

## RADIAÇÃO UV-C: COMO O TIPO DE MATERIAL AFETA A PROLIFERAÇÃO DE PATÓGENOS E A EFICÁCIA NA DESINFECÇÃO

MAIKEL ROBERTO SIQUEIRA GAMBETA-LEITE<sup>1</sup>; CHIARA DAS DORES DO NASCIMENTO<sup>1</sup>; RODRIGO ARAÚJO LEAL<sup>2</sup>; EVERTON GRANEMANN SOUZA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Católica de Pelotas - UCPEL – [maikel.leite@sou.ucpel.edu.br](mailto:maikel.leite@sou.ucpel.edu.br)

<sup>1</sup>Universidade Católica de Pelotas - UCPEL – [chiara.nascimento@ucpel.edu.br](mailto:chiara.nascimento@ucpel.edu.br)

<sup>1</sup>Universidade Católica de Pelotas - UCPEL – [everton.granemann@ucpel.edu.br](mailto:everton.granemann@ucpel.edu.br)

<sup>2</sup>Freedom Veículos Elétricos – [rodrigo@freedom.ind.br](mailto:rodrigo@freedom.ind.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A Resistência Antimicrobiana (RAM) representa um desafio crescente e complexo que ameaça os pilares da medicina moderna. Em 2019, a RAM foi responsável por aproximadamente 1,3 milhões de mortes globalmente, e as projeções indicam que esse número poderá atingir 10 milhões por ano até 2050 se medidas eficazes não forem implementadas (AJULO, 2024). O desenvolvimento e a disseminação de patógenos bacterianos multirresistentes, como *Staphylococcus aureus*, têm sido exacerbados pelo aumento do uso de antimicrobianos e têm contribuído significativamente para a gravidade da RAM (DAVIES, 2010).

*Staphylococcus aureus* é um patógeno oportunista que afeta principalmente indivíduos imunocomprometidos e demonstra uma notável capacidade de sobreviver em condições adversas e em diversos materiais, podendo causar uma ampla gama de infecções, desde impetigo até pneumonia e infecções em próteses (DIAS, 2021). Estudos realizados em hospitais brasileiros têm evidenciado a alta contaminação por este microrganismo, como uma pesquisa no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia revelando que 50% das enfermarias estavam contaminadas (CARVALHO, 2009). Outras instituições, como hospitais públicos no norte do Brasil, também registraram altas taxas de contaminação, com *Staphylococcus aureus* sendo um dos patógenos predominantes (RODRIGUES, 2020). No Rio de Janeiro, análises indicaram que esse patógeno era o mais comum, com uma proporção significativa de cepas resistentes à metilina (MORAES, 2000).

A persistência de *Staphylococcus aureus*, especialmente em suas formas resistentes, sublinha a necessidade urgente de protocolos rigorosos de higiene e desinfecção em ambientes hospitalares. Apesar das práticas de higienização, a eficácia das limpezas terminais pode ser insuficiente. Um estudo recente demonstrou que, apesar das limpezas frequentes, aproximadamente 5–30% das superfícies ainda podem estar potencialmente contaminadas (POPOVICH, 2023).

Uma alternativa promissora à desinfecção convencional é o uso da radiação ultravioleta (UV). A Radiação Ultra Violeta Germicida (RUVG), que utiliza principalmente radiação UV-C, tem sido empregada com sucesso na desinfecção de água, ar e superfícies contra patógenos. A radiação UV-C, com comprimento de onda entre 100 e 280 nm, é particularmente eficaz para a inativação de microrganismos, com a faixa mais eficiente sendo entre 250 e 270 nm, com máxima eficácia em torno de 265 nm (SUSANA, 2022).

Neste contexto, o presente estudo avaliou a eficácia de um robô não autônomo equipado com radiação UV-C (254 nm, 3900 W) na desinfecção de ambientes hospitalares. O robô, que utiliza 12 lâmpadas de baixa pressão fornecidas pela JPNLamps (modelo GPHHA1580T6L, 325 Watts cada), foi projetado para garantir uma cobertura uniforme da radiação UV-C. As lâmpadas foram dispostas em forma hexagonal para otimizar a distribuição da radiação. A montagem do robô foi realizada pela Freedom Veículos Elétricos em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

O estudo foi conduzido na sala de cirurgia do Hospital Universitário São Francisco de Paula (HUSFP), com o objetivo de quantificar e erradicar microrganismos multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (SARM). A eficácia do robô foi avaliada por meio de medições de radiação UV-C em várias áreas da sala, utilizando filmes dosimétricos sensíveis à energia UV-C, cujos resultados foram comparados com dados obtidos por espectrorradiometria UV.

