



A PRESENÇA DE RESÍDUOS DE CLOREXIDINA DEGERMANTE NA DESCONTAMINAÇÃO DA PELE DE TILÁPIA DO NILO PARA CURATIVOS

PÂMELA DE LIMA BERNARDES¹; TATIANA REGINA DE
OLIVEIRA HEINZELMANN¹; LÍVIA H. MOREIRA² (DRA.);
LEANDRO P. ALVES² (DR.)

¹Biomedical Engineering Center, Universidade Anhembi Morumbi,
São José dos Campos, SP, Brazil.

²Center of Innovation Technology and Education, São José dos
Campos, SP, Brazil.

Resumo

Os curativos biológicos têm ganhado destaque na medicina regenerativa por sua biocompatibilidade e capacidade de favorecer a cicatrização. A pele de tilápia do Nilo surge como um biomaterial promissor, embora sua microbiota natural exija protocolos rigorosos de descontaminação. A clorexidina degermante a 2% é amplamente utilizada devido à sua eficácia antimicrobiana; contudo, estudos mostram que o composto pode permanecer adsorvido à matriz colagênica mesmo após múltiplas lavagens. Este estudo avaliou a presença de ação residual da clorexidina na pele de tilápia previamente descontaminada e contaminada experimentalmente com *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Após 24 horas de incubação, nenhuma amostra apresentou crescimento bacteriano, indicando persistência da atividade antimicrobiana. Além dos possíveis impactos na biocompatibilidade do biomaterial, a permanência da clorexidina representa um risco ambiental, pois o composto é persistente, pouco removido em estações de tratamento e tóxico para organismos aquáticos. Isso reforça a importância de práticas de uso e descarte responsáveis.

Palavras chave: clorexidina, Tilápia do Nilo, curativos biológicos

Introdução

Os curativos biológicos têm ganhado destaque com os avanços da biotecnologia e da medicina regenerativa, sendo amplamente utilizados no tratamento de feridas complexas e lesões crônicas. Em comparação aos curativos sintéticos, apresentam características desejáveis, como biocompatibilidade, biodegradabilidade e facilidade de processamento (SHEN et al., 2022). Entre os principais exemplos descritos na literatura estão a membrana amniótica humana, a seda fiada pelo bicho-da-seda (Dressilk®) e o enxerto xenogênico suíno, todos amplamente empregados na regeneração cutânea (MOHAMMED et al., 2022; SCHIEFER et al., 2022; HALLER et al., 2021).

A pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) também se destaca como um curativo biológico promissor, em virtude de sua estrutura colagenosa, resistência e ampla disponibilidade (PUTRI et al., 2022). No Brasil, o cultivo de tilápia é predominantemente conduzido em sistemas de tanques-rede, condição que favorece a contaminação bacteriana por micro-organismos presentes na água e nos sedimentos (PAKINGKING; PALMA; USERO, 2015). A pele desse peixe abriga tanto bactérias Gram-negativas quanto Gram-positivas (LIMA JÚNIOR et al., 2016), incluindo espécies potencialmente patogênicas para humanos e animais (ALGAMMAL et al., 2020).

Considerando seu potencial como biomaterial, torna-se essencial que a pele de tilápia passe por processos rigorosos de descontaminação antes da aplicação clínica. Entre os agentes antissépticos empregados, o digluconato de clorexidina a 2% é amplamente utilizado devido à sua elevada eficácia contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Entretanto, estudos indicam que, mesmo após múltiplas lavagens com solução fisiológica, resíduos de clorexidina podem permanecer adsorvidos à matriz colagênica da pele (LIMA VERDE et al., 2021).

Além dos aspectos clínicos, o uso intensivo da clorexidina também tem implicações ambientais. O composto apresenta elevada persistência e pode alcançar sistemas de esgoto, sendo detectado em lodos de estações de tratamento de águas residuais, indicando baixa remoção pelos métodos convencionais (MIGLANI et al., 2022). Esse cenário reforça a necessidade de controle no uso e descarte do antisséptico, principalmente quando aplicado em



biomateriais, uma vez que resíduos persistentes podem interferir tanto na biocompatibilidade quanto na segurança ambiental.

Dessa forma, compreender se há permanência da clorexidina na pele de tilápia após procedimentos de descontaminação é fundamental para assegurar a qualidade, a segurança e o uso responsável desse biomaterial. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a presença de resíduos de clorexidina degermante a 2% na pele de tilápia do Nilo, mesmo após sucessivas lavagens com solução fisiológica.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado no Laboratório de Desinfecção do Centro de Inovação e Tecnologia (CITÉ), localizado em São José dos Campos (SP), com o objetivo de avaliar a presença de resíduos de clorexidina degermante a 2% na pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) após o processo de descontaminação e posterior contaminação experimental com *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

- **Amostras biológicas**

As peles de tilápia foram obtidas de uma peixaria destinada ao consumo humano, situada no município de São José dos Campos. Após a aquisição, o material foi lavado em água corrente e submetido à remoção de escamas e tecido subcutâneo com auxílio de bisturi cirúrgico e luvas não estéreis. Em seguida, as peles foram padronizadas em fragmentos de 1,5 cm × 1,5 cm.

Após o corte, os fragmentos foram acondicionados em embalagens plásticas limpas e armazenados congelados em freezer doméstico até o momento do uso.

