternário de amônio a 0,05% nebulizado e temperatura ambiente (grupo B), foram utilizados 4 moldes vazados, previamente divididos em 2 partes (pré e pós -desinfecção), contaminados com uma suspensão de *S.aureus*, sendo que os moldes foram aderidos na porta de uma estufa bacteriológica (Figura 1), onde foi feita uma fricção na parte interna do molde, com swab umedecidos em quaternário de amônio a 0,05% (nebulizado em temperatura ambiente), e após 5 e 10 minutos foram coletadas amostras com swabs estéreis, previamente umedecidos em água estéril, semeados em placas de ágar nutriente, incubados a 37 °C por 24-48 horas.

Após o período de incubação, todas as placas com ágar nutriente utilizadas para o grupo A e B, foram submetidas a contagem de UFC/cm<sup>2</sup> em contador de colônia (CP Plus 600).



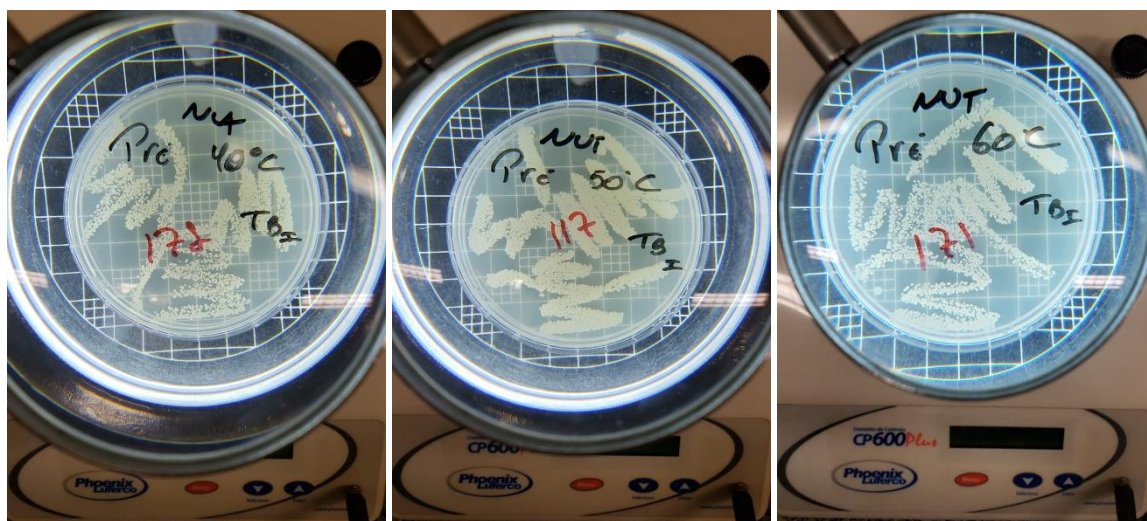
## 4 RESULTADOS

Foram realizadas as análises microbiológicas das placas contendo ágar nutriente com a bactéria *S.aureus*, para testar a eficiência do processo de desinfecção do quaternário de amônio a 0,05% com um equipamento nebulizador com aquecimento, e com uma solução de quaternário de amônio a 0,05% nebulizado em temperatura ambiente, após 5 e 10 minutos de ação do desinfetante.

A fim de análise do possível efeito de esterilização apenas com o aquecimento da água, sem o uso de quaternário de amônio, foram realizadas as análises microbiológicas das placas contendo ágar nutriente com a bactéria *S.aureus*, para testar a eficiência do processo de desinfecção de água com um equipamento nebulizador com aquecimento, nebulizado após 5 de ação do desinfetante.

De acordo com os resultados obtidos após o período de incubação das placas de ágar nutriente, observou-se intenso crescimento do *S.aureus* no processo de pré-desinfecção e pós-desinfecção, assim concluindo que apenas o uso do nebulizado com aquecimento não foi possível qualquer desinfecção conclusiva.

