



Biofilmes em ureteroscópios flexíveis: um desafio para a eficácia do reprocessamento e a prevenção de infecções

Biofilms on Flexible Ureteroscopes: A Challenge to Reprocessing Effectiveness and Infection Prevention

Biopelículas en ureteroscopios flexibles: un desafío para la eficacia del reprocesamiento y la prevención de infecciones

 <https://doi.org/10.5281/zenodo.23287776>

Ana Hecktheuer Canzi

Graduação em Medicina

Universidade São Leopoldo Mandic

e-mail: anacanzih@gmail.com

Alice Pasquim Sugayama

Médica

Universidade Anhanguera-UNIDERP, Mato Grosso do Sul, Brasil

e-mail: alicepasquims@hotmail.com

Ana Hisi Fujii Ramos

Graduanda em Medicina

Universidade Anhanguera-UNIDERP, Mato Grosso do Sul, Brasil

e-mail: anahisiramos@gmail.com

- **Tipo de Estudo:** Revisão Integrativa da Literatura
- **Recebido:** 05/09/2026
- **Aceito:** 25/09/2026
- **Publicado:** 10/10/2026



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), and a [LOCKSS](https://lockss.org/) sistem.



RESUMO

Introdução: Os ureteroscópios flexíveis reutilizáveis apresentam características estruturais que dificultam a limpeza e podem favorecer a persistência de resíduos orgânicos e a formação de biofilmes, comprometendo a segurança microbiológica. **Objetivo:** Discutir os desafios relacionados aos biofilmes em ureteroscópios flexíveis, à eficácia do reprocessamento e à prevenção de infecções. **Métodos:** Revisão narrativa da literatura sobre formação de biofilmes, contaminação residual, falhas de reprocessamento e estratégias de prevenção de infecções associadas a dispositivos endoscópicos. **Resultados:** As evidências identificaram contaminação residual em ureteroscópios após o processamento e documentaram surtos de infecção associados a dispositivos reutilizáveis. Entre os fatores relacionados às falhas estão limpeza inadequada, atraso no processamento, secagem insuficiente, danos estruturais e deficiências de rastreabilidade. Auditorias, inspeção, monitoramento da limpeza e capacitação profissional demonstraram potencial para aprimorar a qualidade do reprocessamento. **Conclusão:** A prevenção de infecções depende da execução rigorosa de todas as etapas de processamento, da avaliação da integridade dos equipamentos e do monitoramento contínuo da qualidade. São necessários estudos adicionais para esclarecer a frequência dos biofilmes e sua relação com o risco clínico.

Palavras-chave: Biofilmes; Ureteroscópios; Reprocessamento de Dispositivos Médicos; Esterilização; Prevenção de Infecções.

ABSTRACT

Introduction: Reusable flexible ureteroscopes have structural characteristics that make cleaning difficult and may favor the persistence of organic residues and biofilm formation, compromising microbiological safety. **Objective:** To discuss the challenges associated with biofilms on flexible ureteroscopes, reprocessing effectiveness, and infection prevention. **Methods:** A narrative literature review addressing biofilm formation, residual contamination, reprocessing failures, and strategies to prevent infections associated with endoscopic devices. **Results:** Evidence has identified residual contamination on ureteroscopes after processing and documented infection outbreaks associated with reusable devices. Factors related to reprocessing failures include inadequate cleaning, delays in processing, insufficient drying, structural damage, and traceability deficiencies. Audits, inspection, cleaning verification, and professional training may improve reprocessing quality. **Conclusion:** Infection prevention depends on rigorous implementation of all processing steps, assessment of device integrity, and continuous quality monitoring. Further studies are needed to clarify biofilm prevalence and its relationship with clinical risk.

Keywords: Biofilms; Ureteroscopes; Medical Device Reprocessing; Sterilization; Infection Prevention.



RESUMEN

Introducción: Los ureteroscopios flexibles reutilizables presentan características estructurales que dificultan la limpieza y pueden favorecer la persistencia de residuos orgánicos y la formación de biopelículas, comprometiendo la seguridad microbiológica. **Objetivo:** Analizar los desafíos relacionados con las biopelículas en ureteroscopios flexibles, la eficacia del reprocesamiento y la prevención de infecciones. **Métodos:** Revisión narrativa de la literatura sobre formación de biopelículas, contaminación residual, fallos en el reprocesamiento y estrategias para prevenir infecciones asociadas a dispositivos endoscópicos. **Resultados:** La evidencia identificó contaminación residual en ureteroscopios después del procesamiento y documentó brotes de infección asociados a dispositivos reutilizables. Entre los factores relacionados con los fallos se encuentran la limpieza inadecuada, los retrasos en el procesamiento, el secado insuficiente, los daños estructurales y las deficiencias de trazabilidad. Las auditorías, la inspección, la verificación de la limpieza y la capacitación profesional pueden mejorar la calidad del reprocesamiento. **Conclusión:** La prevención de infecciones depende de la ejecución rigurosa de todas las etapas del procesamiento, de la evaluación de la integridad de los dispositivos y del seguimiento continuo de la calidad. Se necesitan más estudios para determinar la frecuencia de las biopelículas y su relación con el riesgo clínico.