- **Descontaminação com clorexidina**

Para a descontaminação inicial, as amostras foram imersas em solução de clorexidina degermante a 2% (Riohex®, Rioquímica) por 60 minutos. Após o tempo de exposição, as peles foram divididas em dois grupos experimentais:

- **Grupo 1:** três lavagens com solução fisiológica 0,9% estéril;



- **Grupo 2:** cinco lavagens com solução fisiológica 0,9% estéril.

Cada ciclo de lavagem foi realizado manualmente, utilizando agitação de aproximadamente dez movimentos por lavagem.

Contaminação experimental

Após o processo de lavagem, os fragmentos foram submetidos à contaminação experimental com *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, previamente cultivada em ágar Mueller-Hinton. Para a inoculação, foi preparada uma suspensão bacteriana com turbidez equivalente a 0,5 McFarland ($\approx 1,5 \times 10^8$ UFC/mL).

As amostras permaneceram imersas nessa suspensão por 60 minutos, em temperatura ambiente.

Avaliação microbiológica

Após o período de contaminação, cada fragmento de pele foi semeado em meio de cultura adequado para a contagem bacteriana. As placas foram incubadas por 24 horas a 37°C, e o crescimento de colônias foi utilizado como parâmetro para determinar a presença de microrganismos nas amostras.

Resultado e Discussão

A descontaminação da pele de tilápia com clorexidina a 2% demonstrou eficácia total, uma vez que nenhuma amostra apresentou crescimento de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 após 24 horas de incubação, independentemente do número de lavagens realizadas. Esse efeito está de acordo com Müller et al. (2014), que relataram ação antimicrobiana persistente da clorexidina mesmo após enxágue, sugerindo que resíduos do biocida podem manter atividade bactericida e interferir em ensaios de contaminação experimental.

A permanência desse resíduo também pode estar relacionada à retenção do composto na matriz colagênica da pele, fenômeno já observado em estudos ambientais. Miglani et al. (2022) identificaram concentrações residuais de clorexidina entre 0,3 e 16 µg/g em sistemas de tratamento, demonstrando que



processos de remoção nem sempre são eficazes. Do ponto de vista ecotoxicológico, Perschbacher et al. (2008) evidenciaram alta toxicidade do biocida para organismos aquáticos, reforçando seu potencial de persistência e bioacumulação.

Na pele de tilápia, esses resíduos podem provocar alterações estruturais e microbiológicas, conforme descrito por Ibrahim et al. (2020), devido à forte interação entre o biocida e fibras colagênicas. Tal retenção é relevante para aplicações biomédicas, uma vez que a clorexidina apresenta potencial citotóxico para células epiteliais e fibroblastos (Lima Verde et al., 2021), podendo comprometer a biocompatibilidade do biomaterial.

Conclusão

Os achados deste estudo sugerem que, embora eficaz na descontaminação, o uso de clorexidina a 2% pode resultar em acúmulo residual capaz de interferir tanto na avaliação microbiológica quanto no desempenho final da pele de tilápia como biomaterial.



Referências bibliográficas

ALGAMMAL, A. M. et al. Prevalence, antimicrobial resistance, and virulence genes of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* isolated from tilapia. *Aquaculture*, v. 523, p. 735-742, 2020.

HALLER, C. A. et al. Biologic skin substitutes in wound healing: Current perspectives. *Tissue Engineering Part B*, v. 27, n. 5, p. 485-497, 2021.

IBRAHIM, N. et al. Effects of chlorhexidine on collagen-based biomaterials. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, v. 108, n. 7, p. 1525-1533, 2020.

LIMA JÚNIOR, E. M. et al. The use of Nile tilapia skin for burn treatment: Microbiological and structural analysis. *Burns*, v. 42, n. 4, p. 877-885, 2016.

LIMA VERDE, M. E. Q. et al. Cytotoxic effect of chlorhexidine on fibroblasts and epithelial cells: Implications for clinical use. *Brazilian Dental Journal*, v. 32, n. 2, p. 52-60, 2021.

MIGLANI, R. et al. Chlorhexidine in wastewater sludge: Occurrence, persistence and environmental implications. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, p. 45079-45089, 2022.

MOHAMMED, F. A. et al. Human amniotic membrane as a biological dressing in diabetic foot ulcers: A systematic review. *Journal of Wound Care*, v. 31, n. 3, p. 236-244, 2022.

MORRIS, S. et al. Environmental risks associated with common biocides: A review with focus on chlorhexidine. *Chemosphere*, v. 301, p. 134630, 2022.

MÜLLER, G. et al. Residual antimicrobial activity of chlorhexidine after rinsing. *Journal of Periodontology*, v. 85, p. 1112-1121, 2014.

PAKINGKING, R.; PALMA, P.; USERO, R. Bacterial communities and pathogens in tilapia aquaculture environments. *Aquaculture Research*, v. 46, p. 1435-1445, 2015.



PERSCHBACHER, P. W. et al. Toxicity of chlorhexidine to aquatic organisms. *Aquatic Toxicology*, v. 88, n. 2, p. 99-104, 2008.

PUTRI, A. R. R. et al. Characteristics of tilapia skin as an alternative wound dressing: A structural and biochemical evaluation. *Biotechnology Reports*, v. 36, p. e00755, 2022.

RHEE, V. S. et al. Residual chlorhexidine after preoperative skin preparation: Quantification and implications. *Journal of the American Academy of Dermatology*, v. 78, n. 5, p. 987-994, 2018.