Figura 4 - Resultados do crescimento de *S.aureus* em ágar nutriente no processo de pós-desinfecção com água nebulizado e aquecido, após 5 minutos de ação



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

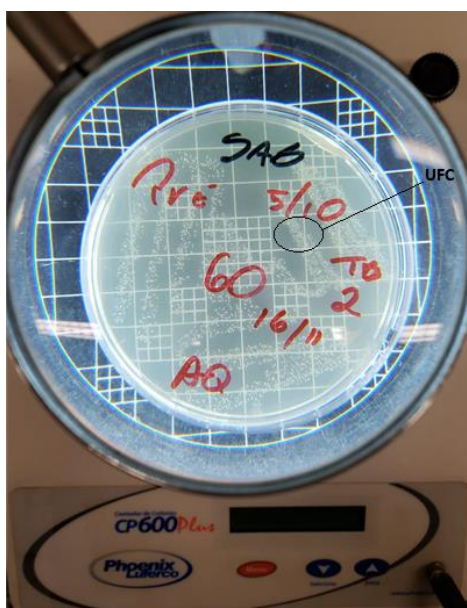
Figura 5 - Resultados do crescimento de *S.aureus* em ágar nutriente no processo de pós-desinfecção com água nebulizado e aquecido, após 5 minutos de ação



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

De acordo com os resultados obtidos após o período de incubação das placas de ágar nutriente, observou-se intenso crescimento do *S.aureus* no processo de pré-desinfecção e pouco ou ausência de crescimento após os processos de pós-desinfecção com quaternário de amônio com e sem nebulização e aquecimento (Figuras 6 ,7 e 8).

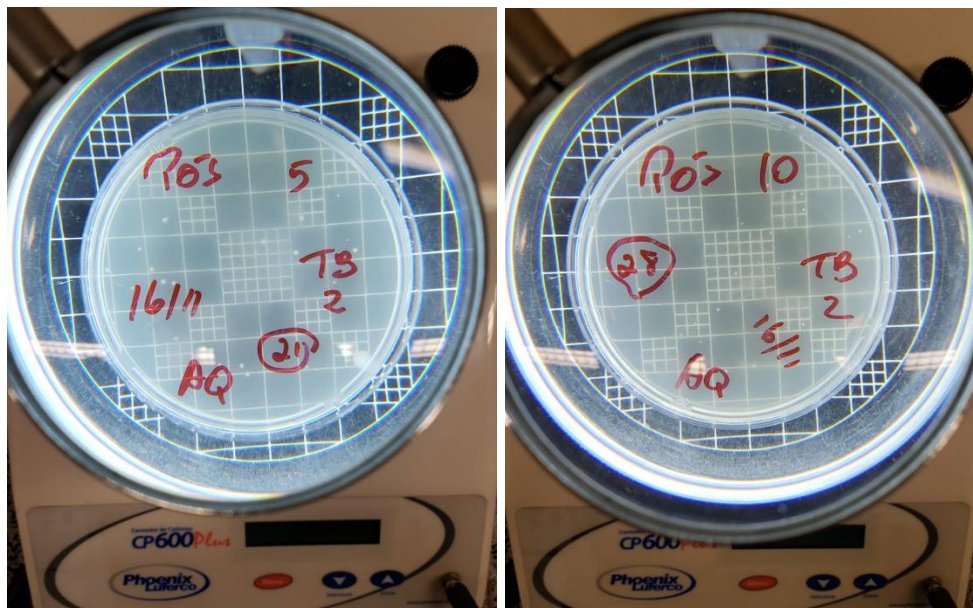
Figura 6 - Resultados do crescimento de *S.aureus* em ágar nutriente no processo de pré-desinfecção com quaternário de amônio



