

A LUZ LED AZUL COMO FERRAMENTA DE ESTERILIZAÇÃO: UMA REVISÃO DA SUA EFICÁCIA CONTRA *ESCHERICHIA COLI*

Mickael Breno de Godoi Sousa¹

Mckb.inf@gmail.com

Camila Vitória Sousa Silva¹

Camilavitoriass2006@gmail.com

Luiz Gustavo Nascimento Dorvigens¹

bio.luizgustavo1203.@gmail.com

Alice Pereira da Silva¹

alice.silva@aluno.unievangelica.edu.br

Joyce Gabrielle Ramos Assunção¹

joyceramosbio@outlook.com

João Pedro Ribeiro Afonso¹

Joaopedro180599@gmail.com

Curso de Ciências Biológicas - Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA¹

Resumo

Introdução: A esterilização de bactérias como a *Escherichia coli* tem se mostrado um grande desafio para a medicina regenerativa e a bioengenharia. Nesse contexto, estudos sobre a inativação da *Escherichia coli* por luz LED na faixa de 430 nm sugerem uma alternativa mais eficaz e menos agressiva, que reduz os danos a estruturas sensíveis. **Métodos:** A busca por artigos científicos foi realizada na base de dados PubMed utilizando os descritores: "blue light" AND "*Escherichia coli*" AND inactivation. Foram incluídos estudos publicados entre os anos de 2010 e 2025. **Objetivo:** Realizar uma revisão bibliográfica sobre a eficácia da luz LED contra a *Escherichia coli*. **Resultados:** Os achados na literatura demonstram a eficácia superior e comprovada da luz LED para a inativação de bactérias em diferentes superfícies. **Conclusão:** A luz LED pode ser utilizada como uma alternativa mais efetiva e de menor custo quando comparada a outros métodos de esterilização.

PALAVRAS CHAVES: Esterilização por luz azul; *Escherichia coli*; Bioengenharia de tecidos; Medicina Regenerativa.

Introdução

A bioengenharia é uma alternativa viável no desenvolvimento de órgãos renais sintéticos para suprir a grande demanda de transplantes que sobre carregando o sistema de saúde mundial, mesmo após o transplante o paciente passa por grandes complicações desde da possível rejeição com o uso de imunossupressores para resto da vida diminuindo a resposta do sistema imunológico, podendo desenvolver uma

vulnerabilidade maior a outras infecções , o desenvolvimento de um órgão sintético burlaria essas complicações por se tratar de um órgão feito com as próprias células troncos do paciente.¹ Tendo em vista que os desenvolvimentos do mesmo e algo novo não possuem protocolos definitivos para a segurança microbiológica do tecido em questão.²

Para entender os riscos envolvidos, é necessário compreender como funcionam os procedimentos, entre um deles á descclularização, que é um processo cujo o objetivo é remover todas as células de um tecido, preservando apenas a matriz extracelular.³ O processo inicia com a remoção das células com diferentes modos físicos(ciclos de congelamento e descongelamento), químicos(Uso de detergentes iônicos e não iônicos) e enzimáticos(enzimas como nucleases), os processos usados tem como objetivo manter a MEC e suas propriedades como a elastina, proteoglicanos e outros componentes.⁴ Posteriormente essa MEC já avaliada será usada como um scallfold uma estrutura que servira como suporte tridimensional para a introdução e crescimentos de células troncos do órgão renal do próprio paciente garantindo um transplante seguro e sem rejeição.⁵

Protocolos de segurança microbiológica já são estudados há muito tempo, tendo em vista que o uso de diodo emissor de luz (LED). Para a esterilização de bactérias a luz led a uma onda de frequência de 400nm há 470nm já são utilizados em limpezas em ambientes hospitalares.⁶ A luz azul nessa frequência entra em contanto com a bactéria e absorvida por proteínas como a porfirinas, flavinas, presentes na bactéria que entram em excitação criando reações de oxigênios (EROS), que atacam diretamente a bactéria provocando a oxidação na membrana da bactéria rompendo provocando vazamento do citoplasma, e quebra do DNA impedindo a transcrição e replicação e a desnaturação de proteínas, levando a morte da bactéria.⁷

Métodos

Os resultados foram obtidos da data base do PUBMED usando as seguintes palavras frases "blue light" AND "Escherichia coli" AND inactivation, restringindo entre os anos de 2010 há 2025. Foram incluídos artigos que utilizaram a luz azul na faixa

de frequência de 400 a 470 nm e que investigaram sua eficácia no combate à *Escherichia coli*.