## 2. METODOLOGIA

Os seis pontos selecionados foram divididos ao meio com o auxílio de fita adesiva esterilizada, garantindo que as duas metades fossem comparáveis e que houvesse mínima interferência entre as coletas realizadas antes e após a irradiação UV-C. Os pontos de coleta foram definidos conforme a classificação dos materiais: Ponto 1 (Inox fosco - Mesa de instrumentação), Ponto 2 (MDP - Balcão de madeira branco), Ponto 3 (Metal com tinta - Frente do eletrocautério), Ponto 4 (Plástico ABS - Ventilador e monitor), Ponto 5 (Concreto - Chão e pé da mesa cirúrgica) e Ponto 6 (Couro sintético - Suporte de braço para punção).

Em cada ponto, a coleta inicial foi realizada na metade destinada à amostragem "antes" da irradiação. Utilizando swabs estéreis, as amostras foram coletadas ao esfregar o swab em uma área de aproximadamente 10 cm<sup>2</sup> em cada superfície. As amostras coletadas foram imediatamente inoculadas em 4 placas de ágar Sal Manitol para posterior incubação e análise microbiológica.

Depois da coleta inicial, a sala foi submetida à irradiação UV-C com um dispositivo de emissão calibrado (SIDUV-C). A exposição seguiu um protocolo específico, cobrindo uniformemente todas as superfícies da sala durante um tempo pré-determinado de 110 s, para assegurar a efetividade da descontaminação.

Após a irradiação, a coleta foi realizada na outra metade de cada uma das 6 superfícies previamente demarcadas. Novamente, foram utilizados swabs estéreis e a coleta foi feita esfregando o swab em uma área de aproximadamente 10 cm<sup>2</sup>. As amostras coletadas após a irradiação foram inoculadas em 2 placas de ágar Sal Manitol para cada ponto, possibilitando a comparação dos resultados obtidos antes e depois da aplicação do UV-C.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura abaixo (1a) ilustra a taxa de desinfecção para cada um dos pontos de coleta após a exposição à radiação UV-C. A taxa de desinfecção é

representada no eixo das ordenadas (%), enquanto os pontos de coleta são distribuídos no eixo das abcissas.

Observa-se que todos os pontos de coleta apresentaram uma taxa de desinfecção alta, próxima de 100%, o que indica uma eficácia significativa da radiação UV-C na eliminação de *Staphylococcus aureus* em diversos substratos.

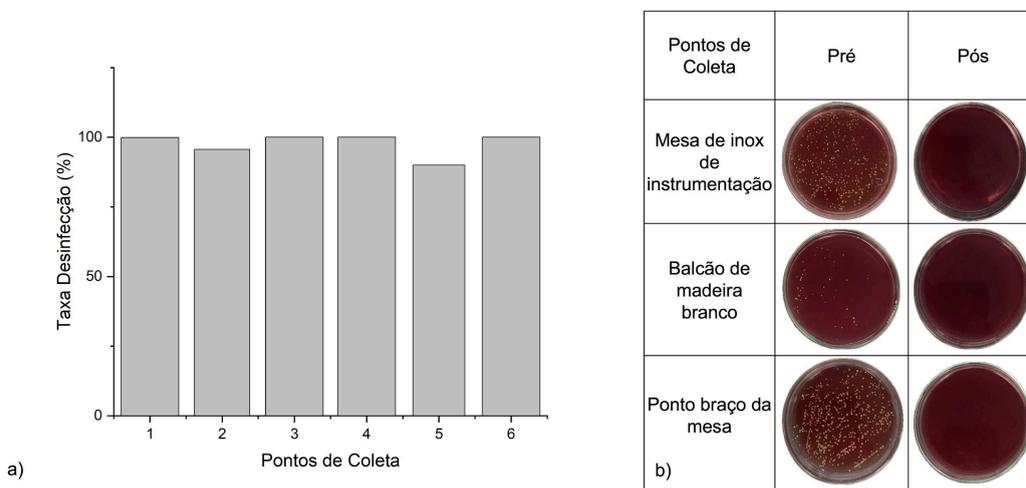


Figura 1: a) Taxa de desinfecção de *Staphylococcus aureus* em diferentes pontos de coleta após a aplicação de radiação UV-C. b) Comparação visual das culturas de *Staphylococcus aureus* pré e pós-exposição à radiação UV-C em diferentes materiais.