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

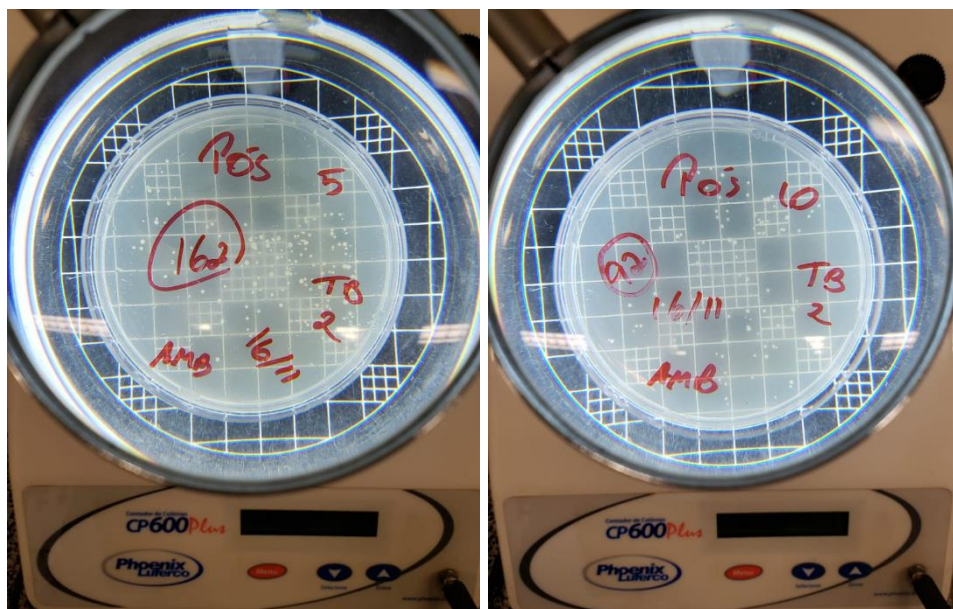


Figura 7 - Resultados do crescimento de *S.aureus* em ágar nutriente no processo de pós-desinfecção com quaternário de amônio nebulizado e aquecido, após 5 e 10 minutos de ação do desinfetante



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

Figura 8 - Resultados do crescimento de *S.aureus* em ágar nutriente no processo de pós-desinfecção com quaternário de amônio com nebulização e sem aquecimento