Resultados

Os resultados obtidos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Achados principais dos artigos

Nome	Frequência	Objetivo	Resultado
Hanyu Chen et al. 2023	LED azul 405 nm	Investigar a eficácia de 405nm em diversos patógenos de origem alimentar.	Para a <i>E. coli</i> a inativação houve uma rápida inativação nas primeiras 24h e gradual nas próximas 48h.
Sang Woo Kim et al. 2013	LED azul 425 nm	Avaliar a relação dos comprimentos de onda de 625, 525 e 425 nm, fornecendo potência média e efeitos sobre bactérias patogênicas comuns	Em comparação as 3 frequências a redução foi mais efetiva de 80% a 100% na frequência de 425nm, em relação as outras frequências serem bem menor.
Martha Minor et al. 2023	LED azul 405 nm e 460 nm	Avaliar a eficácia do LED em aços inoxidável e ferro fundido	Em outra situação, houve uma eficiência na inativação das cepas, foi observado que quando mais alta a frequência mais efetivo.
Shijie Huang et al. 2023	LED azul 450 nm e 405 nm	Avaliar a eficácia da fotoinativação da <i>Escherichia coli</i> entre LED de 405 e 450 nm em comparação a onda contínua e pulsada	Ambas mostraram eficiência na foto inativação, com melhor aproveitamento na onda pulsada.
Karen McKenzie et al. 2016	LED azul 405 nm	Efeitos da luz 405 nm contra a integridade da membrana celular da <i>Escherichia Coli</i>	Os teste comprovaram danos a membrana celular e quando maior a frequência mais eficaz.

Fonte- Autoria própria

Conclusão

A análise dos estudos incluídos nesta revisão revela que a luz azul, particularmente em comprimentos de onda próximos a 405 nm e 425 nm, é altamente eficaz na inativação de microrganismos patogênicos como a *Escherichia coli*. Os resultados mostram que a eficácia da inativação aumenta com a diminuição do comprimento de onda. Além disso, o modo de aplicação também desempenha um papel crucial, com a onda pulsada mostrando um desempenho superior em comparação com a contínua. Com isso, o mecanismo de ação da luz azul foi comprovado por meio de danos diretos à membrana celular, explicando sua alta capacidade de desinfecção.

Referências

1. Arenas-Herrera JE, et al. Decellularization for whole organ bioengineering. *Biomed Mater.* 2013;8(1):014106.
2. Shakir S, et al. Bioengineering lungs: an overview of current methods, requirements, and challenges for constructing scaffolds. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022;10:28.
3. Crapo PM, Gilbert TW, Badylak SF. An overview of tissue and whole organ decellularization processes. *Biomaterials.* 2011;32(12):3233–3243.
4. Isaeva EV, et al. Decellularized extracellular matrix for tissue engineering (review). *Sovrem Tekhnol Med.* 2022;14(3):57–68.
5. Liu C, et al. Decellularized extracellular matrix mediates tissue construction and regeneration. *Front Med.* 2022;16(1):56–82.
6. Halstead FD, et al. *Microbiology (Reading).* 2016;162(9):1680–1688.
7. Dos Anjos C, et al. Antimicrobial blue light inactivation of international clones of multidrug-resistant *Escherichia coli* ST10, ST131 and ST648. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019;27:51–53.
8. Chen H, Cheng Y, Moraru CI. Blue 405 nm LED light effectively inactivates bacterial pathogens on substrates and packaging materials used in food processing. *Sci Rep.* 2023;13(1):15472.
9. Kim DK, Kang DH. Efficacy of light-emitting diodes emitting 395, 405, 415, and 425 nm blue light for bacterial inactivation and the microbicidal mechanism. *Food Res Int.* 2021;141:110105. doi:10.1016/j.foodres.2021.110105.
10. Minor M, Sabillón L. Effectiveness of ultra-high irradiance blue light-emitting diodes in inactivating *Escherichia coli* O157:H7 on dry stainless steel and cast-iron surfaces. *Foods.* 2023;12(16):3072.
11. Huang S. Photoinactivation of *Escherichia coli* by 405 nm and 450 nm light-emitting diodes. *J Photochem Photobiol B.* 2023;238:112532.
12. McKenzie K, et al. The effects of 405 nm light on bacterial membrane integrity determined by salt and bile tolerance assays, leakage of UV-absorbing material and SYTOX green labelling. *Microbiology (Reading).* 2016;162(9):1680–1688.