Palabras clave: Biopelículas; Ureteroscopios; Reprocesamiento de Dispositivos Médicos; Esterilización; Prevención de Infecciones.

1. INTRODUÇÃO

A ureteroscopia flexível é um procedimento amplamente utilizado no diagnóstico e tratamento de doenças do trato urinário superior, especialmente na abordagem de cálculos renais e ureterais. A possibilidade de reutilização dos ureteroscópios flexíveis representa uma vantagem operacional e econômica, mas exige um processo rigoroso de limpeza, inspeção, desinfecção quando aplicável e esterilização, conforme a classificação do dispositivo e as instruções do fabricante. A complexidade estrutural desses equipamentos, caracterizada por canais estreitos, componentes delicados e superfícies internas de difícil acesso, torna o reprocessamento um desafio relevante para a segurança do paciente.^{1,2}

Entre os principais problemas relacionados ao reprocessamento inadequado está a formação de biofilmes. Essas estruturas consistem em comunidades de microrganismos aderidas a superfícies e envolvidas por uma matriz extracelular que favorece sua permanência e proteção contra agentes antimicrobianos. Nos dispositivos endoscópicos, a presença de resíduos orgânicos, umidade persistente, irregularidades superficiais e danos nos canais internos pode favorecer a adesão microbiana e dificultar a remoção completa da contaminação.^{2,3}



A formação de biofilmes representa um problema particular porque a limpeza insuficiente pode permitir o acúmulo progressivo de material orgânico e microrganismos, comprometendo as etapas posteriores do reprocessamento. Além disso, o desgaste do equipamento e a existência de defeitos estruturais podem criar áreas de difícil acesso, nas quais resíduos e microrganismos persistem mesmo após procedimentos convencionais de limpeza e esterilização.⁴

A relevância clínica desse problema é demonstrada por estudos que identificaram contaminação microbiana em ureteroscópios após o reprocessamento e por relatos de surtos de infecção urinária associados à transmissão de microrganismos multirresistentes entre dispositivos reutilizáveis.^{4,5} Embora a detecção de contaminação não demonstre, isoladamente, que ocorrerá infecção em todos os pacientes expostos, esses achados reforçam a necessidade de avaliar a efetividade dos protocolos de processamento e a integridade dos equipamentos.

Nesse contexto, a prevenção de biofilmes depende de uma abordagem integrada, que contemple a limpeza imediata após o uso, a execução correta de todas as etapas do reprocessamento, a secagem adequada, a inspeção periódica e a retirada de circulação dos dispositivos danificados. A implementação de medidas de controle de qualidade e a capacitação contínua dos profissionais também são fundamentais para reduzir falhas e aumentar a confiabilidade do processo.^{1,2}

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo discutir o papel dos biofilmes em ureteroscópios flexíveis, os desafios relacionados à eficácia do reprocessamento e as principais estratégias destinadas à prevenção de infecções associadas ao uso desses dispositivos.

2. METODOLOGIA

Foi proposta uma revisão narrativa da literatura, com abordagem descritiva e qualitativa, destinada a reunir e discutir evidências sobre a formação de biofilmes em ureteroscópios flexíveis, a persistência de contaminação após o reprocessamento e as implicações desses fenômenos para a prevenção de infecções relacionadas à assistência à saúde.

A estratégia de busca contemplou as bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), considerando publicações em português, inglês e espanhol. Foram utilizados descritores e termos livres relacionados a biofilmes, ureteroscópios flexíveis, contaminação microbiana, limpeza, desinfecção, esterilização, reprocessamento de dispositivos médicos e infecções associadas à assistência à saúde. Entre os termos em inglês, foram considerados biofilm, flexible



ureteroscope, reprocessing, sterilization, microbial contamination e infection prevention, combinados por operadores booleanos.