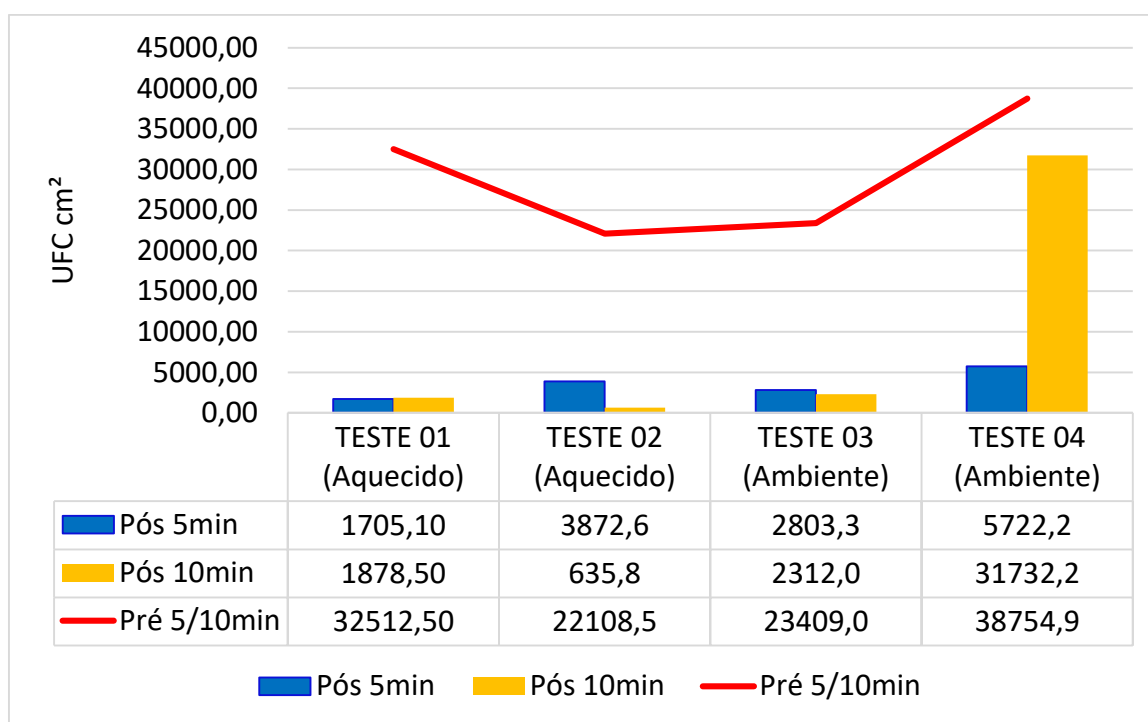


Fonte: Arquivo Próprio (2023)

Os resultados obtidos em duplicatas da contagem de UFC/ cm<sup>2</sup> de *S.aureus* apresentaram características de crescimento e inibição, quando submetidas a diferentes tempos de exposição ao quaternário de amônio nebulizado e aquecido (Grupo A) e quaternário de amônio a 0,05% nebulizado em temperatura ambiente

(Grupo B) após 5 e 10 minutos do processo de desinfecção da superfície de uma porta de uma estufa bacteriológica, onde foi utilizada uma área delimitada por um molde vazado (Gráficos 1 e 2).

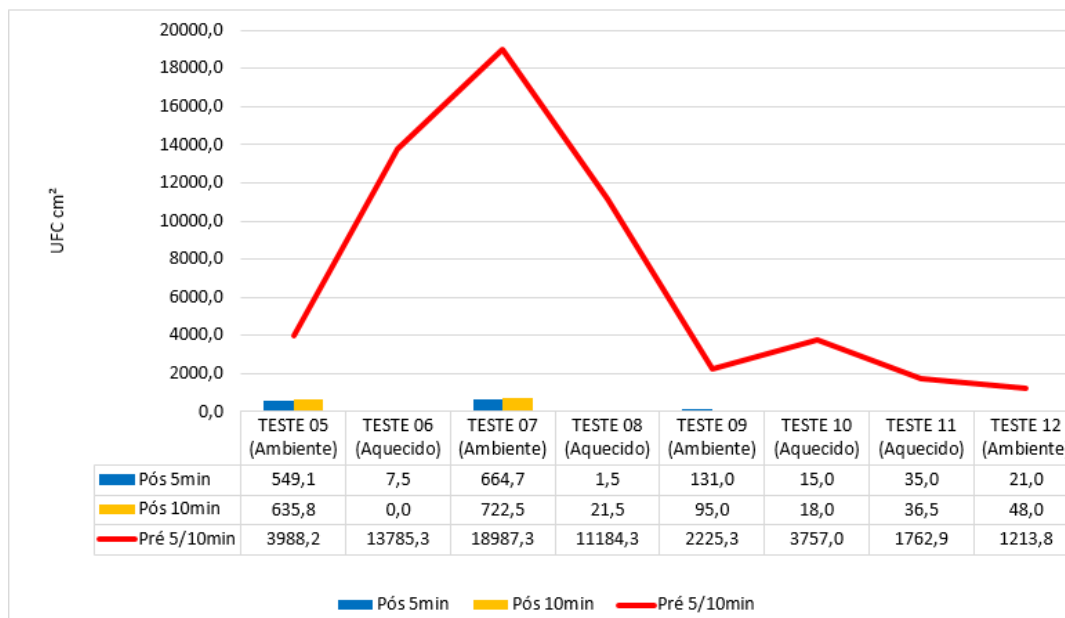
Gráfico 1 – Resultados dos testes preliminares da contagem de UFC/cm<sup>2</sup> de *S.aureus* que foi passado na superfície de uma porta de uma estufa de incubação, no processo de pré e pós desinfecção com quaternário de amônio 0,05%, com nebulização aquecimento e ambiente