Já na Figura (1b), na primeira linha, correspondente à "Mesa de inox de instrumentação," a placa "Pré" mostra muitas colônias de *Staphylococcus aureus*, enquanto a placa "Pós" apresenta ausência de colônias, evidenciando a eficácia da desinfecção. A segunda linha, referente ao "Balcão de madeira branco," também inicia com várias colônias na placa "Pré," mas em menor quantidade, e a placa "Pós" não apresenta colônias. Na terceira linha, do "Suporte de braço da mesa," a placa "Pré" exibe muitas colônias, mas a placa "Pós" não mostra colônias visíveis, indicando que a radiação UV-C eliminou praticamente todas as bactérias.

#### 4. CONCLUSÕES

A análise da contaminação por *Staphylococcus aureus* em diferentes materiais revelou uma variação significativa, com superfícies metálicas e de couro sintético apresentando maiores taxas de contaminação, enquanto materiais como MDP, concreto e plástico ABS demonstraram menor suscetibilidade. Esses resultados destacam a importância de protocolos de higiene e desinfecção específicos para cada material em ambientes cirúrgicos, visando a redução dos riscos de infecção e a segurança do paciente.

A avaliação da distribuição da dose de radiação UV-C evidenciou a importância da configuração espacial da sala e da posição dos objetos para a

eficácia da desinfecção. Para garantir uma dose adequada de radiação em todas as áreas, é essencial ajustar a posição do robô ou utilizar múltiplos emissores, superando assim as regiões de sombra e alcançando uma cobertura uniforme.

Os resultados demonstraram que a radiação UV-C é extremamente eficaz na desinfecção de superfícies contaminadas por *Staphylococcus aureus*, reduzindo a presença de microrganismos a níveis mínimos ou não detectáveis. A eficácia foi consistente em diversas superfícies, sublinhando o potencial da radiação UV-C como uma ferramenta essencial na prevenção de infecções hospitalares em ambientes críticos.

Embora a eficácia geral tenha alcançado valores próximos a 100% em muitos casos, foram observadas variações dependendo do material da superfície e da dose de radiação aplicada. Superfícies de inox e plástico mostraram uma eliminação quase completa das UFCs, enquanto superfícies de concreto e metal pintado apresentaram variações na eficácia. Esses achados ressaltam a importância de ajustar as doses de radiação para diferentes tipos de superfícies, reforçando a necessidade de um planejamento cuidadoso para otimizar a aplicação da radiação UV-C em ambientes clínicos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJULO, S.; AWOSILE, B. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS 2022): Investigating the relationship between antimicrobial resistance and antimicrobial consumption data across the participating countries. **Plos one**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 19, n. 2, p. e0297921, 2024.

DAVIES, J.; DAVIES, D. Origins and evolution of antibiotic resistance. **Microbiology and molecular biology reviews**, Am. Soc. Microbiol., v. 74, n. 3, p. 417–433, 2010.

DIAS, L. L. et al. Hospital liquid waste contaminated with multidrug-resistant bacteria raises a public health hazard alert in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, Springer, v. 193, p. 1–12, 2021

CARVALHO, K. S. et al. Hospital surface contamination in wards occupied by patients infected with MRSA or MSSA in a Brazilian university hospital. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 28, 2009.

MORAES, B. A. et al. Epidemiological analysis of bacterial strains involved in hospital infection in a university hospital from Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 42 4, p. 201–7, 2000

RODRIGUES, D. O. et al. Epidemiology of bacterial contamination of inert hospital surfaces and equipment in critical and non-critical care units: A Brazilian study. **Microbiology Research Journal International**, p. 31–43, 2020.