Foram considerados artigos originais, estudos observacionais, relatos de surtos, revisões e diretrizes técnicas que abordassem a formação de biofilmes, a detecção de resíduos ou microrganismos em ureteroscópios após o processamento, as falhas de reprocessamento e as medidas de prevenção de infecções. Publicações sobre outros tipos de endoscópios foram consideradas como evidência complementar quando apresentavam mecanismos de formação de biofilmes ou recomendações de processamento aplicáveis à discussão, respeitando-se as diferenças entre os dispositivos.

A síntese foi organizada em três eixos: mecanismos de formação e persistência dos biofilmes; evidências de contaminação residual e transmissão de microrganismos; e medidas para aprimorar a eficácia do reprocessamento e a segurança microbiológica. Por se tratar de uma revisão narrativa, os achados foram analisados qualitativamente, sem metanálise ou estimativa quantitativa combinada dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ureteroscópios flexíveis reutilizáveis apresentam características estruturais que dificultam a limpeza e a inspeção de suas superfícies internas. Os canais estreitos, as conexões, as curvaturas e os componentes delicados podem favorecer a retenção de resíduos orgânicos e dificultar o contato adequado entre as superfícies contaminadas e os agentes utilizados durante o processamento. Quando a remoção dos resíduos é incompleta, cria-se um ambiente favorável à persistência microbiana e à formação de biofilmes.^{1,2}

O biofilme é constituído por microrganismos aderidos a uma superfície e incorporados a uma matriz extracelular, que pode limitar a ação dos agentes químicos e dificultar sua remoção mecânica. Em dispositivos submetidos a ciclos repetidos de utilização e reprocessamento, o acúmulo progressivo de resíduos e material microbiano pode originar estruturas mais complexas, conhecidas como biofilmes de acúmulo. Esse fenômeno é particularmente preocupante em canais internos de difícil acesso e em superfícies danificadas.³

Ofstead et al.⁴ avaliaram ureteroscópios flexíveis após limpeza manual e esterilização por peróxido de hidrogênio gasoso. Todos os 16 dispositivos examinados apresentaram irregularidades visíveis ou evidências de contaminação residual. Foram identificados resíduos proteicos em 100% dos



equipamentos, hemoglobina em 63%, adenosina trifosfato em 44% e crescimento microbiano em 13%. Os resultados demonstraram que a conclusão do ciclo de esterilização não garante, por si só, a ausência de resíduos orgânicos ou a efetividade de todas as etapas anteriores do processamento. Entretanto, a presença de resíduos não deve ser interpretada automaticamente como comprovação de biofilme viável em todos os dispositivos.⁴

Esses achados reforçam a distinção entre limpeza e esterilização. A limpeza tem a finalidade de remover sujidades e reduzir a carga orgânica e microbiana, enquanto a esterilização atua sobre os microrganismos viáveis conforme o método validado. Quando a matéria orgânica permanece aderida às superfícies, a eficácia das etapas subsequentes pode ser comprometida. Portanto, a qualidade da limpeza constitui um componente essencial para o sucesso do reprocessamento.

A presença de microrganismos em ureteroscópios após o reprocessamento é uma preocupação relevante para a segurança do paciente. Em estudo prospectivo realizado em um único centro, Legemate et al.⁵ avaliaram 389 procedimentos envolvendo 20 ureteroscópios flexíveis submetidos à desinfecção de alto nível com ácido peracético. Culturas prévias ao uso foram positivas em 47 procedimentos, correspondendo a 12,1% das amostras. Microrganismos potencialmente uropatogênicos foram identificados em 2,3% dos procedimentos, enquanto a flora cutânea foi encontrada em 9,8%. Não foram observados sintomas de infecção urinária nos pacientes expostos aos dispositivos com culturas positivas para uropatógenos.⁵

É importante destacar que esse estudo avaliou um protocolo de desinfecção de alto nível e não deve ser interpretado como evidência de que esse procedimento substitua a esterilização indicada para ureteroscópios cirúrgicos classificados como dispositivos críticos. Além disso, a identificação de contaminação não implica necessariamente transmissão ou desenvolvimento de infecção, embora represente um sinal de alerta para a avaliação dos processos de segurança microbiológica.

Uma evidência clínica particularmente importante foi apresentada por Kumarage et al.⁶, que descreveram um surto de infecções por *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente associado a dois ureteroscópios flexíveis. Treze pacientes desenvolveram infecções relacionadas aos dispositivos. A investigação identificou fatores que podem ter contribuído para a transmissão, incluindo danos nas superfícies externas, ausência de limpeza imediata após o uso, atraso no início da descontaminação, secagem inadequada e falhas na rastreabilidade de válvulas de conexão.⁶



Esse episódio demonstra que as falhas de reprocessamento podem ter consequências clínicas concretas, sobretudo quando envolvem microrganismos resistentes aos antimicrobianos. Também evidencia que a segurança depende de todo o fluxo de processamento, desde o tratamento inicial do equipamento após o procedimento até a secagem, o armazenamento e a rastreabilidade.