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

Foram feitos testes preliminares utilizando a suspensão de *S.aureus* (escala 0,5 de Mac Farland com UFC/mL de  $1,5 \times 10^8$ ) para contaminar a superfície de uma porta de estufa bacteriológica, previamente demarcada com molde vazados (10cmx10cm), e feitos processo de desinfecção com Quaternário de Amônio nebulização com e sem aquecimento (Tabelas 1 e 3). Desse modo os resultados demonstraram que houve redução de UFC/cm<sup>2</sup> em torno de 88% a 94%, entretanto optou-se por fazer a diluição (1:10) dessa suspensão de bactérias, para termos resultados mais eficientes.

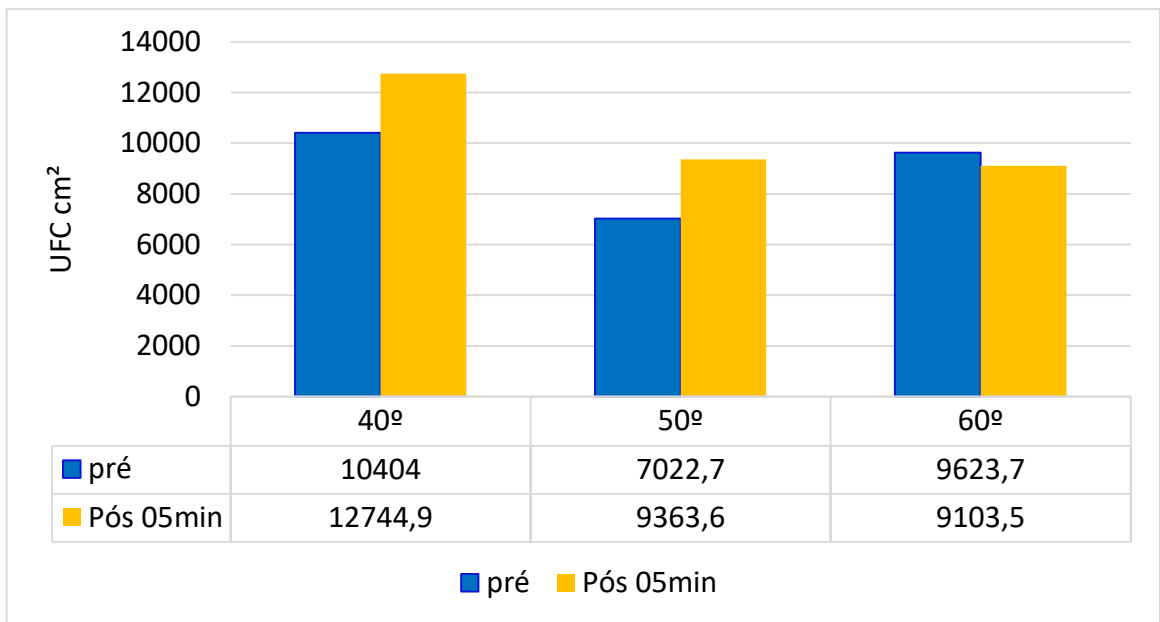
Gráfico 2 – Resultados dos testes definitivos da contagem de UFC/cm<sup>2</sup> de *S.aureus* que foi passado na superfície de uma porta de uma estufa de incubação, no processo de pré e pós desinfecção com quaternário de amônio 0,05%, com nebulização aquecimento ambiente



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

Os resultados obtidos após utilizando o quaternário de amônio 0,05% nebulizado e aquecido a 60 °C, demonstraram que o desinfetante aplicado por esse processo foi altamente eficaz com redução da contagem de UFC/cm<sup>2</sup> da bactéria *S.aureus* de uma suspensão da escala 0,5 de Mac Farland , diluída 1:10 entre 88 à 100%, sendo, portanto recomendado para desinfecção de superfícies de equipamentos médicos (Testes 6, 8, 10, 11). Comparando os resultados obtidos com o processo de desinfecção com quaternário de amônio nebulizado e em temperatura ambiente, observou-se que houve redução em torno de 84% a 98%, portanto com resultados menos eficientes (Testes 5, 7, 9, 12)

Gráfico 3 – Resultados dos testes da contagem de UFC/cm<sup>2</sup> de *S.aureus* que foi passado na superfície de uma porta de uma estufa de incubação, no processo de pré e pós desinfecção água nebulização aquecimento



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

Dentre os testes realizado (Gráfico 2 e Figura 7 e 8) foram executados com o nebulizador desenvolvido conforme protótipo. Sendo que o reservatório dele foi desinfectado com água sanitária para que resíduos das últimas diluições não interferisse com os próximos testes.

Figura 9 - Protótipo finalizado do nebulizador com aquecimento



Fonte: Arquivo Próprio (2023)

## 5 DISCUSSÃO

O projeto de construção de um nebulizador com aquecimento, para desinfecção de superfícies de equipamentos médicos hospitalares, foi baseado nos modelos de nebulizadores caseiros utilizados nebulização de medicamentos para tratamento de infecções respiratórias, aliado ao fato de se testar se há potencialização do quaternário de amônio, quando nebulizado e aquecido.

Após uma profunda análise das práticas de higienização hospitalar e considerando as diretrizes da Anvisa, identificamos áreas que necessitam de investigação contínua. O uso de produtos como Hipoclorito de Sódio, Alvejantes, Peróxido de hidrogênio, Ácido Peracético e Quaternário de Amônio, conforme as orientações da Anvisa, destaca a importância da desinfecção para prevenir infecções (ANVISA, 2020). A distinção entre limpeza (remoção de microrganismos) e desinfecção (uso de produtos químicos para erradicar microrganismos) é fundamental nesse contexto (ANVISA, 2020).

A construção do nebulizador com aquecimento envolveu várias áreas de conhecimento do curso de Tecnologia em Sistemas Biomédicos, como microbiologia, eletrônica, mecânica, química, proporcionado ao aluno amplo conhecimento prático e aplicado. Desse modo foi construído um nebulizador com capacidade para armazenar um volume de 200 mL de solução desinfetante, com um termostato calibrado para temperatura de até 60°C, com nebulização de 6 mL por minuto.

O quaternário de amônio foi escolhido como desinfetante para testar sua eficiência nesse projeto, pois é recomendado pela Anvisa (2020) durante a pandemia do COVID-19, para desinfecção de superfícies de equipamentos médicos.

Os compostos quaternários de Amônio, como o cloreto de benzalcônio, são do grupo dos detergentes catiônicos sintéticos que possuem atividade antimicrobiana, por desnaturação de proteínas e a ruptura da membrana celular, possuem boa estabilidade, solubilidade em água e toxicidade relativamente baixa (Pelczar et al,1997).

Os resultados obtidos podem servir de parâmetros para utilização no futuro de novos processos de desinfecção de superfície e equipamentos, pois o nebulizador é de baixo custo, de fácil manipulação e tem alta eficiência.

## 6 CONCLUSÕES

O projeto concentrou-se na nebulização de quaternário de amônio para desinfecção, especialmente em áreas de difícil acesso. O objetivo era desenvolver um equipamento nebulizador capaz de veicular uma névoa eficiente, atingindo regiões desafiadoras na limpeza de equipamentos médicos.

A construção do nebulizador envolveu conhecimentos multidisciplinares, destacando-se em microbiologia, eletrônica e química. O quaternário de amônio foi escolhido devido à sua recomendação pela Anvisa e eficácia comprovada

contra o SARS-CoV. A implementação prática do dispositivo demonstrou eficiência notável na desinfecção de superfícies hospitalares, oferecendo uma solução adaptável para ambientes desafiadores.