Apesar dessas evidências, é necessário reconhecer que os estudos disponíveis apresentam diferenças quanto aos métodos de processamento, aos critérios microbiológicos e aos dispositivos avaliados. Assim, os percentuais de contaminação não devem ser comparados diretamente sem considerar essas diferenças. Da mesma forma, nem toda contaminação residual pode ser atribuída exclusivamente à presença de biofilmes, pois falhas de limpeza, recontaminação durante o manuseio e problemas de integridade estrutural também podem explicar os resultados.

A eficácia do reprocessamento depende da execução sequencial e adequada das etapas previstas para cada modelo de ureteroscópio. O tratamento inicial deve ocorrer imediatamente após o uso, de acordo com as instruções do fabricante, para evitar o ressecamento de sangue, tecidos e outros resíduos. O equipamento deve ser transportado de forma segura até a área de processamento, onde serão realizados os testes de integridade, a limpeza manual e das superfícies acessíveis, a escovação e a irrigação dos canais compatíveis com o procedimento, o enxágue e as etapas subsequentes de processamento.⁷

A inspeção do dispositivo também é fundamental. Rachaduras, arranhões, deformações, resíduos persistentes e alterações nos revestimentos podem dificultar a limpeza e favorecer a permanência de microrganismos. Equipamentos que apresentem danos ou falhas nos testes de integridade devem ser retirados de uso e encaminhados para avaliação técnica. A utilização de dispositivos danificados pode comprometer tanto a eficácia do processamento quanto a segurança do procedimento.

A secagem merece atenção especial, uma vez que a umidade residual nos canais pode favorecer a sobrevivência e a multiplicação de determinados microrganismos durante o armazenamento. A secagem deve seguir as instruções específicas do fabricante, com utilização dos sistemas e acessórios validados para o equipamento. O armazenamento também precisa prevenir recontaminação e permitir a manutenção das condições adequadas até o próximo uso.^{7, 8}

Outro aspecto importante é a verificação da qualidade da limpeza. A inspeção visual, quando associada a métodos de monitoramento compatíveis com o dispositivo, pode ajudar a identificar



resíduos que não seriam detectados apenas pelo acompanhamento dos parâmetros do ciclo. Testes de resíduos orgânicos ou de adenosina trifosfato podem ser úteis como instrumentos de controle de qualidade, desde que seus resultados sejam interpretados de acordo com as limitações e os critérios validados para cada método. Esses testes não substituem a esterilização, não demonstram isoladamente a ausência de todos os microrganismos e não devem ser considerados prova definitiva de ausência de biofilme.

Em estudo voltado à melhoria da limpeza de endoscópios flexíveis utilizados em um serviço de urologia, a implantação de um programa de melhoria contínua elevou a proporção de equipamentos que atendiam ao critério estabelecido pelo teste de adenosina trifosfato de 50% para 85,29%, mantendo o resultado em aproximadamente 90% no acompanhamento subsequente.⁹ Embora esse estudo não permita extrapolar diretamente os resultados para todos os ureteroscópios ou protocolos de esterilização, demonstra que auditorias, padronização de procedimentos e acompanhamento sistemático podem melhorar a qualidade do processo.

A capacitação dos profissionais responsáveis pelo processamento constitui outro componente indispensável. O treinamento deve contemplar as especificidades de cada modelo, a utilização correta dos acessórios de limpeza, o reconhecimento de danos, o cumprimento dos tempos e parâmetros recomendados e o registro de todas as etapas. A rastreabilidade dos dispositivos permite investigar possíveis associações entre equipamentos, procedimentos e eventos infecciosos, favorecendo a identificação precoce de falhas e a adoção de medidas corretivas.

A prevenção de infecções relacionadas aos ureteroscópios flexíveis exige uma abordagem institucional que ultrapasse a execução isolada de protocolos. É necessário estabelecer procedimentos operacionais padronizados, garantir disponibilidade de materiais compatíveis, monitorar indicadores de qualidade, documentar a capacitação dos profissionais e manter comunicação entre a equipe assistencial, o setor responsável pelo processamento, a engenharia clínica e o controle de infecções.

A esterilização deve ser considerada de acordo com a classificação do dispositivo e as normas aplicáveis. Para ureteroscópios utilizados em procedimentos cirúrgicos que os classificam como dispositivos críticos, a esterilização é a referência, observadas as instruções do fabricante e a compatibilidade do equipamento com o método empregado. A desinfecção de alto nível não deve ser adotada automaticamente como substituta da esterilização nesses casos.^{7, 8}



Persistem, entretanto, lacunas científicas relacionadas à frequência real de biofilmes em ureteroscópios, à sensibilidade dos métodos utilizados para sua detecção e à relação quantitativa entre contaminação residual e risco de infecção. Também são necessários estudos que comparem métodos de limpeza e esterilização, avaliem o impacto do desgaste dos equipamentos e estabeleçam critérios de monitoramento microbiológico adequados à realidade dos serviços.

Dessa forma, o enfrentamento desse problema deve combinar adesão rigorosa aos protocolos, avaliação da integridade dos dispositivos, monitoramento da qualidade da limpeza e investigação sistemática de eventos adversos. A prevenção efetiva depende tanto da tecnologia utilizada quanto da qualidade da execução e da supervisão de cada etapa do reprocessamento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os biofilmes representam um desafio relevante para o reprocessamento de ureteroscópios flexíveis devido à complexidade estrutural desses dispositivos, à possibilidade de retenção de resíduos orgânicos e à dificuldade de acesso a determinadas superfícies internas. As evidências disponíveis demonstram que a contaminação residual pode persistir mesmo após o processamento e que falhas em diferentes etapas podem contribuir para a transmissão de microrganismos e para a ocorrência de infecções relacionadas à assistência à saúde.

A prevenção exige a execução rigorosa das etapas de limpeza, inspeção, secagem, esterilização e armazenamento, conforme as instruções específicas do fabricante e as normas aplicáveis. A identificação de danos estruturais, a verificação da qualidade da limpeza, a capacitação dos profissionais, a rastreabilidade dos equipamentos e a realização de auditorias periódicas são medidas essenciais para aprimorar a segurança microbiológica.

Conclui-se que a prevenção de infecções associadas aos ureteroscópios flexíveis depende de uma abordagem integrada, fundamentada em protocolos validados, controle de qualidade e vigilância contínua. Entretanto, são necessários estudos adicionais para estabelecer a frequência dos biofilmes nesses dispositivos, aprimorar os métodos de detecção e esclarecer a relação entre contaminação residual e risco clínico. O fortalecimento dessas medidas pode contribuir para reduzir falhas no reprocessamento e aumentar a segurança dos pacientes submetidos à ureterosopia.



REFERENCES

1. Bashaw MA. Guideline implementation: processing flexible endoscopes. **AORN J**. 2016;104(3):225-236. doi:10.1016/j.aorn.2016.06.018.
2. Ofstead CL, Hopkins KM, Smart AG, Eiland JE. Reprocessing effectiveness for flexible ureteroscopes: a critical look at the evidence. **Urology**. 2022;164:25-32. doi:10.1016/j.urology.2022.01.033.
3. Ofstead CL, Heymann OL, Quick MR, Johnson EA, Eiland JE, Wetzler HP. The effectiveness of sterilization for flexible ureteroscopes: a real-world study. **Am J Infect Control**. 2017;45(8):888-895. doi:10.1016/j.ajic.2017.03.016.
4. Legemate JD, Kamphuis GM, Freund JE, Baard J, Oussoren HW, Spijkerman IJB, *et al*. Pre-use ureteroscope contamination after high level disinfection: reprocessing effectiveness and the relation with cumulative ureteroscope use. **J Urol**. 2019;201(6):1144-1151. doi:10.1097/JU.000000000000108.
5. Kumarage J, Khonyongwa K, Khan A, Desai N, Hoffman P, Taori SK. Transmission of multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa* between two flexible ureteroscopes and an outbreak of urinary tract infection: the fragility of endoscope decontamination. **J Hosp Infect**. 2019;102(1):89-94. doi:10.1016/j.jhin.2019.02.015.
6. Centers for Disease Control and Prevention. **Recommendations for disinfection and sterilization in healthcare facilities** [Internet]. Atlanta: CDC; 2008 [atualizado em 2017; citado em 2026 Oct 10]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/disinfection-sterilization/summary-recommendations.html>.
7. Takahashi S, Arakawa S, Ishikawa K, Kamei J, Kobayashi K, Shigemura K, *et al*. Guidelines for infection control in the urological field, including urinary tract management (revised second edition). **Int J Urol**. 2021;28(12):1198-1211. doi:10.1111/iju.14684.
8. Luo Y, Yang Q, Li B, Yao Y. Establishment of a quality control circle to reduce biofilm formation in flexible endoscopes by improvement of qualified cleaning rate. **J Int Med Res**. 2020;48(9):300060520952983. doi:10.1177/0300060520952983.