Em síntese, este projeto apresentou uma abordagem inovadora para a desinfecção de equipamentos hospitalares, destacando-se pela eficácia da nebulização aquecida de quaternário de amônio. Os resultados sugerem um avanço significativo no campo da higienização hospitalar, contribuindo para a segurança e prevenção de infecções associadas à assistência à saúde.

## 7 REFERÊNCIAS

ANVISA, NOTA TÉCNICA Nº 26/2020/SEI/COSAN/GHCOS/DIRE3/ANVISA. [S. l.], 23 abr. 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/W10/Downloads/SEI\\_ANVISA-0964813-Nota-T%C3%A9cnica.pdf](file:///C:/Users/W10/Downloads/SEI_ANVISA-0964813-Nota-T%C3%A9cnica.pdf). Acesso em: 23 ago. 2023.

ANVISA, NOTA TÉCNICA Nº 34/2020/SEI/GIMTV/GGPAF/DIRE5/ANVISA. [S. l.], 22 mar. 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/W10/Downloads/34%202020.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

ANVISA, **Segurança do paciente em serviços de saúde: limpeza e desinfecção de superfícies**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-de-limpeza-e-desinfeccao-de-superficies.pdf>. Acesso em: 25 Set. 2023

BARBOSA, Adriana Sierra Assencio Almeida et al. Eficácia do álcool etílico e quaternário de amônio na desinfecção de equipamentos médicos hospitalares. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, Santa Cruz do Sul, v. 8, n. 4, out. 2018. ISSN 2238-3360. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/epidemiologia/article/view/11394>. Acesso em: 13 nov. 2023. doi:<https://doi.org/10.17058/reci.v8i4.1139>

BBC NEWS BRASIL, 2022. **Gripe, resfriado, covid-19 ou dengue: entenda diferenças e sintomas**. Acesso em: 8 Set. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-60243753>.

CENTROS DE CONTROLE E PREVENÇÃO DE DOENÇAS. Sintomas da Covid-19. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>. Acesso em: 12 Set. 2023

MONTORO L. A. et al. Produtos Desinfetantes para o Enfrentamento da Pandemia de COVID-19. **REVISTA VIRTUAL DE QUIMICA**, [s. l.], 23 jul. 2020. Disponível em: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v12n5a06.pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.

NEOCLEAN. **O quaternário de amônio e a sua importância na desinfecção**. [S. l.], 27 jul. 2020. Disponível em: <https://neoclean.com.br/o-quaternario-de-amonio-e-a-sua-importancia-na-desinfeccao/>. Acesso em: 15 out. 2023.

OLIVEIRA DA ROCHA, C. .; Et al. Comparação da efetividade do álcool e do quaternário de amônio com e uso de técnica de desinfecção de superfícies



horizontais. Health Residencies Journal - HRJ, [S. l.], v. 3, n. 14, p. 20–54, 2022. DOI: 10.51723/hrj.v3i14.389. Disponível em: <https://escsresidencias.emnuvens.com.br/hrj/article/view/389>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Histórico da pandemia de COVID-19, 15 Abril. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 05 Set. 2023.

PELCZAR Jr., M.J; CHAN, E.C.S.;KRIEG,N.R. **Microbiologia conceitos e aplicações** .2 ed. V.I. Pearson &Artmed , 1997. Acesso em: 20 nov. 2023.

SPARTAN BRASIL. **Ficha de informações de segurança de produtos químicos** (FISPQ). [S. l.], 5 nov. 2020. Disponível em: [http://spartanbrasil.com.br/uploads/produto/FISPQ\\_DMQ1.pdf](http://spartanbrasil.com.br/uploads/produto/FISPQ_DMQ1.pdf). Acesso em: 15 out. 2023.